

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL  
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DIRETORIA DE ENSINO  
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR  
"CEL OSMAR ALVES PINHEIRO"  
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**

TEN-CEL. QOBM/COMB. **ANDRADE**  
CAD/2 IGOR MENDES FERREIRA **PAZ**  
CAD/2 **ANA CAROLINA DE LIMA RICK DE OLIVEIRA**  
CAD/2 GUILHERME **MESSIAS DA SILVA**  
CAD/2 MARCELO MORAES **GODOY**  
CAD/2. FELIPE DE ANDRADE **REIS**  
CAD/2 **RAMON SILVA MENDONÇA**  
CAD/2 BRUNO HENRIQUE SOARES DE **ANDRADE**  
CAD/2 JADSON BARROS DE **LACERDA**  
CAD/2 FELIPE SILVA **GOMES**  
CAD/2 GILIARD CARLOS DA ROCHA  
CAD/2 JOÃO CARLOS ANDRADE **FREITAS**  
CAD/2 **SALOMAR MORAES DE CARVALHO**  
CAD/2 ANTONIO BRAGA **CHUCRE SEGUNDO**  
CAD/2 SERGIO CLAYTON VIANA **PINHEIRO**

**TRADUÇÃO:**

**NFPA 921 - GUIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIOS E EXPLOSÕES.**

**BRASÍLIA  
2014**

TEN-CEL. QOBM/COMB. **ANDRADE**  
CAD/2 IGOR MENDES FERREIRA **PAZ**  
CAD/2 **ANA CAROLINA DE LIMA RICK DE OLIVEIRA**  
CAD/2 GUILHERME **MESSIAS DA SILVA**  
CAD/2 MARCELO MORAES **GODOY**  
CAD/2. FELIPE DE ANDRADE **REIS**  
CAD/2 **RAMON SILVA MENDONÇA**  
CAD/2 BRUNO HENRIQUE SOARES DE **ANDRADE**  
CAD/2 JADSON BARROS DE **LACERDA**  
CAD/2 FELIPE SILVA **GOMES**  
CAD/2 GILIARD CARLOS DA **ROCHA**  
CAD/2 JOÃO CARLOS ANDRADE **FREITAS**  
CAD/2 **SALOMAR MORAES DE CARVALHO**  
CAD/2 ANTONIO BRAGA **CHUCRE SEGUNDO**  
CAD/2 SERGIO CLAYTON VIANA **PINHEIRO**

**TRADUÇÃO:**

**NFPA 921 - GUIA DE INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIOS E EXPLOSÕES.**

Trabalho referente à disciplina Noções de Perícias de Incêndio.

Instrutor: TEN-CEL. QOBM/COMB. **ANDRADE**

**BRASÍLIA**  
**2014**

"Assumir uma atitude responsável perante o futuro sem uma compreensão do passado, é ter um objetivo sem conhecimento. Compreender o passado sem um comprometimento com o futuro, é conhecimento sem objetivo."

*Ronald T. Laconte*

## **AVISO IMPORTANTE SOBRE ESTE DOCUMENTO**

Este processo foi realizado por voluntários que representam diferentes pontos de vista e interesses para alcançar um consenso sobre questões de fogo e outras questões de segurança. Assim, a NFPA administra o processo e estabelece regras para promover a equidade na consecução de consenso, verificar a veracidade das informações ou a solidez de quaisquer opiniões contidas em seus códigos e normas.

A NFPA exime de qualquer responsabilidade dados pessoais, propriedade ou outros, especiais, indiretos, consequentes, ou compensatória, decorrentes direta ou indiretamente a partir da publicação, utilização ou confiança neste trabalho, e não garante a exatidão ou a integridade das informações publicadas.

Até o presente momento, a NFPA não realiza prestação de serviços profissionais ou outros a terceiros em nome de qualquer pessoa ou entidade. Nem assume executar nenhum serviço cometido por qualquer pessoa ou entidade com terceiros. Qualquer pessoa que utilize este documento deverá confiar em seu próprio julgamento independente ou, conforme o caso, procure o conselho de um profissional competente na determinação das medidas a serem tomadas em determinadas circunstâncias.

A NFPA não tem poder, nem assume papel, para monitorar ou fazer cumprir o conteúdo deste documento. Nem prepara uma lista, certifica, testa ou inspeciona produtos, desenhos ou instalações que atendem aqui especificados. Qualquer certificação de conformidade ou a desconformidade com os requisitos deste documento não serão atribuíveis à NFPA e será da responsabilidade do emissor ou de certificação da conformidade.

*Em sua parte interna para atualizações e informações adicionais importantes.*

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>42</b>
<b>CAPITULO 1 ADMINISTRAÇÃO</b>	<b>45</b>
1.1 Alcance.	45
1.2 Objetivo.	45
1.3 Definições	46
1.3.1 Acidente.	46
1.3.2 Acelerador.	46
1.3.3 Arejamento	46
1.3.4 Ambiente.	47
1.3.5 Amperagem.	47
1.3.6 Ampere	47
1.3.7 Bolhas produzidas por carbonização.	47
1.3.8 Análise de falhas.	47
1.3.9 Análise de incêndio.	47
1.3.10* Aprovado.	47
1.3.11 Arco.	47
1.3.12 Arco elétrico através de um material carbonizado.	47
1.3.13 Puxada.	47
1.3.14 Auto aquecimento.	47
1.3.15 Back-draft.	48
1.3.16 Bleve.	48
1.3.17* Aquecimento espontâneo.	48
1.3.18* Calor.	48
1.3.19* Calor de Ignição.	48
1.3.20 Calor de radiação.	48
1.3.21 Caloria.	48
1.3.22 Camada ao nível do teto.	48
1.3.23 Camada superior.	48
1.3.24 Carbonizado.	48
1.3.25 Carga de fogo.	48
1.3.26 Causa.	48
1.3.27 Causa de incêndio.	48
1.3.28 Causa imediata.	49
1.3.29 Faíscas.	49
1.3.29.1 Faíscas elétricas.	49
1.3.30* Ciência do fogo	49
1.3.31* Código.	49

1.3.32 Coluna térmica.	49
1.3.33 Combustível.	49
1.3.33.1 Combustível suscetível a primeira ignição.	49
1.3.34 Combustão incandescente ou sem chama.	49
1.3.35 Combustão limpa.	49
1.3.36 Combustão, produtos.	49
1.3.37 Combustão súbita generalizada (“flash over”).	49
1.3.38 Condensação de fumaça.	50
1.3.39 Condução.	50
1.3.40 Conservação.	50
1.3.41 Convecção.	50
1.3.42 Corrente.	50
1.3.43 Curto-circuito.	50
1.3.44 Curva de tempo.	50
1.3.45 Deflagração.	50
1.3.46 Detecção.	50
1.3.47 Detonação.	50
1.3.48* Dilatação térmica.	50
1.3.49* Dinâmica do fogo.	51
1.3.50. Energia de ignição.	51
1.3.51 Escassez de oxigênio.	51
1.3.52* Padrão.	51
1.3.53 Esfoliação (dimensionamento ou fratura térmica).	51
1.3.54 Explosão.	51
1.3.54.1 Cratera de uma explosão.	51
1.3.54.2 Explosão com cratera.	51
1.3.54.3 Explosão de baixa potência.	51
1.3.54.4 Explosão de grande potência.	51
1.3.54.5 Explosão de fumaça.	51
1.3.54.6 Explosão secundária.	52
1.3.55 Explosivo.	52
1.3.55.1 Explosivo de baixa potência.	52
1.3.55.2 Explosivo de grande potência.	52
1.3.56 Espoliação.	52
1.3.57 Extinção.	52
1.3.58 Extinguir.	52
1.3.59 Cair	52
1.3.60 Falha.	52
1.3.61 Falha de terreno.	52
1.3.62 Seta.	52

1.3.63 Fluxo calorífico.	52
1.3.64 Forense.	52
1.3.65 Frente das chamas.	53
1.3.66 Fogo.	53
1.3.66.1 Alargamento.	53
1.3.66.2 Incêndio de ventilação controlada.	53
1.3.67 Fogo incandescente ou latente.	53
1.3.68 Gás.	53
1.3.69 Gás combustível.	53
1.3.70* Guia.	53
1.3.71 Fuligem.	53
1.3.72 Fumaça.	53
1.3.73 Ignição.	53
1.3.73.1 Autoignição.	53
1.3.73.2 Ignição espontânea.	54
1.3.74 Incêndio dependente da combustão	54
1.3.75* Indicador de gases combustíveis.	54
1.3.76 Inércia térmica.	54
1.3.77 Inflamável.	54
1.3.78 Investigação de um incêndio.	54
1.3.79 Isocarbonização.	54
1.3.80 Joule.	54
1.3.81 Kilowatts.	54
1.3.82 Limites de inflamabilidade.	54
1.3.83 Líquido.	54
1.3.83.1 Líquido combustível.	54
1.3.83.2 Líquido inflamável.	55
1.3.83.3 Ponto de inflamação de um líquido.	55
1.3.84 Chama.	55
1.3.84.1 Chama pré-misturada.	55
1.3.85 Chamas pelo teto.	55
1.3.86 Material explosivo.	55
1.3.87 Material não combustível.	55
1.3.88 Material que se queimou primeiro.	55
1.3.89 Método científico.	55
1.3.90 Movimento do fogo.	56
1.3.91 Não inflamável.	56
1.3.92 Ohm.	56
1.3.93 Onda expansiva de uma explosão.	56
1.3.94 Origem.	56

1.3.94.1 Ponto de origem.	56
1.3.94.2 Zona de origem.	56
1.3.95 Perigo.	56
1.3.96 Fumaça.	56
1.3.97 Pérola.	56
1.3.98 Pirólise.	56
1.3.99* Plástico.	56
1.3.100 Plásticos termo endurecidos.	56
1.3.101* Prática recomendada.	57
1.3.102 Produtos da combustão.	57
1.3.103 Propagação do fogo.	57
1.3.104 Propagação por gotas.	57
1.3.105* Provocado.	57
1.3.106 Radiação.	57
1.3.107 Categoria de inflamabilidade.	57
1.3.108 Relação de liberação de calor.	57
1.3.109 Reanimado.	57
1.3.110 Reconstrução do lugar do incêndio.	57
1.3.111 Respiradouro.	57
1.3.112 Responsabilidade.	57
1.3.113 Roll-Over.	57
1.3.114 Risco.	58
1.3.115* Sobrecarga.	58
1.3.116 Super Corrente ou super intensidade	58
1.3.117 Superfície exposta.	58
1.3.118* Taxa de liberação de calor.	58
1.3.119* Temperatura.	58
1.3.119.1* Temperatura absoluta.	58
1.3.119.2 Temperatura de autoignição.	58
1.3.119.3* Temperatura de ignição.	58
1.3.119.4 Temperatura de ignição piloto	58
1.3.119.5 Temperaturas efetivas do fogo.	58
1.3.120 Temperatura de ignição pilotada.	59
1.3.121 Termoplástico	59
1.3.122 Tempo de ignição.	59
1.3.123 Tempo a prova de fogo de produtos acabados.	59
1.3.124 Unida térmica britânica (Btu).	59
1.3.125 Vapor.	59
1.3.125.1 Densidade de vapor.	59
1.3.126 Vetor.	59

1.3.127 Velocidade da combustão.	59
1.3.128 Ventilação.	59
1.3.129 Volts (V).	60
1.3.130 Watts (W).	60
1.4* Unidades de medida.	60
<b>CAPITULO 2 METODOLOGIA BÁSICA</b>	<b>61</b>
2.1 Natureza objetiva das investigações de incêndio.	61
2.2 Enfoque sistemático.	61
2.3 Relação entre a investigação de um incêndio e o método científico.	61
2.3.1 Reconhecer a necessidade.	61
2.3.2 Definir o problema.	61
2.3.3 Reconhecimento dos dados.	62
2.3.4 Análise dos dados.	62
2.3.5 Plantar hipóteses.	62
2.3.6 Contrastar as hipóteses (racionamento dedutivo).	63
2.3.7 Presunção da causa.	63
2.4 Método básico para investigar um incêndio.	63
2.4.1 Receber o trabalho.	63
2.4.2 Preparar a investigação.	63
2.4.3 Realização da investigação.	64
2.4.4 Recolher e guardar as provas.	64
2.4.5 Analisar o incidente.	64
2.5 Procedimento para a elaboração de relatórios.	64
<b>CAPITULO 3 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA CIÊNCIA DO FOGO</b>	<b>64</b>
3.1 Química da combustão.	64
3.1.1 O tetraedro do fogo.	65
3.1.1.1 Combustível.	65
3.1.1.2 * Agente Oxidante.	66
3.1.1.3 Calor.	69
3.1.1.4 Reação Química auto mantida.	69
3.2 Transmissão de calor.	70
3.2.1 Condução.	70
3.2.2 Convecção.	72
3.2.3 Radiação.	73
3.3 * Ignição.	74
3.3.1 Ignição dos combustíveis sólidos.	76
3.3.2 Ignição de líquidos.	78
3.3.3 Gás de ignição.	78

3.3.4 Propriedades de ignição de materiais.	78
3.3.5 Auto aquecimento e ignição.	79
3.3.6 Transição para combustão flamejante.	81
3.4 Carga de incêndio	81
3.5 Desenvolvimento do fogo.	82
3.5.1 Cortinas de fumaça.	83
3.5.2 Fogo ao ar livre.	84
3.5.3 Dentro do incêndio.	84
3.5.3.1 Fogo limitada por um teto.	84
3.5.3.2 Fogo interior e combustão subida generalizada.	86
3.5.4 Efeito do compartimento na propagação do fogo	93
3.5.4.1 Abertura de ventilação.	93
3.5.4.2 Volume do ambiente e altura do teto	94
3.5.4.3 Localização do incêndio no cômodo.	95
3.5.5 Altura das chamas.	95
3.6 Produtos de uma combustão	96

## **CAPITULO 4 PADRÕES DE INCÊNDIO** **98**

4.1 Introdução.	98
4.2 Dinâmica do padrão de produção.	98
4.2.1 Formas da nuvem da fumaça.	99
4.2.2 Padrões gerados pela ventilação.	101
4.2.2.1 Efeitos da Ventilação no ambiente na magnitude e localização das marcas.	103
4.2.2.3 Formato das camadas de gases quentes.	103
4.2.2.4 Padrões gerados pelo envolvimento completo do cômodo	104
4.3 Padrões de marcas do fogo.	104
4.3.1 Linhas ou zonas de demarcação.	104
4.3.2 Efeito de superfície.	105
4.3.3 Penetração em superfícies horizontais.	105
4.3.4 Perda de material.	106
4.3.5 Lesões das vítimas.	106
4.4 Tipos de marcas de fogo.	107
4.4.1 Padrões de movimento.	107
4.4.2 Padrão de intensidade (calor).	107
4.5 Efeito da carbonização sobre as superfícies.	107
4.5.1 Madeira carbonizada.	107
4.5.2 Velocidade de carbonização.	108
4.5.3 Profundidade da parte carbonizada.	108
4.5.3.1 Diagrama de profundidade do carbonizado.	109
4.5.3.2 Análise da profundidade do carbonizado.	109

4.5.3.3 Medida da profundidade do carbonizado.	109
4.5.4 Profundidade do material carbonizado com gases combustíveis.	110
4.5.5 Interpretação do material carbonizado.	112
4.6 Fragmentação.	114
4.6.1 Interpretação da fragmentação.	115
4.7 Oxidação.	116
4.8 Fusão dos materiais.	117
4.8.1 Determinação da temperatura.	119
4.8.2. Liga de metais.	120
4.9 Expansão térmica e deformação de materiais.	121
4.10 Fumaça e fuligem.	122
4.11. Queima limpa.	122
4.12 A calcinação.	123
4.12.1 Indicadores gerais da calcinação.	125
4.12.2 Diagrama da profundidade da calcinação.	125
4.12.3 Análise da profundidade de calcinação.	126
4.12.4 Medição de profundidade da calcinação.	126
4.13 Vidro da janela.	126
4.13.1 Quebra de vidros.	127
4.13.2 Vidro temperado.	128
4.13.3 Coloração de vidro	128
4.14 Colapso das molas do móveis.	128
4.15 Posição dos objetos.	129
4.15.1 Sombra de calor.	129
4.15.2 Áreas protegidas.	130
4.16. Locais das marcas.	130
4.16.1 Paredes, tetos e pisos.	131
4.16.2.1 Paredes.	131
4.16.2.2 Tetos.	131
4.16.2.3 Danos dentro de paredes e tetos.	132
4.16.2.4 Solos.	133
4.16.2 Superfícies externas.	135
4.16.3 Conteúdo de edifícios.	135
4.16.4 Altura.	135
4.16.5 Parte inferior das marcas.	135
4.16.5.1 Propagação por gotejamento de brasas	135
4.17 Geometria de das marcas do fogo.	136
4.17.1 Marcas em forma de V em superfícies verticais.	136
4.17.2 Marcas em cone invertido.	138
4.17.2.1 Interpretação de marcas em cone invertido.	138

4.17.2.2 Marcas em cone invertido provenientes de gás natural.	138
4.17.3 Marcas em forma de ampulheta.	139
4.17.4 Marcas em forma de U.	139
4.17.5 Marcas em forme de cone truncado.	141
4.17.6 Marcas em forma de ponteiro e de seta.	142
4.17.7 Marcas de forma circular.	143
4.17.7.1 Parte inferior das superfícies horizontais.	143
4.17.7.2 Marcas irregulares.	144
4.17.7.3 Marcas em trilho.	146
4.17.8 Líquidos ou sólidos fundidos	148
4.17.9 Marcas de gases combustíveis comerciais.	149
4.17.10 Combustão em forma de selas.	149
4.18 Marcas lineares.	149
4.18.1 Trilha de combustível.	149
4.18.2 Áreas protegidas do solo.	151
4.18.3 Jatos de gás combustível	152
4.19 Marcas de zonas.	152
4.19.1 Combustão súbita generalizada e incêndios que afetam toda uma habitação.	152
4.19.2 Chamas.	152
4.20 Deformação dos materiais.	153
4.20.1 Lâmpadas deformadas.	154
4.20.2 Elementos construtivos metálicos.	155

## **CAPITULO 5 SISTEMAS DE EDIFICAÇÃO** **156**

5.1 Introdução.	156
5.2 Características de desenho, construção, e elementos estruturais na evolução do desenvolvimento do incêndio.	
157	
5.2.1 Geral.	157
5.2.2 Desenho do edifício.	157
5.2.2.1 Cargas do edifício.	159
5.2.2.2 Tamanho da sala.	159
5.2.2.3 Compartimentação.	159
5.2.2.4 Espaços e interstícios escondidos.	160
5.2.2.5 Comparação entre o desenho no plano e a “construção real”.	161
5.2.3 Materiais.	161
5.2.3.1 Capacidade de entrar em ignição.	161
5.2.3.2 Inflamabilidade.	161
5.2.3.3 Inércia térmica.	162
5.2.3.4 Condutividade térmica.	162
5.2.3.5 Toxicidade.	162

5.2.3.6 Estado físico e resistência ao calor.	162
5.2.3.7 Disposição, posição e localização.	163
5.2.4 Ocupação.	163
5.2.5 Modelo de inspeção de incêndios por variações de computador em componentes de construção.	164
5.2.6 Dano por explosão.	164
5.3 Tipos de construção.	164
5.3.1 Quadro de madeira.	165
5.3.1.1 Construção de estruturas em plataforma.	165
5.3.1.2 Estrutura provisória (sistema rápido de construção em quadros anexados por pregos).	166
5.3.1.3 Tábuas e vigas, ou construção em madeira	167
5.3.1.4 Pilares e estrutura.	168
5.3.1.5 Madeira grossa.	168
5.3.1.6 Construção residencial alternativa.	168
5.3.1.6.1 Casas pré-fabricadas (casas = Wiles).	169
5.3.1.6.2 Casa modulares.	170
5.3.1.6.3 Construção residencial em estrutura de aço.	171
5.3.1.7 Elementos estruturais de madeira manufaturada.	171
5.3.2 Construção normal ou ordinária	172
5.3.3 Construção de carpintaria.	173
5.3.4 Construção não combustível.	173
5.3.4.1 Construção em Metal.	173
5.3.4.2 Construção de concreto ou alvenaria.	174
5.4 Conjuntos de construção.	175
5.4.1 Conjuntos Piso/Teto/Cobertura.	176
5.4.2 Paredes.	176
5.4.3 Portas.	178
5.4.4 Espaços Ocultos.	178

<b>CAPITULO 6 A ELETRICIDADE E O FOGO</b>	<b>179</b>
6.1 Introdução.	179
6.2 Eletricidade Básica	180
6.3 Instalações elétricas nos edifícios.	188
6.3.1 Generalidades.	188
6.3.2 Serviço elétrico.	189
6.3.2.1 Serviço monofásico.	189
6.3.2.2 Serviço trifásico	191
6.3.3 Caixa e Contador	191
6.3.4 Significado.	192
6.4 Equipamentos de serviço.	192
6.5 Aterramento.	193

6.5.1 Neutro Flutuante.	194
6.6 Proteção contra excesso de corrente.	195
6.6.1 Fusíveis.	195
6.6.1.1 Fusíveis de Rosca.	198
6.6.1.2 Fusíveis tipo S	198
6.6.1.3 Fusíveis com dispositivo de retardo.	199
6.6.1.3 Fusíveis com dispositivo de retardo.	199
6.6.1.4 Fusíveis cartucho.	199
6.6.2 Disjuntores	200
6.6.2.1 Disjuntores principais.	202
6.6.2.2 Disjuntores em ramos	203
6.6.2.3 Interruptor do circuito para falhas de aterramento. (GFCI)	203
6.7 Circuitos ramificados	204
6.7.1 Condutores	204
6.7.2 Tamanhos dos Condutores.	204
6.7.3 Condutores de Cobre.	205
6.7.4* Condutores de Alumínio.	206
6.7.4.1 Condutores recobertos de cobre.	206
6.7.5 Isolantes.	206
6.7.5.1 Polyvinylcloride ou. Cloreto de polivinil (PVC)	207
6.7.5.2 Borracha.	207
6.7.5.3 Outros Materiais.	207
6.8 Tomadas e Dispositivos	208
6.8.1 Interruptores.	208
6.8.2 Tomadas.	208
6.8.3 Outras tomadas, dispositivos e equipamentos.	208
6.9 Ignição por energia elétrica	209
6.9.1 Generalidades.	209
6.9.2 Aquecimento por resistência	210
6.9.2.1 Geral	210
6.9.2.2 Dispositivos produtores de calor	211
6.9.2.3 Conexões defeituosas.	211
6.9.3 Aumento de corrente e de tensão.	211
6.9.4 Arcos elétricos	212
6.9.4.1 Arcos de Alta Voltagem.	212
6.9.4.2 Eletricidade Estática.	213
6.9.4.3 Arcos de fechamento.	213
6.9.4.4* Arco de Pegada	213
6.9.5 Faíscas.	214
6.9.6 Falhas de alta resistência	215

6.10 Interpretação dos danos nos sistemas elétricos.	215
6.10.1 Generalidades.	215
6.10.2* Arcos por curtos-circuitos e falhas de aterramento.	215
6.10.3* Arcos carbonizados.	218
6.10.4* Reaquecimento das conexões.	221
6.10.5* Sobrecargas.	222
6.10.6 Efeitos não causados pela eletricidade.	223
6.10.6.1 Cor da superfície dos condutores.	223
6.10.6.2 Fusão pelo fogo.	223
6.10.6.3* Ligas.	226
6.10.6.4* Danos mecânicos.	226
6.11 Identificações de fundição por arco em condutores elétricos.	227
6.11.1 Fundição causada pelo arco elétrico.	227
6.11.2 Fundição causada por fogo.	227
6.11.3 Considerações e precauções.	227
6.11.4 Condutores infradimensionados.	227
6.11.5 Condutores de seção reduzida ou esticados.	228
6.11.6 Coleção de provas.	228
6.11.7 Isolamento deteriorado	229
6.11.8* Grampos em contato com um condutor	229
6.11.9 Curto-circuito	229
6.11.10 Cabo com pérolas	230
6.12 Eletricidade Estática	230
6.12.1 Introdução à Eletricidade Estática	230
6.12.2 Geração de eletricidade estática	231
6.12.2.1* Líquidos inflamáveis	231
6.12.2.2 Cargas na superfície de um líquido	232
6.12.2.3* Carga por transferência	233
6.12.2.4 Pintura por pulverização	233
6.12.2.5 Gases	233
6.12.2.6 Poeiras e fibras	234
6.12.2.7 O corpo humano	234
6.12.2.8 Roupa	234
6.12.3 Arcos incendiários	234
6.12.4* Energia de ignição	235
6.12.5 Controle de acumulações de Eletricidade Estática.	235
6.12.5.1 Umidificação	236
6.12.5.2 Conexão e aterramento	236
6.12.6 Condições necessárias para produção de ignição por um arco estático	237
6.12.7 Investigação de ignições por eletricidade estática	237

6.12.8* Raios.	238
6.12.8.1 Características de um raio.	239
6.12.8.2 Queda de raios.	239
6.12.8.3 Danos produzidos por um raio.	239
6.12.8.4 Redes de detecção de relâmpagos.	240
<b>CAPITULO 7 SISTEMAS DE GASES COMBUSTÍVEIS EM EDIFÍCIOS</b>	<b>240</b>
7.1 Introdução.	240
7.1.1 Impacto de Gases Combustíveis nas investigações do fogo e explosões.	240
7.1.1.1 Fontes de combustível.	241
7.1.1.2 Fontes de ignição.	241
7.1.1.3 Fontes de combustível e ignição.	241
7.1.2 Propagação adicional de Fogo.	241
7.2* Gases combustíveis.	242
7.2.1 Gás Natural.	242
7.2.2 Propano comercial.	242
7.2.3 Outros gases combustíveis.	243
7.2.3.1 Butano comercial.	243
7.2.3.2 Propano HD5.	243
7.2.3.3 Gases produzidos.	243
7.2.4 Odorização.	243
7.3 Sistemas de gás natural.	245
7.3.1* Conduções de transmissão.	245
7.3.2 Dutos principais de distribuição.	245
7.3.3 Linhas de Serviço.	245
7.3.4 Medidor.	246
7.4 Sistemas de gases liquefeitos de petróleo.	246
7.4.1 Recipientes de armazenamento de gás liquefeito de petróleo.	246
7.4.1.1* Tanques.	247
7.4.1.2* Cilindros.	247
7.4.2 Acessórios de containers.	247
7.4.2.1 Dispositivos de alívio de pressão.	247
7.4.2.2 Conexões para controle de fluxo.	248
7.4.2.3 Dispositivos de medição de nível de líquido.	248
7.4.2.4 Manômetros.	248
7.4.2.5 Fusíveis.	248
7.4.3 Reguladores de Pressão.	249
7.4.4 Vaporizadores.	249
7.5 Componentes comuns aos sistemas de gases combustíveis.	249
7.5.1 Reguladores de Pressão (Redução).	249

7.5.1.1 Pressões de trabalho normais.	250
7.5.1.2 Pressões excessivas.	250
7.5.2 Sistemas de tubulação de serviço.	250
7.5.2.1 Materiais para as tubulações principais e de serviço.	250
7.5.2.2 Tubulações subterrâneas.	251
7.5.3 Válvulas.	251
7.5.4 Queimadores de gás.	252
7.5.4.1 Ignição Manual.	252
7.5.4.2 Luzes piloto.	252
7.5.4.3 As velas sem piloto.	253
7.6 Tubulação comum em Edifícios.	253
7.6.1 Tamanho da tubulação.	253
7.6.2 Materiais de tubulação.	253
7.6.3 Juntas e acessórios.	253
7.6.4 Instalação da tubulação.	254
7.6.5 Válvulas de Corte principal.	254
7.6.6 Locais Proibidos.	254
7.6.7 Conexão elétrica e aterramento.	254
7.7 Exigências comuns em dispositivos e equipamentos.	254
7.7.1 Instalação.	254
7.7.1.1 Acessórios, equipamentos e eletrodomésticos aprovados.	255
7.7.1.2 Tipo de gás.	255
7.7.1.3* Áreas de vapores inflamáveis.	255
7.7.1.4 Reguladores de pressão nos aparelhos a gás.	255
7.7.1.5 Acessibilidade para o serviço.	255
7.7.1.6 Espaço de separação com os materiais combustíveis.	256
7.7.1.7 Conexões elétricas.	256
7.7.2 Ventilação e fornecimento de ar.	256
7.7.3 Controles do aparelho.	256
7.8* Equipamento comum de utilização de gás combustível.	257
7.9 Investigando sistemas de gás combustível.	258
7.9.1 Análise sistemática.	258
7.9.2 Conformidade com as normas e padrões.	258
7.9.3 Vazamento.	259
7.9.3.1 Junções de tubos.	259
7.9.3.2 Luzes piloto.	259
7.9.3.3 Queimadores com luz piloto apagada.	259
7.9.3.4 Tubulações e locais de saída descobertos.	259
7.9.3.5 Aparelhos e equipamentos com defeito.	260
7.9.3.6 Reguladores.	260

7.9.3.7 Corrosão.	260
7.9.3.8* Danos físicos.	261
7.9.4 Teste de pressão.	261
7.9.4.1 Teste do medidor de gás.	262
7.9.4.2* Método de queda de pressão.	262
7.9.5 Localização de vazamentos.	262
7.9.5.1 Teste de bolha de sabão.	263
7.9.5.2 Inspeção por medidor de gás.	263
7.9.5.3 Buracos por barra.	264
7.9.5.4 Levantamentos da vegetação.	264
7.9.6 Teste de velocidade e pressão.	264
7.9.7* Migração de gases combustíveis.	264
7.9.7.1 Remoção do cheiro do gás.	265

## **CAPITULO 8 COMPORTAMENTO HUMANO RELACIONADO AO FOGO 266**

8.1 Introdução.	266
8.2 História da investigação.	267
8.3 Considerações gerais sobre a resposta humana a incêndios.	267
8.3.1 Individual.	267
8.3.1.1 Limitações físicas.	268
8.3.1.2 Limitações cognitivas à compreensão.	268
8.3.1.3 Familiaridade com o ambiente físico do incidente.	268
8.3.2 Grupos.	269
8.3.2.1* Tamanho do grupo.	269
8.3.2.2* Estrutura do grupo.	269
8.3.2.3 Permanência do grupo.	270
8.3.2.4 Códigos e normas.	270
8.3.3 Características do local.	270
8.3.3.1 Localização das saídas.	270
8.3.3.2 Número de saídas.	271
8.3.3.3 Altura da estrutura.	271
8.3.3.4* Sistemas de alarme de incêndio.	271
8.3.3.5 Sistemas de extinção de incêndio.	271
8.3.4 Características do incêndio.	271
8.3.4.1 Presença de chamas.	272
8.3.4.2 Presença de fumaça.	272
8.3.4.3 Efeitos de gases tóxicos e da redução do oxigênio.	272
8.4 Fatores relacionados com a iniciação do incêndio.	273
8.4.1 Fatores envolvidos em incêndios acidentais.	273
8.4.1.1 Manutenção e operações inadequadas.	273

8.4.1.2 O serviço de limpeza.	274
8.4.1.3 Etiquetas do produto, instruções e advertências.	274
8.4.1.4 Finalidade das etiquetas.	274
8.4.1.5 Finalidade das Instruções.	274
8.4.1.6 Finalidade das advertências.	275
8.4.1.7 Elementos-chave de uma advertência adequada.	275
8.4.1.8 Padrões nos rótulos, instruções e advertências.	276
8.4.2 Recordação.	277
8.4.3 Outras considerações.	277
8.4.4 Violações dos códigos de segurança e padrões de segurança contra incêndio.	278
8.5 Crianças e Incêndios.	278
8.6 Incêndios provocados.	279
8.7 Fatores Humanos relacionados à propagação do fogo.	279
8.8 Reconhecimento e Resposta a Incêndios.	279
8.8.1 Percepção do perigo (sinais para os sentidos).	279
8.8.2 Decisão de atuar (resposta).	280
8.8.3 Ação tomada.	280
8.8.4 Fatores de fuga.	280
8.8.5 Informações obtida dos sobreviventes.	281

## **CAPITULO 9 CONSIDERAÇÕES LEGAIS 282**

9.1* Introdução.	282
9.2 Considerações legais preliminares	282
9.2.1 Autoridade que dirige a investigação.	282
9.2.2 Direito de entrada.	283
9.2.3 Método de entrada.	284
9.2.3.1 Consentimento.	284
9.2.3.2 Quando as circunstâncias o exigem.	284
9.2.3.3 Ordem administrativa de investigação.	285
9.2.3.4 Ordem judicial de investigação.	285
9.3 Provas.	286
9.3.1 Normas federais (EUA) sobre provas.	286
9.3.2 Tipos de Provas.	286
9.3.2.1 Provas demonstrativas.	286
9.3.2.1.1 Fotografias/Formulários ilustrativos de provas.	286
9.3.2.1.2 Amostras.	287
9.3.2.2 Provas documentais.	287
9.3.2.3 Prova testemunhal.	288
9.3.3 Entrevistas e declarações das testemunhas após o incêndio.	288
9.3.4 Considerações constitucionais.	288

9.3.5 Prova de encarregado.	289
9.3.6 Espoliação de prova.	289
9.4 Aspectos Penais.	291
9.4.1 Incêndios provocados.	291
9.4.1.1 Normas sobre incêndios provocados.	292
9.4.1.2 Fatores que devem ser levados em conta.	292
9.4.2 Outros atos criminosos relacionados com os incêndios.	293
9.5 Normas sobre informes de incêndios provocados.	294
9.6 Processos civis.	295
9.6.1 Negligência.	295
9.6.2 Códigos, regulamentos e normas.	296
9.6.3 Responsabilidade civil do produto.	296
9.6.4 Responsabilidade estrita.	297
9.7 Testemunho de especialistas.	298
9.7.1 Testemunho geral.	298
9.7.2 Litígios ou testemunhos de especialistas.	298

## **CAPITULO 10 SEGURANÇA FÍSICA** **298**

10.1* Geral.	298
10.1.1 Investigar somente o lugar dos fatos.	299
10.1.2 Roupa e equipamento de proteção.	299
10.1.3 Riscos no local do incêndio.	300
10.1.4 Saúde e segurança pessoal.	300
10.1.5 Fadiga do investigador.	301
10.2 Fatores que influenciam na segurança do local de um incêndio	301
10.2.1 Estado da extinção.	301
12.2.2 Estabilidade do edifício.	302
10.2.3 Abastecimento básico.	302
10.2.4 Riscos elétricos.	303
10.2.5 Água presente.	304
10.2.6 Segurança dos transeuntes.	305
10.2.7 Segurança da atmosfera no local do incêndio.	305
10.3 Atos criminosos ou terroristas.	306
10.3.1 Dispositivos secundários.	306
10.3.2 Resíduos químicos.	306
10.3.3 Terrorismo biológico e radiológico.	306
10.3.4 Exposição a ferramentas e equipamentos.	307

## **CAPITULO 11 FONTES DE INFORMAÇÃO** **307**

11.1* Geral	307
-------------	-----

11.1.1 Finalidade da obtenção da informação.	307
11.1.2 Confiabilidade da informação obtida.	307
11.2 Considerações Legais.	308
11.2.1 Lei de liberdade de informação	308
11.2.2 Comunicações reservadas.	308
11.2.3 Comunicações confidenciais.	308
11.3 Formas de informação.	309
11.3.1 Informação verbal.	309
11.3.2 Informação escrita.	309
11.3.3 Informação visual.	309
11.3.4 Informação eletrônica	309
11.4 Entrevistas.	309
11.4.1 Objetivo das entrevistas.	310
11.4.2 Tipos de entrevistas.	310
11.4.3 Preparação para a entrevista.	310
11.4.4 Entrevistas com as pessoas para se estabelecer uma atitude de confiança.	311
11.4.5 Entrevistas com as pessoas que se devem adotar precauções	311
11.4.6 Entrevistas com as pessoas que se devem adotar atitude de desconfiança.	312
11.4.7 Documentando a entrevista.	312
11.5 Fontes governamentais de informação.	312
11.5.1 Fontes municipais	312
11.5.1.1 Funcionário Municipal	312
11.5.1.2 Assessor Municipal	313
11.5.1.3 Tesoureiro Municipal	313
11.5.1.4 Departamento Municipal de Urbanismo	313
11.5.1.5 Departamento Municipal de Construção.	313
11.4.1.6 Departamento Municipal de Saúde.	313
11.5.1.7 Departamento Municipal de Educação.	313
11.5.1.8 Departamento de Polícia Municipal.	313
11.5.1.9 Corpo de Bombeiros.	314
11.5.1.10 Outros Órgãos Municipais.	314
11.5.2 Governo do Condado	314
11.5.2.1 Registro do Condado.	314
11.5.2.2 Funcionário do Condado.	314
11.5.2.3 Assessor do Condado.	314
11.5.2.4 Tesoureiro do Condado.	314
11.5.2.5 Juiz/médico legista.	315
11.5.2.6 Departamento do Delegado do Condado.	315
11.5.2.7 Outros órgãos do Condado.	315
11.5.3 Governo dos Estados.	315

11.5.3.1 Secretário de Estado.	315
11.5.3.2 Tesoureiro do Estado.	315
11.5.3.3 Departamento Estadual de Estatísticas Vitais.	315
11.5.3.4 Departamento de Fazenda Estadual.	316
11.5.3.5 Departamento de Regulação do Estado.	316
11.5.3.6 Departamento Estadual de Transportes.	316
11.5.3.7 Departamento Estadual de recursos naturais.	316
11.5.3.8 Gabinete do Comissário de Seguros do Estado.	316
11.5.3.9 Polícia do Estado.	316
11.5.3.10 Escritório do Corpo de Bombeiros.	317
11.5.3.11 Outros órgãos do Estado.	317
11.5.4 Governo Federal.	317
11.5.4.1 Departamento de Agricultura. Governo Federal.	317
11.5.4.2 Departamento de Comercio.	317
11.5.4.3 Departamento de Defesa.	318
11.5.4.4 Departamento de Saúde de Serviços Humanos.	318
11.5.4.5 Departamento de Habitação e Desenvolvimento Urbano.	318
11.5.4.6 Departamento do Interior.	319
11.5.4.7 Departamento do Trabalho.	319
11.5.4.8 Departamento de Estado.	319
11.5.4.9 Departamento de Transportes.	319
11.5.4.10 Departamento do Tesouro.	320
11.5.4.11 Departamento de Justiça.	321
11.5.4.12 Serviço Postal dos Estados Unidos.	321
11.5.4.13 Departamento de Energia.	321
11.5.4.14 Administração contra incêndios dos Estados Unidos (USFA).	322
11.5.4.15 Administração nacional dos oceanos e da atmosfera.	322
11.5.4.16 Outros órgãos federais.	322
11.6 Fontes Privadas de Informação.	323
11.6.1 NFPA (Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios).	323
11.6.2 Sociedade de Engenharia para proteção contra incêndios (SFPE).	323
11.6.3 Sociedade Americana para Teste e Materiais (ASTM).	323
11.6.4 Associação Nacional de Investigadores de Incêndios (NAFI).	324
11.6.5 Associação Internacional de Investigadores de Incêndios Provocados (IAAI).	324
11.6.6 Organizações Regionais de Investigações de Incêndios.	324
11.6.7 Setor Imobiliário.	325
11.6.8 Companhias Financeiras.	325
11.6.9 Instituições Financeiras.	325
11.6.10 Companhias de Seguros.	325
11.6.11 Instituições Educativas.	326

11.6.12 Empresas de serviços públicos (água, gás e eletricidade	326
11.6.13 Organismos Profissionais.	326
11.6.14 Emissoras locais de televisão.	326
11.6.15 Redes de detecção de raios	326
11.6.16 Outras fontes privadas.	327
11.7 Conclusão.	327
<b>CAPITULO 12 PLANEJAMENTO DA INVESTIGAÇÃO</b>	<b>327</b>
12.1 Introdução.	327
12.2 Informação básica do incidente.	328
12.2.1 Situação do local.	328
12.2.2 Data e hora do incidente.	328
12.2.3 Condições atmosféricas.	328
12.2.4 Magnitude e complexidade do incidente.	329
12.2.5 Tipo e uso do edifício.	329
12.2.6 Natureza e magnitude dos danos.	329
12.2.7 Segurança do local dos fatos.	330
12.3 Organização das funções da investigação.	330
12.4 Reunião prévia da equipe de investigação.	331
12.4.1 Equipes e instalações.	331
12.5 Pessoal especializado e consultores técnicos.	333
12.5.1 Engenheiro ou técnico em materiais.	334
12.5.2 Engenheiro mecânico.	334
12.5.3 Engenheiro eletricista.	334
12.5.4 Químico/engenheiro químico.	334
12.5.5 A ciência e a engenharia do fogo.	335
12.5.5.1 Engenheiro de proteção contra incêndios.	335
12.5.5.2 Técnico superior em engenharia de incêndio.	336
12.5.5.3 Técnico de nível médio de engenharia do fogo	336
12.5.6 Especialista Industrial.	336
12.5.7 Advogado.	336
12.5.8 Perito/Agente de seguros.	337
12.5.9 Cães treinados.	337
12.6 *Gestão de processos.	337
<b>CAPITULO 13 RELATÓRIO SOBRE A CENA</b>	<b>337</b>
13.1 * Introdução.	337
13.2 Fotos.	337
13.2.1 Momento do disparo	338
13.2.2 Princípios Básicos.	338

13.2.2.1 Tipos de câmeras.	339
13.2.2.2 Filmes.	340
13.2.2.3 Fotografia Digital.	340
13.2.2.4 Lentes.	340
13.2.2.5 Filtros.	341
13.2.2.6 Iluminação.	342
13.2.2.7 Tipos especiais de fotografias.	343
13.2.3 Técnicas de Composição.	343
13.2.3.1 Fotos sequenciais.	343
13.2.3.2 Mosaicos	345
13.2.3.3 Diagrama de fotos.	345
13.2.3.4 Assistente Fotógrafo.	347
13.2.3.5 Fotos ante os tribunais.	347
13.2.4 Vídeo.	347
13.2.5 Atividades sugeridas.	348
13.2.5.1 Durante o incêndio.	348
13.2.5.2 imagens de multidões ou de pessoas.	348
13.2.5.3 Imagens da extinção do fogo.	349
13.2.5.4 Fotos ao ar livre.	349
13.2.5.5 Fotos da estrutura.	349
13.2.5.6 Fotos dentro de casa.	350
13.2.5.7 fotos das entradas em serviços e dispositivos	352
13.2.5.8 disparos de teste.	352
13.2.5.9 fotos das vítimas	352
13.2.5.11 Aéreas Fotos.	353
13.2.6 Conselhos sobre fotografia.	354
13.2.7 Apresentação de fotografias.	354
13.2.7.1 Fotos ou slides.	355
13.2.7.2. Apresentação de vídeo	355
13.2.7.3 Apresentações de computador.	355
13.3. Tomar notas.	356
13.4 Desenhos.	356
13.4.1 Desenhos de investigação de incêndio	356
13.4.2 Tipos de desenhos	357
13.4.3 Escolha dos desenhos.	360
13.4.4 * Símbolos.	360
13.4.6 desenhos arquitetônicos e de engenharia.	361
13.5 Listas de Materiais e engenharia arquitetônica	362
13.6 * Especificações.	362

<b>CAPITULO 14 TESTES FÍSICOS</b>	<b>363</b>
14.1 * Geral.	363
14.2 Testes Físicos.	363
14.3 *Proteção contra o fogo e evidências físicas.	363
14.3.1 Marcas do fogo como evidência física.	365
14.3.2 Testes em artefatos.	365
14.3.3 . Proteção de evidências.	365
14.3.4 Atribuições e responsabilidades do pessoal de extinção de incêndio na conservação do local.	365
14.3.4.1 Conservação	366
14.3.4.2 Cuidados nas operações de extinção de incêndios.	366
14.3.4.2.1 O uso de tubulações de água e mangueiras.	366
14.3.4.2.2 Detritos.	367
14.3.4.2.3 Resgates.	367
14.3.4.2.4 Manoplas e interruptores.	367
14.3.4.2.5 Usando ferramentas automatizadas	367
14.3.4.2.6 Protegendo bombeiros, pessoas e materiais de emergência.	367
14.3.5 Papel e responsabilidades do investigador	368
14.3.6 Considerações práticas.	368
14.4 Poluições de evidências físicas.	368
14.4.1 A contaminação dos recipientes de teste	368
14.4.2 *A contaminação durante a coleta.	369
14.4.3 A contaminação por bombeiros	369
14.5 Métodos de recolhimento de materiais.	369
14.5.1 * Documentação de coleta de evidências físicas.	370
14.5.2 Coleção típica de evidência física forense.	370
14.5.3 Recolhimento de provas para a detecção de velocidade.	370
14.5.3.1 Coleta de amostras de líquidos para testes	371
14.5.3.2 Coleções de líquidos de teste absorvidos por materiais sólidos.	372
14.5.3.3 Coletas de amostras sólidas para testes	372
14.5.3.4 *Amostras de comparação.	372
14.5.3.5 *Os cães treinados.	373
14.5.4 Coleta de amostras de gás	374
14.5.5 Equipamentos de coleta de amostra em componente elétrico.	374
14.5.6 Coleta de eletrônicos e eletrodomésticos	375
14.6 Recipientes para testes.	376
14.6.1 Os recipientes para recolhimento de provas de velocidade – líquidos e sólidos	376
14.6.1.1 Latas de metal.	376
14.6.1.2 Frascos de Cristal.	377
14.6.1.3 Sacos especiais para provas.	378
14.6.1.4 Sacos correntes de plástico.	378

14.7 Identificações das provas físicas	378
14.8 Transporte e manejo de provas físicas.	379
14.8.1 Entrega pessoal.	379
14.8.2 Transporte por terceiros.	380
14.8.2.1 Envio de provas elétricas.	380
14.8.2.2 Materiais voláteis ou perigosos.	381
14.8.3 Manejo das provas.	381
14.9 Cadeias de custódia das provas físicas.	381
14.10 Exames e ensaios das provas físicas.	382
14.10.1 Exames e ensaios das provas no laboratório.	383
14.10.2 Métodos de Ensaio.	383
14.10.2.1 Cromatografia de gases (CG).	383
14.10.2.2 Espectrometrias de massas (EM).	384
14.10.2.3 Espectrometria por raios infravermelhos (EIR).	384
14.10.2.4 Absorção Atômica (A)	384
14.10.2.5 Fluorescência aos Raios X	384
14.10.2.6 Ponto de inflamação mediante vaso fechado tipo Tag (ASTM D56)	384
14.10.2.7 Determinação dos pontos de inflamação e ignição mediante o vaso aberto de tipo Cleveland (ASTM D92).	385
14.10.2.9 Determinação do ponto de inflamação de líquidos e ignição por Tag copo aberto (ASTM D1310).	385
14.10.2.10 Determinação do ponto de inflamação por Seta flash vaso fechado (ASTM D3828)	385
14.10.2.11 Temperatura de autoignição de produtos químicos líquidos (ASTM E659).	385
14.10.2.12 Calor de combustão de hidrocarbonetos por bomba calorimétrica (método de alta precisão) (ASTM D2382).	386
14.10.2.13 Inflamabilidade dos tecidos (ASTM D 1230).	386
14.10.2.14 Resistência à ignição por modelos de pontas de móveis estofados (ASTM E1352).	386
14.10.2.15 Resistência à ignição por pontas de estofados em componentes móveis (ASTM E1353).	386
14.10.2.16 Inflamabilidade de revestimentos têxteis (ASTM D2859).	386
14.10.2.17 Inflamabilidade dos Aerossóis (ASTM D 3065).	387
14.10.2.18 Características de queima de superfície de materiais de construção (ASTM E 84).	387
14.10.2.19 Testes de resistência de fogo em coberturas (ASTM E 108).	387
14.10.2.20 Fluxo de radiação crítica ou sistemas de revestimento de selos com uma fonte calorífica de energia radiante (ASTM E 648).	387
14.10.2.21 Experimentos de incêndio em uma habitação (ASTM E 603).	388
14.10.2.22 Limites de concentração produzidos pela inflamação de substâncias químicas (ASTM E 681).	388
14.10.2.23 Medição de gases presentes ou gerados durante um incêndio (ASTM E 800).	388
14.10.2.24 Quantidade de calor e liberação de fumaça visível para diferentes materiais e produtos (ASTM E 906).	389
14.10.2.25 Aumento da taxa de pressão e aumento da pressão de poeiras combustíveis (ASTM E 1226).	389
14.10.2.26 Quantidade de calor e fumaça visível lançado por diferentes materiais e produtos, utilizando calorímetro de consumo de oxigênio (ASTM E 1354).	389
14.10.2.27 Propriedades de ignição de plásticos (ASTM D 1929).	389

14.10.2.28 Inflamabilidade de tecidos pelo método semi restrito (ASTM D 3659).	389
14.10.2.29 Tensão de rigidez dielétrica (MIL-STD-202F Método 301).	390
14.10.2.30 Resistência de Isolamento (MIL-STD- 202F Método 302).	390
14.10.3 Adequação das amostras.	390
14.10.4 Os ensaios e testes comparativos.	390
14.11 Eliminação das provas.	391
<b>CAPITULO 15 DETERMINAÇÃO DA ORIGEM</b>	<b>391</b>
15.1 Introdução.	391
15.2 Avaliação dos Danos do incêndio.	393
15.2.1 Tomar notas.	393
15.2.2 Fotografia.	394
15.2.3 * Diagramas vetoriais.	394
15.2.4 Diagramas carbonizados de profundidade.	396
15.3 Avaliação Preliminar do local do incêndio.	396
15.3.1 Áreas circundantes.	396
15.3.2 Circunstâncias atmosféricas.	397
15.3.3 Exterior do edifício.	397
15.3.4 Interior do edifício.	397
15.4 Formulação da primeira hipótese.	398
15.5 Exame detalhado das superfícies exteriores.	399
15.5.1 Estado pré-fogo.	399
15.5.2 Serviços Públicos.	400
15.5.3 Portas e Janelas.	400
15.5.4 Provas de Explosões.	401
15.5.5 Danos produzidos pelo fogo.	401
15.6 Exame detalhado das superfícies internas.	401
15.6.1 Estado antes do incêndio.	402
15.6.2 Instalações.	402
15.6.3 Explosões.	403
15.7 Reconstrução do local do incêndio.	403
15.7.1 Segurança Física.	404
15.7.2 A remoção de escombros.	404
15.7.3 Arquivos.	405
15.7.4 Modelos de reconstrução.	405
15.8 Hipóteses sobre a propagação do fogo.	406
15.9 Combustão total.	407
<b>CAPITULO 16 DETERMINAÇÃO DAS CAUSAS</b>	<b>408</b>
16.1 Geral.	408

16.2 Classificação das causas.	409
16.2.1 Causa de incêndio accidental.	410
16.2.2 Causa Natural de fogo.	410
16.2.3 Causa provocada de um incêndio.	410
16.2.4 Causa de incêndio indeterminado.	410
16.2.5 Processo de eliminação.	411
16.3 Origem e Forma do calor de ignição.	411
16.4 Primeiro material que queimou.	413
16.5 Fator (causa) da ignição.	415
16.6 Determinação da responsabilidade.	415
16.6.1 Definição de responsabilidades.	416
16.6.2 Papel do investigador de incêndios na definição de responsabilidades.	416
16.6.3 Natureza de responsabilidade.	416
16.6.4 Os graus de responsabilidade.	416
16.7 Comentários.	417

## **CAPITULO 17 ANÁLISE DE FATOS E FERRAMENTAS ANALÍTICAS** **417**

17.1 Introdução.	417
17.2 Cronogramas.	417
17.3 Análise de sistemas.	421
17.3.1 * Árvores de falhas.	421
17.3.2 Análise de modos de falha e efeitos (FMEA).	423
17.4 Modelagem matemática	427
17.4.1 Análise de transferência de calor	429
17.4.2 Concentração de gases inflamáveis	429
17.4.3 Análises hidráulicas	430
17.4.4 Análise do equilíbrio químico termodinâmico	430
17.4.5 Análise estrutural	431
17.4.6* Análise das vias de evacuação	431
17.4.7* Análise da dinâmica do incêndio	431
17.6 Sobre procedimentos recomendados para a coleta de dados	432
17.5 Prova de incêndio	434
17.5.1 Papel da prova de incêndio	434
17.5.2* Métodos de prova de incêndio	434
17.5.3 Limitações das provas de incêndio	435
17.6 Dados necessários para a realização de provas e modelos	435
17.6.1 Dimensões do edifício	435
17.6.2. Materiais e conteúdos	435
17.6.3. Ventilação	436

<b>CAPITULO 18 EXPLOSÕES</b>	<b>437</b>
18.1* Introdução	437
18.2 * Tipos de explosões	438
18.2.1 Explosões mecânicas *	438
18.2.2 BLEVEs	438
18.2.3*Explosões químicas	440
18.2.4 Explosões por combustão	441
18.2.5 Explosões elétricas	442
18.2.6 Explosões Nucleares	442
18.3 Caracterização de danos produzidos por explosões	442
18.3.1 Danos leves produzidos por explosões	442
18.3.2 * Danos graves produzidos por explosões	443
18.4 Efeitos das explosões:	444
18.4.1 Efeito da onda de choque da explosão	444
18.4.1.1 Fase de pressão positiva	445
18.4.1.2 Fase de pressão negativa	445
18.4.1.3 Forma da onda de choque da explosão	446
18.4.1.4 Velocidade de aumento da pressão frente à pressão máxima	446
18.4.2 Efeito dos estilhaços	447
18.4.3 Efeito térmico	448
18.4.4 Efeito sísmico	449
18.5 Fatores determinantes dos efeitos de uma explosão	449
18.5.1 Modificação da frente da onda de choque por reflexão	449
18.5.2 Modificação da frente de onda por refração e concentração da onda expansiva	450
18.6 Explosões com cratera	450
18.6.1 Explosivos	451
18.6.2 Caldeiras e recipientes sob pressão	451
18.6.3 Explosões de gases e vapores de líquidos combustíveis	451
18.6.4 BLEVE	451
18.7 Explosões sem cratera	451
18.7.1 Gases combustíveis	452
18.7.2 Líquidos combustíveis ou inflamáveis derramados	452
18.7.3 * Pós	452
18.7.4 Explosões de fumaça ou <i>backdraft</i>	452
18.8 Explosões de gases e vapores	452
18.8.1 *Energia mínima de ignição dos gases e vapores	453
18.8.2 Interpretação dos danos provocados por explosões	453
18.8.2.1 Relação combustível-ar	453
18.8.2.2 * Densidade de vapor	456
18.8.2.3 Turbulências	457

18.8.2.4 * Natureza do espaço onde se produz a explosão	458
18.8.2.5 * Situação e magnitude da fonte de ignição	458
18.8.2.6 Alívio	459
18.8.3 Deslocamento de gases combustíveis abaixo do solo	459
18.8.4 * Explosões secundárias	460
18.9 Explosões de pós	461
18.9.1 * O tamanho das partículas	461
18.9.2 * Concentração	461
18.9.3 As turbulências nas explosões do pó	462
18.9.4 * Umidade	462
18.9.5 Energia mínima de ignição do pó	462
18.9.6 Explosões secundárias	463
18.10 Explosões de fumaça ou <i>backdraft</i>	463
18.11 Explosões de nuvens de vapor ao ar livre	463
18.12 *Explosivos	464
18.12.1. Explosivos de baixa potência	464
18.12.2 Explosivos de grande potência	464
18.12. Investigaçāo dos sinistros de explosão	465
18.13 Investigaçāo do local de uma explosão	465
18.13.1 Segurança no local	466
18.13.1.1 Isolamento da área	466
18.13.1.2 Informação sobre os antecedentes	466
18.13.1.3 Estabelecer um modelo de pesquisa	467
18.13.1.4 Segurança no local da explosão	468
18.13. Avaliação inicial do lugar	468
18.13.2.1 Identificar se houve explosão ou incêndio	469
18.13.2 Características de algumas explosões típicas	469
18.13.2.2. Danos graves ou leves	470
18.13.2.3 Explosões com cratera e sem cratera	470
18.13.2.4 Identificar o tipo de explosão	471
18.13.2.5 Identificar o tipo de combustível possível	471
18.13.2.6 Determinar a origem	471
18.13.2.7 Estabelecer a fonte de combustível e o tipo de explosão	471
18.13.2.8 Definir a fonte de ignição.	472
18.13.3 Avaliação detalhada do local.	472
18.13.3.1. Identificar os efeitos dos danos da explosão.	473
18.13.3.2 Identificar os danos gerados pelas chamas antes e após a explosão.	474
18.13.3.3 Localizar e identificar os objetos de prova.	474
18.13.3.4 Identificar os vetores da força.	478
18.14 Análise da origem (epicentro).	478

18.15. Análise da fonte de combustível.	479
18.16 Análise da fonte de ignição.	481
18.17 Análise das possíveis causas.	482
18.17.1 Análise da curva do tempo.	482
18.17.2 Análise do tipo de danos.	482
18.17.2.1 Análise dos escombros.	482
18.17.2.2 Analise dos danos relativos ao edifício.	483
18.17.3 Relação entre a força de uma explosão e os destroços produzidos.	483
18.17.4 Análise dos objetos e edifícios afetados.	483
18.17.5 Relação com os efeitos térmicos	483
<b>CAPITULO 19 INCÊNDIOS PROVOCADOS</b>	<b>484</b>
19.1 Introdução.	484
19.2 Indicadores de incêndios provocados.	484
19.2.1 Múltiplos incêndios.	484
19.2.2 Rastros de combustível.	486
19.2.3 Falta de carga de incêndio ou de fontes de ignição esperadas.	487
19.2.4 Catalizadores Estranhos.	487
19.2.5 Carga ou configuração anormal do fogo.	488
19.2.6 Feridas causadas por queimaduras.	488
19.2.7 Dispositivos incendiários.	488
19.2.7.1 Exemplos de dispositivos incendiários	488
19.2.7.2 Dispositivos retardantes	489
19.2.7.3 Presença de líquidos inflamáveis na zona de origem.	489
19.2.8 Avaliação do desenvolvimento do incêndio e os danos produzidos	490
19.3 Possíveis indicadores que não estão diretamente relacionados com a combustão.	490
19.3.1. Lugares distantes que dificilmente seriam vistos no escuro.	491
19.3.2 Fogo perto de equipamentos e dispositivos operacionais.	491
19.3.3 Eliminação ou alteração do conteúdo antes do incêndio.	491
19.3.3.1 Troca.	491
19.3.3.2 Objetos removidos.	492
19.3.3.3 Ausência de artigos pessoais antes do incêndio.	492
19.3.4. Entradas bloqueadas ou obstruídas.	492
19.3.5 Sabotagem ou adulterações dos sistemas de proteção contra incêndios do edifício.	492
19.3.5.1 Danos à resistência dos sistemas contra chamas.	493
19.3.5.2 Danos nos sistemas de proteção contra incêndios	493
19.3.6 Abrir as janelas e portas exteriores	494
19.4 Outras provas.	494
19.4.1 Análise de um incêndio provocado e confirmado	494
19.4.1.1 Área Geográfica.	495

19.4.1.2 Frequência.	495
19.4.1.3 Materiais e métodos.	495
19.4.2 Provas de outros crimes ou ocultação de um delito.	495
19.4.3 Sinais de dificuldades econômicas.	496
19.4.4 Histórico de não cumprimento de códigos.	496
19.4.5 Proprietário com outros imóveis incendiados.	496
19.4.6 Valor segurado em excesso.	497
19.4.7 Coincidências no incêndio.	497
19.4.7.1 Incêndios durante distúrbios urbanos	497
19.4.7.3 Indisponibilidade dos bombeiros.	497
19.4.8 Razões que levam o comportamento incendiário.	497
19.4.8.1 Motivo versus Intenções.	498
19.4.8.2.1 Vandalismo.	499
19.4.8.2.2 Excitação.	500
19.4.8.2.3 Vingança.	501
19.4.8.2.4 Escondendo um crime.	502
19.4.8.2.5 Benefício.	502
19.4.8.2.6 Extremistas.	503

## **CAPITULO 20 MORTES E LESÕES CAUSADAS POR INCÊNDIOS E EXPLOSÕES**

**504**

20.1 Geral.	504
20.2 Considerações do cenário quando houver óbito	504
20.2.1 Extinção do incêndio.	504
20.2.2 Documentação.	505
20.2.3 Notificação.	505
20.2.4 Recuperação de corpos e provas.	506
20.3 Exames toxicológicos e patológicos em cadáveres.	508
20.3.1 Raios-X.	508
20.3.2 Níveis de monóxido de carbono	508
20.3.3 Presença de outros produtos tóxicos.	509
20.3.4 Exposição à fumaça e fuligem.	509
20.3.5 Queimaduras.	509
20.3.6 Destrução do corpo pelo fogo	510
20.4 Aspectos fundamentais da investigação caso ocorra um óbito.	511
20.4.1 Identificação de restos mortais.	511
20.4.2 Identificação das vítimas.	511
20.4.3 Causa da morte.	512
20.4.4 Maneira que o óbito ocorreu.	513
20.4.5 Atividade da vítima.	513

20.4.6 Mudanças após a morte:	514
20.5 Mecanismos de morte.	514
20.5.1* O monóxido de carbono.	515
20.5.2 Os efeitos térmicos.	516
20.5.2.1 Hipertermia.	516
20.5.2.2 A inalação de gases quentes	517
20.5.3 outros gases tóxicos	517
20.5.4 fuligem e fumaça	517
20.5.5 A hipóxia	517
23.6 Testes pós-morte e Documentação	518
20.6.1 Sangue	518
20.6.2 tecidos internos	518
20.6.3 Tecidos externos	519
20.6.4 Conteúdo do estômago.	519
20.6.5 Vias respiratórias	519
20.6.6 Temperatura interna do corpo	519
20.6.7 raios-X	519
20.6.8 Vestuário e objetos pessoais	519
20.6.9 Fotografias	519
20.6.10 Diagramas de queimaduras e ferimentos.	520
20.6.11 Documentação de feridas e Traumas Físicos graves	520
20.6.12 Evidência de agressão sexual	521
23.6.13 Coleta de outras provas físicas	521
20.7 Lesões pôr fogo e explosão	521
20.7.1 Evidência Física	521
23.7.1.1 Vestuário	521
20.7.1.2 Móveis.	522
20.7.1.3 fontes de ignição	522
20.7.1.4 * leis de notificação.	522
20.7.2 Evidência Médica (queimaduras).	522
20.7.2.1 Grau de Queimadura.	522
20.7.2.2 Área Corporal (Distribuição).	523
20.7.2.3 Documentações.	523
20.7.2.4 Mecanismos de queimaduras	524
20.7.3 Evidência Médica (inalação)	526
20.7.3.1 Efeitos sub letais inalação de exposição do indivíduo.	526
20.7.3.1.1 Gases entorpecentes	526
20.7.3.1.2 Gases Irritantes	527
20.7.3.1.3 fumaça	527
20.7.3.2 testes hospitalares e Documentação	527

20.7.4 O acesso a Evidência Médica	528
20.8 Mecanismos de Lesões por inalação.	528
20.8.1 Eliminação de CO por O <sub>2</sub> /Ar	528
20.8.2 Os acidentes de explosão.	528
20.8.2.1 Lesões por pressão da explosão	529
20.8.2.2 Lesões por estilhaços	529
20.8.2.3 lesões térmicas	529
20.8.2.4 Lesões de efeito sísmico	530

## **CAPITULO 21 APARELHOS** **530**

21.1 Escopo	530
21.2 Análises do fogo quando há aparelhos elétricos	530
21.2.1 Registros de aparelhos elétricos específicos	530
20.2.2 Medidas da localização do aparelho	531
21.2.3 Posições dos controles do aparelho	531
21.2.4 Documentação de informações do aparelho elétrico	531
21.2.5 Recolhimento de todas as partes do aparelho	532
21.3 Análises da origem de um incêndio, onde existem aparelhos elétricos	532
21.3.1 Relação dos aparelhos eléctricos com a fonte de fogo	532
21.3.2 Rótulos incêndio	532
21.3.3 Os componentes plásticos em aparelhos elétricos	533
21.3.4 Reconstrução da área de origem	533
21.4 Análises quando as causas intervieram nos aparelhos	533
21.4.1 Como o aparelho gera calor	533
21.4.2 Uso e design do aparelho	534
21.4.3 Fontes eléctricas domésticas e de ignição	534
21.4.4 Aparelhos Fotografado removidos	534
21.4.5 Obtenção de espetáculos elétricos	535
21.4.6 Testes em aparelhos elétricos	535
21.5 Visão geral do dispositivo	535
21.5.1 Armários ou gabinetes de equipamentos	535
21.5.1.1* Aço	536
21.5.1.2 Alumínio	537
21.5.1.3 Outros metais	537
21.5.1.4 . Plástico	537
21.5.1.5 Madeira	538
21.5.1.6 Vidros	539
21.5.1.7 Cerâmicas	539
21.5.2 Fontes de alimentação de Energia	539
21.5.2.1 Cabos elétricos	539

21.5.2.2 Tensões menores que 120v	540
21.5.2.3 Baterias	540
21.5.2.4 Proteções contra a atual subida excessiva	541
21.5.3 Interruptores	541
21.5.3.1 interruptores manuais	541
21.5.3.2 Interruptores automáticos	542
21.5.3.2.1 fusíveis e disjuntores	542
21.5.3.2.2 interruptores de temperatura	542
21.5.4 relés e válvulas solenoides	545
21.5.5 transformadores	545
21.5.6 Motores	546
21.5.7 Elementos de Aquecimento	547
21.5.8 Iluminação	548
21.5.9 Vários componentes	548
21.6 Eletrodomésticos mais comum	549
21.6.1 Fornos	549
21.6.2 Cafeteiras	550
21.6.3 Torradeiras	550
21.6.4 Abridor elétrico	550
21.6.5 Frigoríficos	551
21.6.6 Lava-louças	551
21.6.7 Forno de Micro-ondas	552
21.6.8 Aquecedores portáteis	552
21.6.9 cobertores elétricos	552
21.6.10 Os condicionadores de ar nas janelas	553
21.6.11 secadores e ferros	553
21.6.12 Ferro de passar	553
21.6.13 Secadoras de roupa	554
21.6.14 Eletrônica de consumo	554
21.6.15 Lâmpadas	554
<b>CAPITULO 22 INVESTIGAÇÕES DE INCÊNDIOS EM VEÍCULOS A MOTOR</b>	<b>555</b>
22.1 Introduções	555
22.2 Seguranças na investigação de incêndios de veículos	556
22.3 Combustíveis em incêndios de veículos	557
22.3.1* Combustíveis líquidos	557
22.3.2 Os combustíveis gasosos	558
22.3.3 Os combustíveis sólidos	559
22.4 Fontes de ignição	559
22.4.1 Chamas	560

22.4.2 Material Elétrico de Instalação	560
22.4.2.1 Fiação Sobre-carregada.	561
22.4.2.2 Curto-círcito e Arcos Elétricos.	562
22.4.2.3 * Filamentos de lâmpada ou lâmpadas quebradas.	562
22.4.2.4 Fontes Elétricas Externas Utilizadas em Veículos.	562
22.4.3 * Superfícies quentes.	563
22.4.4 * Faíscas Mecânicas.	564
22.4.5 Restos de Cigarros.	564
22.5 Identificação e Funcionalidades dos Sistemas.	564
22.5.1 Sistema de combustível.	565
22.5.1.1 Sistemas de Baixa Pressão - carburador (vácuo).	565
22.5.1.2 * Sistemas de injeção de combustível de alta pressão.	566
22.5.1.3 Sistemas de combustível a diesel.	567
22.5.1.4 Sistemas de gás e combustível de propano.	568
22.5.1.5 Turbos Compressores.	568
22.5.2 Sistema de controle de emissão.	569
22.5.2.1 Sistema de Escapamento.	569
22.5.3 Motor com Sistemas Elétricos.	570
22.5.3.1 Sistemas Elétricos Doze Volts.	571
22.5.3.2 Outros Sistemas Elétricos.	571
22.5.4 Sistemas Mecânicos de Energia.	572
22.5.4.1 Sistemas de Lubrificação.	572
22.5.4.2 Sistemas de Refrigeração Líquida.	573
22.5.4.3 Os Sistemas de Ar Refrigerado.	573
22.5.5 Distribuição de Energia Mecânica.	573
22.5.5.1 Transmissões Mecânicas.	574
22.5.5.2 Transmissão Hidráulica.	574
22.5.6 Acessórios para o Sistema de Energia Mecânica.	575
22.5.7 Sistema Hidráulico de Frenagem.	575
22.5.8 Sistemas de Para-Brisa.	575
22.6 Carrocerias.	576
22.6.1 Acabamentos Interior e Acessórios.	576
22.6.2 Áreas de Carga.	576
22.7 Gravações de Cenas de Incêndios em Veículos.	577
22.7.1 Identificação do Veículo.	577
22.7.2 História dos Veículos Incendiados.	578
22.7.3 Indicações do Veículo.	579
25.7.4 Gravação em Cena.	579
25.7.5 Gravando o Veículo Longe da Cena.	580
22.8 Exames de Veículos Motorizados.	581

22.8.1 Exame de Sistemas de Veículos.	585
22.8.2 Interruptores, Puxadores, Alavancas.	585
22.9 Combustão Total.	585
22.10 Veículos Roubados.	585
22.11 Veículos em Estruturas.	586
22.12 Veículos de Passeio.	587
22.13 Equipamentos Pesados.	587
<b>CAPITULO 23 INVESTIGAÇÕES INCÊNDIOS FLORESTAIS</b>	<b>588</b>
23.1 Introdução.	588
23.2 Fogos de Combustível na Natureza.	589
23.2.1 Análise de Inflamabilidade.	589
23.2.2 Combustíveis no chão.	590
23.2.2.1 Palha.	590
23.2.2.2 Raízes.	590
23.2.2.3 Folhas Secas e Humos de Coníferas.	590
23.2.2.4 Grama.	591
23.2.2.5 Madeiras Finas e Secas.	591
23.2.2.6 Troncos Caídos, Troncos e Ramas Grandes.	592
23.2.2.7 Arbustos Baixos e Reprodução.	592
23.2.3 Combustíveis Aéreos.	593
23.2.3.1 Ramos de Árvore e Coroas.	593
23.2.3.3 Musgos das Árvores.	594
23.2.3.4 Arbustos Altos.	594
23.3 Fatores que Afetam a Propagação do Fogo.	595
23.3.1 Confinamento Lateral.	595
23.3.2 Influência do Vento.	595
23.3.2.1 Ventos Meteorológicos.	595
23.3.2.2 Ventos Diurnos.	596
23.3.2.3 Ventos de Incêndio.	596
23.3.3 Cabeça de Fogo.	596
23.3.4 Cauda de Fogo.	596
23.3.5 Influência de Combustível.	596
23.3.5.1 Espécie.	596
23.3.5.2 Tamanho do combustível.	597
23.3.5.3 Teor de Umidade.	597
23.3.5.4 Conteúdo óleo.	597
26.3.5.5 Tipos de Combustível:	597
23.3.6 Topografia.	598
23.3.6.1 Declive.	598

23.3.6.2 Encostas.	599
23.3.7 Tempo.	599
23.3.7.1 Tempo de História.	599
23.3.7.2 Temperatura.	599
23.3.7.3 Umidade Relativa.	599
23.3.8 Extinção.	600
23.3.8.1 Aceiros.	600
23.3.8.2 Combate Aéreo.	600
26.3.8.3 Fogo contra Fogo.	601
23.3.8.4 Espuma Classe A.	601
23.3.9 Outros Mecanismos Naturais de Propagação do Fogo.	601
23.3.9.1 Objetos Levados pelo Vento.	601
23.3.9.2 As Tempestades de Fogo.	601
23.3.10 Fronteira entre o entorno Urbana e a Natureza.	602
23.3.11 Animais. Animais e aves podem espalhar o fogo.	602
23.4 Indicadores.	602
23.4.1 Marcas em forma de "V" em incêndios florestais.	603
23.4.2 Grau de danos.	603
23.4.3 Talos de grama.	603
23.4.4 Arbustos.	603
23.4.4.1 Depósitos de cinzas.	604
23.4.4.2 Alargamento.	604
23.4.4.3 Marcas apagadas.	604
23.4.5 Árvores.	604
23.4.5.1 Carbonização do Tronco.	604
23.4.5.2 Danos nas copas das árvores.	605
23.4.6 Não combustíveis.	605
23.4.6.1 Combustíveis expostos e protegidos.	605
23.4.6.2 Manchas e fuligem.	605
23.4.6.3 Perda de material.	606
23.5 Investigação de origem.	606
23.5.1 Área de investigação inicial.	606
23.5.1.1 Observações de jornalistas.	606
23.5.1.2 Observações de socorristas.	606
23.5.1.3 Observações da tripulação de aeronaves.	607
23.5.1.4 Observações de outras testemunhas	607
23.5.1.5 Imagem de satélites ou de sensoriamento remoto	607
23.5.2 Técnicas de investigação.	607
23.5.2.1 Proteção do lugar do incêndio.	607
23.5.2.2 Identificação das provas.	607

23.5.2.3 Análise de propagação do incêndio.	608
23.5.2.4 Área de origem.	608
23.5.2.4.1 Divisão em segmentos.	608
23.5.2.4.2 Em círculos.	608
23.5.2.4.3 Em bando.	608
23.5.2.4.4 Por linhas.	608
23.5.3 Equipes de busca.	608
23.5.3.1 Lupas (Lentes de aumento).	609
23.5.3.2 Imãs.	609
23.5.3.3 Regra.	609
23.5.3.4 Sondas.	609
23.5.3.5 Gadanhos.	609
23.5.3.6 Lanternas manuais.	609
23.5.3.7 Sopradores.	609
23.5.3.8 Detector de metal.	609
23.5.3.9 Peneiras de triagem.	610
23.5.3.10 Sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS).	610
23.6 Segurança da área ou ponto de origem.	610
23.6.1 Origem não modificada.	610
23.6.2 Investigação da área de origem.	610
23.7 Determinação da causa do incêndio.	610
23.7.1 Causa natural de incêndio.	610
23.7.1.1 Raios.	610
23.7.1.2 Combustão espontânea.	611
23.7.2 Causa humana.	611
23.7.2.1 Acampamentos	611
23.7.2.2 Fumantes.	611
23.7.2.3 Combustão em resíduos.	612
23.7.2.4 Luz solar e refração de cristais.	612
23.7.2.5 Incendiários.	612
23.7.2.6 Incêndios permitidos (queima controlada).	612
23.7.2.7 Máquinas e veículos.	612
23.7.2.8 Vias férreas.	613
23.7.2.9 Jovens.	613
23.7.2.10 Fogos de artifício.	613
23.7.3 Prestação de serviços públicos.	613
23.7.3.1 Eletricidade.	613
23.7.3.2 Petróleo e gás.	614
23.8 Provas.	614
23.9 Considerações especiais sobre segurança pessoal	614

23.9.1 Riscos.	614
23.9.2 Equipamentos de proteção pessoal.	615
23.10 Fontes de Informação.	616
<b>CAPITULO 24 INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIOS IMPORTANTES</b>	<b>616</b>
24.1 Introdução.	616
24.2 Base de acordo entre as partes	617
24.3 Acordo entre as partes.	617
24.4 Organização da investigação.	618
24.5 Comitê de líderes de equipe	618
24.6 Planejamento.	622
24.7 Acesso dos ocupantes.	622
24.8 Organização da equipe de investigação.	623
24.9 Reuniões periódicas.	624
24.10 Recursos.	624
24.11 Informação preliminar	624
24.12 Segurança.	625
24.13 Iluminação.	625
24.14 Acesso do investigador.	625
24.15 Proteção do lugar dos fatos.	626
24.16 Necessidades sanitárias e de comodidade.	626
24.17 Comunicações.	626
24.18 Entrevistas.	626
24.19 Planos e desenhos.	627
24.20 Análise do lugar dos fatos.	627
24.21 Modos de investigação.	627
24.22 Teste.	627
24.23 Divulgação da informação.	628
24.24 Exame da cena.	628
24.25 Planejamento prévio da investigação.	628
<b>CAPITULO 25 PUBLICAÇÕES DE REFERÊNCIA</b>	<b>629</b>
25.1.1 Publicações da NFPA.	629
25.1.2 Outras Publicações.	630
25.1.2.1 Publicações ANSI.	630
25.1.2.2 Publicações API.	630
25.1.2.3 Publicações ASTM.	630
25.1.2.4 Publicações IAAI.	632
25.1.2.5 Publicação UL	632
25.1.2.6 Publicação USFA. U.S.	633

25.1.2.7 Publicações do governo dos Estados Unidos	633
25.1.2.8 Outras referências.	633
Apêndice A	636
Material explicativo	636

## INTRODUÇÃO

A Associação Nacional de Proteção ao Fogo - NFPA- U.S. começou sua atividade em Segurança Contra Incêndios em 1896. Durante seus mais de 100 anos existentes tem feito um trabalho pioneiro e fundamental, especialmente no que diz respeito a publicações em diversos livros, guias, códigos e normas diferentes.

No mundo de língua espanhola, a Associação de Pesquisa para Segurança Real de Vidas - CEPREVEN da Espanha se esforça para desenvolver esta experiência, traduzir e divulgar estes documentos em nome dos técnicos do presente e, em um futuro trabalho, poder trabalhar em linguagem espanhola.

A cooperação entre EUA e NFPA CEPREVEN de Espanha é orientada com o objetivo de aumentar os níveis de conhecimento sobre segurança contra incêndios de profissionais de língua espanhola, considerando que as técnicas que os especialistas têm para tentar evitar ou minimizar danos que os incêndios podem produzir são universais.

O texto deste documento é considerado particularmente útil nas áreas abrangidas, mesmo se os peritos a serem alvos em seus países tenham suas próprias normas e regulamentos nacionais, de modo como às vezes usam termos para definir certos produtos, equipamentos ou processos, que correspondem aos usados nesta publicação, estes teriam de ser consideradas, uma vez que aparecem nos significados ajustados à língua espanhola e técnicas de Espanhol neste documento.

Seu esforço e cooperação entre NFPA - CEPREVEN espera oferecer excelentes resultados em beneficiar o melhor futuro da Segurança contra Incêndios e tratamento por profissionais que você pode esperar desta publicação em ser útil.



Jim Shannon  
NFPA Chairman



Miguel A. Saldaña  
Diretor Geral de CEPREVEN

Título original da presente publicação: **NFPA 921. Guia de Investigação de Incêndios e Explosões. 2001 Edição.**

**NFPA 921**

**Guia para investigação de Incêndios e Explosões**

**Edição 2001**

Esta edição da NFPA 921, Guia de Incêndios e Explosões Investigação, foi elaborado pelo Comitê Técnico de Fogo e Pesquisa e estudado pela Associação Nacional de Proteção ao Fogo Inc., na sua reunião realizada em novembro, entre os dias 12-15 de Novembro de 2000 em Orlando, FL. Foi emitida pelo Conselho de Padrões em 13 de janeiro de 2001 e entrou em vigor em 9 de fevereiro de 2001 e substitui todas as edições anteriores.

Esta edição da NFPA 921 foi aprovada como um padrão nacional americano no dia 9 de fevereiro de 2001.

**Origem e desenvolvimento da NFPA 921**

A norma NFPA 921, Guia de Investigação de Incêndios e Explosões, foi desenvolvida pelo Comitê de Investigações de incêndio como contribuição para melhorar o processo de investigação de um incêndio e a qualidade de informação sobre o que pegou fogo precedido de um processo de pesquisa. O Guia se destina a ser utilizado por funcionários responsáveis públicos, tanto que têm estabilidade jurídica na investigação de incêndios, como também por pessoas do setor privado para a realização de pesquisa, companhias de seguro ou para a apresentação em tribunal. O objetivo do Comitê era fornecer para esses pesquisadores um guia baseado em princípios de pesquisa ou científicos geralmente aceites.

A primeira edição desta Norma, publicada pela NFPA, em 1992, se concentra principalmente na determinação, na origem e causa de incêndios e explosões nos edifícios. A segunda edição inclui um documento revisado sobre a recolha e tratamento dos capítulos provas físicas, de segurança e de explosão. Removido

como 907m de documento NFPA separado, o Manual para a Determinação das causas de incêndios elétricos, que foi integrado com revisões aqui contidas como capítulo independente, são 907m de documento NFPA que se relacionam com outros capítulos do presente documento que foram realocados adequadamente. Eles têm novos capítulos de títulos na investigação de incêndios em veículos a motor, a pesquisa sobre o controle de grandes incêndios, prova e fogo e dispositivos eletrônicos.

A terceira edição do documento inclui um novo capítulo sobre sistemas de combustível de gás em edifícios e os efeitos desses gases no fogo e investigações de explosão. Eles compõem um novo capítulo sobre elétrica e fogo de forma a melhorar a organização, esclarecer a terminologia, e adicionar referências. Analisamos várias seções no capítulo Marcas de Fogo. Outras revisões também foram feitas no capítulo sobre Testes Físicos - relação à preservação da lareira e provas. Ele também incluiu novas equipes de texto relacionado a edição de cães treinados e seus manipuladores para a detecção de líquidos inflamáveis.

A quarta edição deste documento inclui novos capítulos sobre edificação, o comportamento humano em incêndio, ferramentas analíticas e análise de falhas, lesões e mortes por incêndio e explosão, e investigações de incêndio na natureza. Foi desenhado para fazer uma atualização sobre incêndios em veículos motorizados em um novo capítulo.

**NFPA 921**  
**GUIA PARA A**  
**INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIOS E EXPLOSÕES**  
**EDIÇÃO 2001**

NOTA: Quando, na continuação de um número ou letra dentro de um parágrafo aparecer um asterisco (\*), indica que existe uma explicação do tema no apêndice A.

Outras mudanças à parte dos editoriais estão indicadas com uma linha vertical na margem das páginas que esses aparecem. Essas linhas se incluem como uma ajuda para os usuários identificarem mudanças a respeito da edição passada.

No capítulo 25 do apêndice C existe informação sobre as publicações em referência.

**CAPITULO 1            ADMINISTRAÇÃO**

**1.1 Alcance.** Este documento foi pensado para ajudar as pessoas encarregadas de investigar, analisar incidentes de incêndios e explosões e coletar opiniões sobre a origem, causas, responsabilidades e prevenção destes acidentes.

**1.2 Objetivo.** O objetivo deste documento é estabelecer orientações e procedimentos recomendados para uma investigação segura e sistemática das análises dos incidentes de incêndios e explosões. A investigação ou análise dos incêndios e a lista precisa de suas causas são fundamentais para a proteção da vida humana e dos bens materiais contra as ameaças dos incêndios e explosões hostis. Com uma eficaz e exata determinação das causas e responsabilidades destes acidentes, pode-se evitar a sua repetição no futuro. Este documento foi desenvolvido como modelo para melhora e prática da investigação de incêndio e explosão, ciência do fogo, tecnologia e metodologia.

A determinação da causa e origem de um incêndio também é essencial para a coleção significativa dados estatísticos. Uma boa estatística é a base para os códigos, normas e formação de prevenções de incêndios.

Este documento foi projetado para estabelecer um marco de trabalho e orientações sistemáticas para investigar e analisar de forma eficaz as causas e

origens dos incêndios e explosões. Contém procedimentos específicos para ajudar na investigação de incêndios e explosões, que representam a opinião derivada do sistema de processamento e consenso da NFPA, que se for seguida pode melhorar a probabilidade de se chegar a conclusões firmes. Sem embargos, as mudanças realizadas sobre os procedimentos não são necessariamente erradas ou inferiores, porém necessitam de justificação.

O leitor deve compreender que neste documento a frase investigação de incêndios frequentemente utilizada se refere a investigação tanto de incêndios quanto de explosões.

Como cada incêndio ou explosão são de alguma maneira únicos e distintos de todos os demais, este documento não trata de abranger todos os componentes necessários para uma investigação ou análise a fundo de todos os casos.

Nem todas as partes deste documento são aplicáveis a cada incidente de incêndio ou explosão. É uma decisão dos investigadores (dependendo de suas responsabilidades, assim como o objeto e âmbito de sua investigação) aplicar a um acontecimento particular os procedimentos apropriados e recomendados por este guia.

Ademais, todos sabem que a escassez de tempo e recurso dos procedimentos aplicados, podem limitar a medida em que se recomenda aplicar a um caso dado neste documento. Portanto, este documento é pensado como um modelo que permita a prática e o avanço da investigação dos incêndios e explosões, ciência do fogo, tecnologia e metodologia.

### **1.3 Definições**

**1.3.1 Acidente.** Acontecimento imprevisto que as vezes causam danos e perdas que interrompem uma atividade. Acontecimento que surge por causas desconhecidas, acontecimento imprevisto devido a ignorância, falta de cuidado ou circunstância similar.

**1.3.2 Acelerador.** Agente geralmente um líquido inflamável que se usa para iniciar a aceleração e propagação de um incêndio.

**1.3.3 Arejamento.** Saída de fumaça e calor através das aberturas de um edifício.

**1.3.4 Ambiente.** Ambientes de pessoas ou coisas sobretudo quando nos referirmos as circunstâncias envoltas, como ar ambiente ou temperatura ambiente.

**1.3.5 Amperagem.** Corrente de amperes (A) que se pode transportar continuadamente em um condutor em condições de uso sem que se supere seu limite de temperatura.

**1.3.6 Ampere.** Unidade de corrente elétrica que equivale ao fluxo de um colombo por segundo. Um colombo se define como  $6,24 \times 10^{\text{*}}$  elétrons.

**1.3.7 Bolhas produzidas por carbonização.** Partes convexas de um material carbonizado separado por fissuras ou rachaduras que se formam na superfície carbonizada e que se apresenta em materiais como madeira, como resultado da pirólise ou combustão.

**1.3.8 Análise de falhas.** Exame lógico e sistemático de um elemento, componente, sistema, conjunto, estrutura ou edifício de seu lugar em um sistema, para identificar e analisar a probabilidade de causas e consequências de falhas possíveis e reais.

**1.3.9 Análise de incêndio.** Processo para determinar a origem, causa, desenvolvimento e responsabilidade assim como analisar as falhas de um incêndio e explosão.

**1.3.10\* Aprovado.** Aceitável pela autoridade competente.

**1.3.11 Arco.** Descarga elétrica luminosa de alta temperatura entre os condutores separados.

**1.3.12 Arco elétrico através de um material carbonizado.** Arco que se produz através de um material carbonizado (por ex.: o forro isolante de um cabo) que atua como médio semicondutor.

**1.3.13 Puxada.** Processo pelo qual se dirigem os gases e o ar puxado pelo fogo, ou execução da fumaça.

**1.3.14 Auto aquecimento.** Resultado de reações exotérmicas que se produzem espontaneamente em alguns materiais em determinadas condições, que liberam calor em quantidade suficiente para elevar a temperatura de um material.

**1.3.15 Back-draft.** Explosão produzida pela entrada repentina de ar (oxigênio) em um espaço fechado que contém produtos reaquecidos de uma combustão incompleta pois existia falta de oxigênio.

**1.3.16 Bleve.** Explosão dos vapores em expansão de um líquido em ebulição.

**1.3.17\* Aquecimento espontâneo.** Processo mediante um material aumenta de temperatura sem absorver calor em seus arredores.

**1.3.18\* Calor.** Forma de energia que se caracteriza pelas vibrações das moléculas, capazes de iniciar e manter mudanças químicas de seu estado.

**1.3.19\* Calor de Ignição.** Energia calorífica que se produz a ignição.

**1.3.20 Calor de radiação.** Energia calorífica transportada por ondas eletromagnéticas mais largas que as luminosas e mais curtas que as de rádio. O calor de radiação (radiação eletromagnética) aumenta a temperatura de qualquer substância capaz de absorver as radiações de todos os objetos maciços e opacos.

**1.3.21 Caloria.** Quantidade de calor necessário para elevar uma grama de água desde 15º C até 16º C. Uma caloria equivale a 4,18 joules e existem 252,15 calorias em uma unidade térmica britânica (Btu).

**1.3.22 Camada ao nível do teto.** Capa flutuante de gases e fumaças quentes produzidas por um incêndio em um recinto fechado.

**1.3.23 Camada superior.** Ver 1.3.22, Capa ao nível do teto.

**1.3.24 Carbonizado.** Material carbonizado que se tem queimado e apresenta um aspecto regenerado.

**1.3.25 Carga de fogo.** Quantidade total de elementos combustíveis que existem em um edifício, espaço ou zona de incêndio, incluídos os acabados e forrados interiormente, expressados em unidades de calor ou em peso equivalente a madeira.

**1.3.26 Causa.** Circunstância, condição ou atos que dão lugar a entrada em contato com o combustível, uma fonte de ignição e um comburente (como ar e oxigênio), com o resultado de um incêndio ou explosão.

**1.3.27 Causa de incêndio.** Ver 1.3.26, Causa.

**1.3.28 Causa imediata.** Causa que se produz diretamente um efeito sem intervenção de outra causa.

**1.3.29 Faíscas.** Pequenas partículas incandescentes.

**1.3.29.1 Faíscas elétricas.** Pequena partícula incandescente criada por um arco elétrico.

**1.3.30\* Ciência do fogo.** Conjunto de conhecimentos relacionados ao estudo do fogo e temas relacionados (tais como combustão, chama, produtos da combustão, liberação de calor, transferência de calor, química do fogo e as explosões, dinâmica do fogo e das explosões, termodinâmica, cinética, mecânica dos fluidos, segurança contra incêndios) e sua interação com as pessoas, edifícios e meio ambiente.

**1.3.31\* Código.** Um padrão que é uma extensa compilação de normas cobrindo uma ampla variedade de materiais que são adequados para sua opção, pela lei independente de outros códigos ou normas.

**1.3.32 Coluna térmica.** Ver 1.3.96, Fumaça.

**1.3.33 Combustível.** Substancia capaz de queimar geralmente no ar e em condições normais de temperatura e pressão ambiente, senão indica outra coisa. A combustão pode produzir comburentes e oxidantes distintos do oxigênio do ar como cloro, flúor ou produtos químicos cuja composição entre oxigênio. / Material que libera calor através de sua combustão.

**1.3.33.1 Combustível suscetível a primeira ignição.** Combustível suscetível de queimar primeiro que a causa da radiação térmica de uma chama ou vapor de um gás quente.

**1.3.34 Combustão incandescente ou sem chama.** Combustão de materiais sólidos sem produzir chama.

**1.3.35 Combustão limpa.** Marca deixada pelo fogo sobre uma superfície em que se tem queimado todo a fuligem.

**1.3.36 Combustão, produtos.** Ver 1.3.102, produtos da combustão.

**1.3.37 Combustão súbita generalizada (“flash over”).** Fase de transição de desenvolvimento de um incêndio em recinto fechado no qual as superfícies expostas

a radiação térmica alcançam a sua temperatura de ignição mais ou menos de forma simultânea, fazendo com que o fogo se generalize rapidamente por todo o recinto.

**1.3.38 Condensação de fumaça.** Resíduo condensado dos produtos gasosos e líquidos da combustão incompleta.

**1.3.39 Condução.** Transmissão de calor por contato direto com outro corpo ou dentro de um corpo.

**1.3.40 Conservação.** Aplicação do uso de medidas para evitar danos, mudanças e alterações ou deterioração.

**1.3.41 Convecção.** Transmissão de calor mediante circulação através de um meio como um líquido ou um gás.

**1.3.42 Corrente.** Fluxo de carga elétrica.

**1.3.43 Curto-circuito.** Conexão anormal de baixa resistência entre condutores normais de um circuito normal para um circuito cuja resistência é normalmente muito maior; esta situação produz muita intensidade porem não é uma sobrecarga.

**1.3.44 Curva de tempo.** Representação gráfica dos acontecimentos em um fogo, mostrados em ordem cronológica.

**1.3.45 Deflagração.** Reação de combustão em que a velocidade da frente de reação através de um combustível médio que não reagiu, é menor que a velocidade do som.

**1.3.46 Detecção.** (1) revelar a existência de um incêndio, sobretudo mediante um detector, a partir de um ou mais produtos da combustão como a fumaça, calor, partículas ionizadas, raios infravermelhos ou similar. (2) ato ou processo de descobrir e localizar um incêndio.

**1.3.47 Detonação.** Reação em que a velocidade de frente de uma reação através de um combustível médio que não reagiu, é igual ou superior a velocidade do som.

**1.3.48\* Dilatação térmica.** Incremento proporcional em longitude, volume ou área superficial de um corpo com o aumento de temperatura.

**1.3.49\* Dinâmica do fogo.** Estudo detalhado de como a química, a ciência do fogo e as disciplinas de engenharia mecânica de fluidos e transferência de calor, interagem para influir no comportamento do incêndio.

**1.3.50. Energia de ignição.** Quantidade de energia calorífica que se deve absorver de uma substância para se inflamar e queimar.

**1.3.51 Escassez de oxigênio.** Insuficiência de oxigênio para manter a combustão. (Ver também incêndio controlado pela ventilação).

**1.3.52\* Padrão.** Documento no qual sua maior parte contém instruções de cumprimento obrigatório somente quando utiliza a palavra deverá, e que está sendo de um modo geralmente adequado para referências obrigatórias por outros padrões ou códigos ou para a sua adaptação como lei. Pode-se encontrar disposições não obrigatórias em letra itálicas, pés de página ou apêndices que não devem ser considerados a parte dos requisitos dos padrões.

**1.3.53 Esfoliação (dimensionamento ou fratura térmica).** Produção de picadas ou rachaduras de concreto ou tijolo.

**1.3.54 Explosão.** Conversão instantânea da energia potencial (química ou mecânica) em energia cinética com a consequente produção de liberação de gases e pressão ou liberação de um gás que estava a pressão. Estes gases da pressão realizam um trabalho mecânico, como mover, mudar e empurrar os materiais em que se tem ao redor.

**1.3.54.1 Cratera de uma explosão.** Buraco criado no ponto de origem de uma explosão.

**1.3.54.2 Explosão com cratera.** Explosão cujo ponto de origem está perfeitamente localizado, como uma cratera.

**1.3.54.3 Explosão de baixa potência.** Explosão com um aumento lento de pressão ou de força, caracterizado por fragmentar a estrutura, edifício ou recipiente em que se produz, levando os pedaços a pequenas distâncias.

**1.3.54.4 Explosão de grande potência.** Subida rápida da pressão ou explosão de grande potência se caracteriza por fragmentar a estrutura, edifício ou recipiente em que se produz, lançando seus pedaços a uma grande distância.

**1.3.54.5 Explosão de fumaça.** Ver 1.3.40, Back-Draft.

**1.3.54.6 Explosão secundária.** Explosão que segue a uma explosão inicial e é consequência dela.

**1.3.55 Explosivo.** Mistura, composto químico ou dispositivo que funciona por explosão.

**1.3.55.1 Explosivo de baixa potência.** Explosivo cuja velocidade de reação é inferior a 1.000 m/s (3300 Ft/s).

**1.3.55.2 Explosivo de grande potência.** Material capaz de manter uma frente de reação que se move através de um material que se reage a uma velocidade igual ou superior a do som e em média (normalmente 1000 m/sec (3300 Ft/sec); material capaz de produzir uma detonação. (Ver também detonação).

**1.3.56 Espoliação.** Perda, destruição ou alteração material de um objeto ou documento que é prova ou possível prova de um procedimento legal, por parte de uma pessoa que é responsável pela sua preservação.

**1.3.57 Extinção.** Conjunto de todos os trabalhos realizados para extinguir o fogo desde o momento em que se foi detectado.

**1.3.58 Extinguir.** Fazer com que o fogo deixa de queimar.

**1.3.59 Cair** Ver 1.3.104, Propagação por gotejamento.

**1.3.60 Falha.** Distorção, soltura, deterioração ou outra circunstância similar de um elemento, componente, sistema, conjunto, estrutura ou edifício que dar lugar a um funcionamento insatisfatório da função para qual foi projetado.

**1.3.61 Falha de terreno.** Estado que provoca que a corrente se derive da viagem normal de um circuito, por exemplo (a) através do cabo da terra, (b) através de outros materiais condutores que não são parte do sistema elétrico (tubos de água ou de calefação, etc.), (c) através de uma pessoa, (d) através da combinação de qualquer dos elementos anteriores.

**1.3.62 Seta.** Marca deixada pelo fogo que apareceu nas seções de vigas estruturais de madeira queimadas.

**1.3.63 Fluxo calorífico.** Medida da velocidade de transmissão de calor a uma superfície, expressado em kilowatss/m<sup>2</sup>, kilojoules/m<sup>2</sup>.s ou Btu/Ft<sup>2</sup>.s

**1.3.64 Forense.** Legal; pertencente ou relativo aos tribunais.

**1.3.65 Frente das chamas.** A borda dos gases queimando procedentes de uma reação de combustão.

**1.3.66 Fogo.** Processo de oxidação rápida com produção de luz e calor de diferentes intensidades.

**1.3.66.1 Alargamento.** Incêndio que se propaga rapidamente através de um combustível difuso como pólvora, gás ou vapores de líquidos inflamáveis, sem que se produza um aumento perigoso de pressão.

**1.3.66.2 Incêndio de ventilação controlada.** Incêndio cuja velocidade de liberação de calor ou crescimento depende da quantidade de emissão de luz e fumaça.

**1.3.67 Fogo incandescente ou latente.** Combustão sem chama, normalmente com emissão de fumaça e luz.

**1.3.68 Gás.** Estado físico de uma substância que não tem forma, nem volume por si mesmo e que se expanda até tomar a forma e volume de um recipiente que o contém.

**1.3.69 Gás combustível.** Gás combustível, gás natural, gás manufaturado, gás liquefeito de petróleo (GLP) e similares, utilizados corriqueiramente para usos comerciais ou residenciais como aquecimento, refrigeração ou para cozinhar.

**1.3.70\* Guia.** Um documento cuja natureza é informativa ou de recomendações e que contém somente medidas de cunho não obrigatório. Pode conter frases de obrigação a ser utilizada, porém o documento não é adequado para sua adaptação em um corpo legislativo.

**1.3.71 Fuligem.** Partículas negras de carbono que se produzem em uma chama.

**1.3.72 Fumaça.** Produtos em suspensão no ar, derivados da combustão incompleta de gases, vapores, sólidos e aerossóis líquidos.

**1.3.73 Ignição.** Processo de iniciação de uma combustão auto suficiente.

**1.3.73.1 Autoignição.** Início de uma combustão pelo calor, sem a presença de faíscas nas chamas.

**1.3.73.2 Ignição espontânea.** Início da combustão de um material mediante uma reação interna, química ou biológica que produz calor suficiente para que o material queime. / Ignição resultante do próprio aquecimento.

**1.3.74 Incêndio dependente da combustão.** Incêndio cuja velocidade de liberação de calor e de crescimento dependem das características da combustão, sendo por sua quantidade e geometria e que dispõe de ar suficiente para a combustão.

**1.3.75\* Indicador de gases combustíveis.** Instrumento que toma amostras de ar e indica se existem vapores combustíveis.

**1.3.76 Inércia térmica.** Propriedades de um material que caracterizam a velocidade de aumento de temperatura superficial quando se expõe ao calor. A inercia térmica depende da condutividade do material ( $c$ ), sua densidade ( $d$ ) e sua capacidade calorífica ( $q$ ).

**1.3.77 Inflamável.** Capaz de queimar com a chama.

**1.3.78 Investigação de um incêndio.** Processo de determinar a origem, causa e desenvolvimento de um incêndio ou explosão.

**1.3.79 Isocarbonização.** Linhas de um diagrama que unem os pontos de igual profundidade de uma carbonização.

**1.3.80 Joule.** A medida de calor ( energia de trabalho) proferida pelo Si ( sistema internacional), existem 4,184 joules em uma caloria e 1055 joules em uma unidade térmica britânica (Btu). Um watss equivale a um joule/segundo. (ver também 1.3.124, Unidade térmica britânica, e 1.3.21 Caloria.)

**1.3.81 Kilowatts.** Medida da velocidade de liberação de energia.

**1.3.82 Limites de inflamabilidade.** Limites superior e inferior de concentração, a uma temperatura e pressão dadas de gases inflamáveis ou vapores de líquidos inflamáveis no ar, expressados em porcentagem por volume, entre os quais são capazes de queimar.

**1.3.83 Líquido.**

**1.3.83.1 Líquido combustível.** Líquido cujo ponto de inflamabilidade é igual ou superior a 37,8°C (100.º F). ( ver também líquido inflamável.)

**1.3.83.2 Líquido inflamável.** Líquido com ponto de inflamação igual ou superior a 37,8 °C ou (100° F) em prova realiza-se com ambiente fechado, que tem uma pressão de vapor a essa temperatura inferior a 40 Psi (2068 mmHg). (Ver também líquido combustível). / Líquido ou fase líquida de um material que é capaz de alimentar um fogo, incluindo um líquido inflamável, combustível líquido ou outro qualquer material que pode liquefazer e queimar.

**1.3.83.3 Ponto de inflamação de um líquido.** Temperatura mínima a que um líquido em determinadas condições de laboratório produz vapores a velocidades suficientes para sustentar uma chama produzida instantaneamente na superfície.

**1.3.84 Chama.** Parte luminosa dos gases ou vapores em uma combustão.

**1.3.84.1 Chama pré-misturada.** Chama em que o combustível e o comburente se misturam antes da combustão como de um laboratório ou uma cozinha de gás. A propagação da chama depende da interação entre os elementos (do ar e do combustível), meio de transporte e reação química.

**1.3.85 Chamas pelo teto.** Situação que aparece quando o combustível não queimado (pirolisado) do fogo de origem se tem acumulado na parte superior do teto em uma concentração suficiente (por exemplo, no mesmo ou acima do limite inferior de inflamabilidade) que entra em ignição e se queima; pode originar-se sem ignição e antes da ignição de outro combustível separados pela origem.

**1.3.86 Material explosivo.** Qualquer material que pode atuar como combustível em uma explosão.

**1.3.87 Material não combustível.** Material que, na sua forma e condições em que normalmente se usa, não se queima, inflama, mantendo na combustão a liberação de vapores inflamáveis quando somente se submete ao calor. Também se chama material incombustível (versão menos recomendada).

**1.3.88 Material que se queimou primeiro.** Combustível que queima primeiro devido ao calor de ignição; para que o final tenha significado, deve-se determinar o tipo e forma do material.

**1.3.89 Método científico.** Busca sistemática de conhecimentos que supõe o reconhecimento e formulação de um problema, a recomendação vem de dados observados e experimentos e a fórmula é um contraste de hipóteses.

**1.3.90 Movimento do fogo.** Ver 1.3.103, propagação do fogo.

**1.3.91 Não inflamável.** (1) que não queima facilmente com a chama. (2) que não é provável que queime quando se expõe a uma chama. Antônimo de inflamável.

**1.3.92 Ohm.** Unidade de resistência elétrica (R), que mede a resistência entre os pontos de um condutor com uma diferença de potencial constante de 1 volts, quando entre esses pontos passa uma corrente de 1 ampere.

**1.3.93 Onda expansiva de uma explosão.** O lado em expansão de uma reação por explosão que separa uma grande diferença de pressão ambiente de uma onda de alta pressão produzida na mesma ou atrás, potencialmente danosa.

**1.3.94 Origem.** Ver 1.3.94.1, Ponto de origem, ou 1.3.94.2, Zona de Origem.

**1.3.94.1 Ponto de origem.** Lugar físico e exato onde se tem entrado em contato com uma fonte de calor e combustível, dando lugar a um incêndio.

**1.3.94.2 Zona de origem.** A habitação da zona em que se tem deflagrado um incêndio. (Ver também ponto de origem).

**1.3.95 Perigo.** Qualquer conjunto de materiais e fontes de calor que pode causar danos, tais como feridas a pessoas ou ignição de combustíveis.

**1.3.96 Fumaça.** Coluna de gases quentes, chamas e fuligem que se elevam com o fogo. Também se chama coluna de convecção, mudança térmica ou coluna térmica.

**1.3.97 Pérola.** Gota de metal solidificado no extremo de um condutor elétrico, causada por um arco e caracterizado por uma fina linha de demarcação entre as superfícies fundidas e não fundidas do condutor.

**1.3.98 Pirólise.** Decomposição química de um composto em uma ou mais substâncias pelo calor; a pirólise procede geralmente a combustão.

**1.3.99\* Plástico.** Gama de materiais orgânicos ou sintéticos de alto peso molecular que se pode modelar com a pressão, calor, extrusão ou outros métodos, dando-lhes a forma desejada.

**1.3.100 Plásticos termo endurecidos.** Materiais plásticos endurecidos para tomar forma permanente durante o processo de fabricação e que geralmente não

voltam ao estado anterior quando aquecidos. Se estes plásticos se queimam, normalmente se carbonizam.

**1.3.101\* Prática recomendada.** Documento que é similar tanto em conteúdo como estrutura a um código de recomendações, porém que somente contém medidas não obrigatórias; se utiliza a palavra “deveria” para indicar recomendações ao longo do texto.

**1.3.102 Produtos da combustão.** Calor, gases, partículas sólidas e aerossóis líquidos que produzem a combustão.

**1.3.103 Propagação do fogo.** Movimento do fogo de um lugar para o outro.

**1.3.104 Propagação por gotas.** Propagação do fogo por gotas caídas de materiais que queimam.

**1.3.105\* Provocado.** Calefação do delito consistente em iniciar um incêndio ou explosão de modo culposo e intencionado ou por imprudência.

**1.3.106 Radiação.** Transmissão de calor mediante ondas eletromagnéticas.

**1.3.107 Categoria de inflamabilidade.** Categoria de concentração de um vapor ou gás de um líquido inflamável no ar, que se pode entrar em ignição.

**1.3.108 Relação de liberação de calor.** Ver 1.3.118, taxa de liberação de calor.

**1.3.109 Reanimado.** Reinício de uma combustão com chama depois que o fogo foi extinto ou mal apagado.

**1.3.110 Reconstrução do lugar do incêndio.** Processo de reproduzir as circunstâncias físicas durante a análise do lugar de um incêndio, limpando os resíduos e removendo a poeira que possa conter os elementos estruturais na posição que tinham antes do incêndio.

**1.3.111 Respiradouro.** Abertura para passar (ou dissipar) fluídos, tais como fumaça, vapores e similares.

**1.3.112 Responsabilidade.** Implicação de uma pessoa ou entidade no suceder da cadeia de acontecimentos que causaram o fogo ou a explosão, propagação do fogo, pessoas feridas, mortas ou danos a propriedade.

**1.3.113 Roll-Over.** Ver 1.3.85, Chamas pelo teto.

**1.3.114 Risco.** (1) Grau de perigo; possível dano que se pode produzir. (2) Probabilidade estatística ou estimativa quantitativa da frequência ou gravidade de feridos ou perdidos.

**1.3.115\* Sobrecarga.** Funcionamento de uma equipe acima do normal, a carga total, ou de um condutor acima de sua capacidade nominal que, se mantida durante um tempo suficiente, pode causar danos ou acontecimentos perigosos.

**1.3.116 Super Corrente ou super intensidade.** Corrente superior a nominal de uma equipe ou a capacidade de um condutor; pode produzir pela sobrecarga (ver 1.3.115), curto-circuito ou falha de colocação na terra.

**1.3.117 Superfície exposta.** Conjunto estrutural ou de um objeto que está diretamente exposto ao fogo.

**1.3.118\* Taxa de liberação de calor.** Velocidade a que se gera a energia calorífica pela combustão.

**1.3.119\* Temperatura.** Intensidade do calor sensível ao corpo, medida em termômetro ou aparato similar.

**1.3.119.1\* Temperatura absoluta.** Temperatura medida em graus Kelvin (K) ou graus Rankine (R). O zero absoluto é a menor temperatura possível, 0º K corresponde a -273ºC e 0º R equivale a 460 º F; 273ºK corresponde a 0ºC e 460 ºR corresponde a 0º F.

**1.3.119.2 Temperatura de autoignição.** A temperatura mais baixa a que o material combustível entra em ignição no ar sem faíscas ou chamas. / Temperatura mínima a que as propriedades de auto aquecimento de um material conduzem a ignição.

**1.3.119.3\* Temperatura de ignição.** Temperatura mínima que deve alcançar uma substância para começar a queimar em condições específicas de laboratório.

**1.3.119.4 Temperatura de ignição piloto.** Ver 1.3.119.3, Temperatura de ignição.

**1.3.119.5 Temperaturas efetivas do fogo.** Temperaturas identificadas e alcançadas nos fogos que refletem os efeitos físicos que podem associar-se a uma categoria específica de temperatura.

**1.3.120 Temperatura de ignição pilotada.** Ver 1.3.119.3, Temperatura de ignição.

**1.3.121 Termoplástico.** Material plástico que se amacia e funde quando se expõe ao calor e pode alcançar em um estado de fluidez.

**1.3.122 Tempo de ignição.** Tempo transcorrido entre as aplicações de uma fonte de ignição a um material e o início de uma combustão automanutenida.

**1.3.123 Tempo a prova de fogo de produtos acabados.** Tempo em minutos, estabelecidos em determinadas condições de laboratório em que um pilar ou viga m contato com a membrana protetora de um conjunto de combustível protegido, alcança um aumento de temperatura média de 121°C (250°F) ou um aumento de temperatura de 163° C ( 325°F), medida através da membrana protetora mais perto do fogo e do plano da madeira.

**1.3.124 Unida térmica britânica (Btu).** Quantidade de calor necessária para elevar 1°F a temperatura de uma libra de água, em condições ambientais de 1 atmosfera de pressão e 60°F de temperatura. Uma unidade térmica britânica equivale a 1055 joules, 1,055 Kilojoules e 252,15 calorias.

**1.3.125 Vapor.** Fase gasosa de uma substância que, normalmente é sólida ou líquida a pressão e temperatura normal. (ver também Gás).

**1.3.125.1 Densidade de vapor.** Relação entre o peso molecular médio de um volume dado de gás ou vapor e o peso molecular médio de um volume de igual área, a mesma temperatura e pressão.

**1.3.126 Vetor.** Seta utilizada nos planos do lugar de incêndio para dar a direção do calor, fumaça e chamas.

**1.3.127 Velocidade da combustão.** Ver 1.3.118 Taxa de liberação de calor.

**1.3.128 Ventilação.** (1) circulação de ar em qualquer região devido ao vento natural ou a convenção por ventiladores que extraem o ar de um edifício através de orifícios de ventilação. (2) operação de luta contra incêndios consistente em retirar a fumaça e o calor de um edifício, abrindo as janelas e portas fazendo aberturas em um espaço.

**1.3.129 Volts (V).** Unidade de pressão elétrica (força eletromotriz), representada pelo símbolo “E”. Um volt é a diferença do potencial necessário para que uma resistência de um Ohm em uma corrente de um ampere.

**1.3.130 Watts (W).** Unidade de potência, ou velocidade de trabalho. É igual a um jaule por segundo, ou a velocidade de trabalho representada pela corrente de um ampere baixo e o potencial de um volt.

**1.4\* Unidades de medida.** As unidades de medidas métricas desta norma estão de acordo com o sistema métrico modernizado conhecido como Sistema internacional de Unidades (SI). A unidade de litro não entra dentro do sistema SI pois o reconhecimento e se usa habitualmente um nível de proteção contra incêndios.

1 polegada. = 2,54 cm

1 pé = 0,3048 m

1 pé quadrado = 0,09290 in<sup>2</sup>

1 pé cúbico = 7,481 galões

1 pé cúbico = 0,02832 tri

1 galão USA = 3,785 litros

1 libra = 0,4536 kg

1 onça (peso) = 28,35 gramas

1 pé por segundo = 0,3048 metros por segundo

1 libra por pé cúbico = 16,02 kg/m'

1 galão por minuto = 0,06308 litros por segundo

1 atmosfera= pressão exercida por 760 milímetros de mercúrio de densidade normal a 0°C = 14,7 libras por polegada quadrada= 101,3 kilopascal.

1 unidade térmica britânica por segundo — 1,055 kilowatts 1 unidade térmica britânica = 1055 Joules

1 kilowatts = 0,949 unidades térmicas britânicas por segundo 1 polegada de coluna de água = 248,8 Pa = 0,036 psi

1 psi = 27,7 polegadas de coluna de água

## CAPITULO 2      METODOLOGIA BÁSICA

**2.1 Natureza objetiva das investigações de incêndio.** Uma investigação de incêndio e explosão é uma atividade completa, que envolve conhecimentos, tecnologia e ciência. A compilação de dados sobre os eixos e análises desses eixos, se devem levar em conta a maneira objetiva. A metodologia básica de uma investigação de incêndio deve se basear no uso de um enfoque sistemático e de uma atenção a todos os detalhes de importância. O uso do enfoque sistemático descobrirá em minúcias novos sentidos ao se analisar, que podem requerer reconsideração das conclusões anteriores. Com poucas exceções, a metodologia adequada para a investigação do fogo e explosão implica em primeiro determinar e estabelecer a (as) origem(s), logo investigando a causa: circunstância, condição ou meios que tem reunido na frente inicial de energia, de combustível e oxidante.

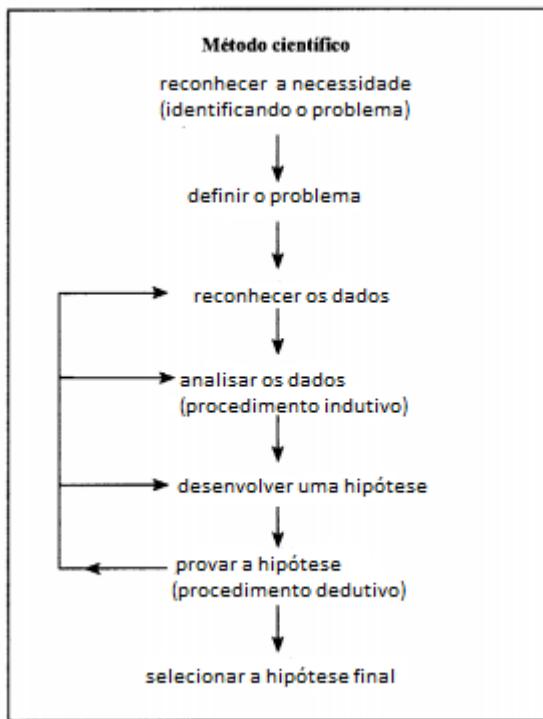
**2.2 Enfoque sistemático.** O enfoque sistemático recomendado é o do método científico, que se aplica as ciências exatas. Este método oferece os processos organizacionais e analíticos que são tão importantes e necessários em uma boa investigação de incêndio.

**2.3 Relação entre a investigação de um incêndio e o método científico.** O método científico (ver figura 23) é um princípio de investigação que integra a base dos autênticos processos científicos e de engenharia, entre eles a investigação de acidentes de incêndio. Se aplica utilizando os seguintes passos.

**2.3.1 Reconhecer a necessidade.** Primeiro se deve estabelecer se existe um problema. Neste caso, se tem produzido um incêndio ou explosão e se deverá estabelecer e classificar as causas para poder evitar futuros acidentes similares.

**2.3.2 Definir o problema.** Uma vez estabelecido que existe um problema, o investigador ou analista deverá definir de que maneira se pode resolver. Em nosso caso, tem que realizar uma investigação adequada de sua origem e causa. Isto se faz examinando os locais de fogos e mediante a combinação de outros métodos de reconhecer os dados, tais como a revisão da investigação realizadas anteriormente ao acidente, a entrevista de conhecidos e outras pessoas que tenham conhecimento do local e dos resultados das provas científicas.

**Figura 2.3 Uso do método científico.**



**2.3.3 Reconhecimento dos dados.** Então nesse momento o reconhecimento dos dados do incidente. Isso se faz mediante a observação. A experimentação e outros sistemas de reconhecimento dos dados. Isso se chama dados empíricos pois se baseiam na observação ou experiência e se pode verificar.

**2.3.4 Análise dos dados.** (Racionamento indutivo). Toda a informação reconhecida e observada se analisa mediante um racional indutivo processo mediante o qual se examina com atenção todo o conjunto de dados empíricos reconhecidos, a luz dos conhecimento, formação e experiência do investigador. Nesta análise se deve incluir a formação subjetiva ou especulativa, sem somente os eixos que se pode demonstrar claramente mediante a observação e experimentação.

**2.3.5 Plantar hipóteses.** Baseado na análise dos dados, o investigador deve plantar umas hipóteses ou grupo de hipóteses que expliquem a origem e causa dos acidentes de incêndio ou explosão. Essas hipóteses se deve basear unicamente em dados empíricos que o investigador tenha conhecimento.

**2.3.6 Contrastar as hipóteses (racionamento dedutivo).** O investigador não uma hipótese verdadeiramente contratável e que pode superar a prova de uma análise minuciosa e séria. Isso se faz aplicando o princípio da razão dedutiva, mediante o qual o investigador compara suas hipóteses com todos as outras conhecidas. Esta prova das hipóteses pode ser cognitiva ou experimental. Se as hipóteses não puderem ser comprovadas mediante a razão dedutiva, se deve desenhar como não demonstrar e contrastar outra hipótese mais adequada. Esta prova pode incluir o reconhecimento de novos dados ou de uma nova análise dos dados existentes. Este processo deve continuar até que se comprove todas as hipóteses factíveis. De outro modo se deve classificar a causa do incêndio como desconhecida.

**2.3.7 Presunção da causa.** Até quando não se tenha reconhecido os dados, não se pode formar razão ou considerar as hipóteses específicas. Todos os incêndios, sem exceção, deveriam ser investigados sem nenhuma suposição prévia.

**2.4 Método básico para investigar um incêndio.** A aplicação do método científico a investigação da maioria dos incêndios e explosões deve supor cinco passos importantes, desde o início da investigação até a análise final.

**2.4.1 Receber o trabalho.** Se deve notificar o investigador do incidente, decidindo qual vai ser seu papel e o que ele deverá fazer. Por exemplo, o investigador deverá saber se espera que se determine a origem, a causa e a responsabilidade; produzir um informe escrito ou oral, preparar um perito criminal ou civil; fazer recomendações de imposição de normas, promulgação de códigos ou mudanças; fazer sugestões aos fabricantes, associações industriais ou atuação de agências governamentais, ou determinar outro resultado.

**2.4.2 Preparar a investigação.** O investigador deve fazer uma soma de forças e recursos e planejar a execução da investigação. O planejamento prévio neste momento é importante para dar maior eficiência e possibilidades de êxito de toda a investigação. Mensurar equipamentos e ferramentas e pessoal (tanto operários como peritos) serão necessários para ser mais produtiva e fácil a investigação inicial da cena, assim como os subsequentes exames e análises da investigação.

**2.4.3 Realização da investigação.** O investigador deve examinar a cena e coletar dados importantes necessária para a análise. A pesquisa pode ter e incluir diferentes etapas e procedimentos, e será determinada de acordo com o objeto personalizado de pesquisa. Estas medidas e procedimentos torna descrito em detalhes neste documento. É típico da investigação sobre incêndio ou uma explosão poderá incluir todos ou muitos dos seguintes aspectos: o local de inspeção os fatos; documentação de uma cena de crime de fotografias e diagramas; documentação, reconhecimento e preservação de provas; testemunhar entrevistas; revisão, análise outras investigações; e identificação e coleta de dados ou informação apropriada a partir de outras fontes. Durante a fase desta pesquisa é necessário quando os dados foram coletados para a análise da incidência.

**2.4.4 Recolher e guardar as provas.** Você tem que saber a evidência física e suas importâncias, devidamente coletar e dar-lhes armazenadas para testes mais tarde e avaliação ou presenciar para a análise da incidência.

**2.4.5 Analisar o incidente.** Todos os dados coletados serão disponíveis e deve ser analisada com base nos princípios científicos. Deve descrever a cena ou a análise de falhas, explicando a origem, causa, propagação do fogo, e da responsabilidade da incidência. As conclusões devem ser elaboradas de acordo com os princípios expressos neste guia.

**2.5 Procedimento para a elaboração de relatórios.** Este procedimento pode incluir muitos relatos orais ou escritos, de acordo com a responsabilidade da ação específica do pesquisador. A informação relevante deve ser exibida em um fórum de discussão apropriada forma de ajuda para a prevenção de sua recorrência.

## CAPITULO 3 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA CIÊNCIA DO FOGO

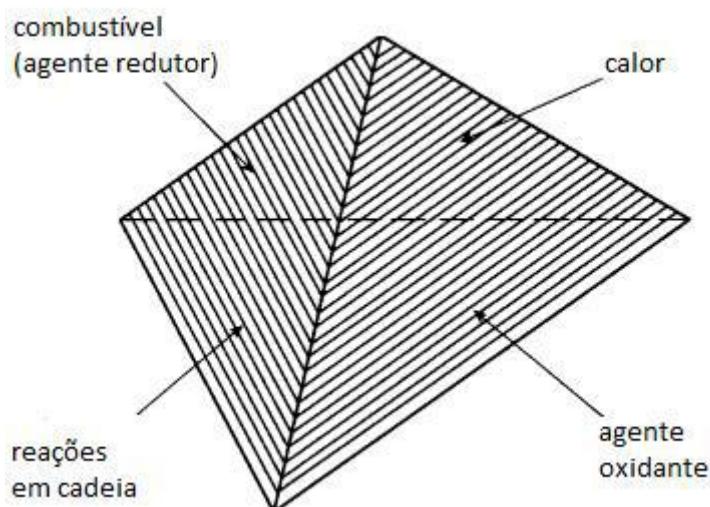
**3.1 Química da combustão.** O investigador de incêndios deve ter conhecimento básico dos princípios da ignição e combustão e ser capaz de aplicar para obter ajuda com a interpretação destes testes na cena e que estabelecem a origem conclusões aparentes e causa do incêndio.

O corpo de conhecimento que abrange a combustão e fogo, poderia muito bem levar vários livros. A discussão apresentada nesta seção deve ser considerada

como uma introdução. O usuário deste guia é recomendado a, por mais que seja detalhada, consulte documentação técnica.

**3.1.1 O tetraedro do fogo.** A reação de combustão pode ser caracterizada por quatro componentes: combustível, agente oxidante, calor e reação química auto mantida. Esses quatro componentes são categoricamente simbolizados por sólidos, chamados de quatro cantos do tetraedro (Figura 3.1.1). Incêndios podem ser evitados através do controle ou supressão ou eliminação de uma ou mais das fases do tetraedro.

**Figura 3.1.1 Tetraedro do fogo**



**3.1.1.1 Combustível.** Um combustível é qualquer substância que pode ocorrer a combustão. Muitos combustíveis são orgânicos e contém combinação de carbono e hidrogênio e oxigênio por mais que sejam proporções variáveis. Em alguns casos existem nitrogênio. Exemplos incluem a madeira, plásticos, gasolina álcool e gás natural. Combustíveis inorgânicos contêm carbono. Estes são os metais inflamáveis tais como magnésio ou sódio. Toda a matéria pode existir em uma de três fases: sólido, líquido ou gasoso. A fase em que não é um desses materiais depende da pressão e da temperatura e pode variar se as condições variam. Se há frio suficiente, por exemplo, a partir de dióxido carbono pode gerar ser sólido (gelo seco). Material de fase normal é aquele em que é apresentado em condições normais de temperatura ( $21^{\circ}\text{C}$  ou  $70^{\circ}\text{F}$ ) e pressão de 14,7 psi , 101,6 kPa ou 1 atmosfera ) ao nível do mar.

A combustão de um combustível sólido ou líquido ocorre sobre a referida superfície. O calor pode advir das condições ambientais, presença de uma fonte de ignição, exposição ou um incêndio declarado. A aplicação de calor liberado faz com que os vapores de combustível ou produtos de combustão vão para a atmosfera, onde eles podem se inflamar quando misturados com o ar e se não houver uma fonte adequada de ignição ou se atingir temperatura de autoignição do combustível. Na ignição, consulte a seção 3.3.

Alguns materiais sólidos podem ser submetidos a uma reação de carbonização, quando o oxigênio reage diretamente como companheiro. A carbonização pode ser a fase inicial ou final de combustível. Às vezes, apenas carbonização ardente; em outras ocasiões, de forma contínua, de modo que passe a causar um incidente.

Os combustíveis gasosos não requerem que os vapores se misturem na pirólise ou antes da combustão. É necessário somente a mistura ar e combustível e a presença de uma fonte de ignição.

A forma de um combustível sólido ou líquido é fator importante em sua ignição e na velocidade da combustão. Por exemplo, muita serragem queima muito mais fácil e mais rápido do que um bloco de madeira. Alguns líquidos inflamáveis, tais como diesel, não queimam facilmente em um depósito, mas pode queimar rapidamente sendo um fino spray ou névoa.

Para efeitos do presente capítulo, o termo é usado para descrever os vapores de combustível, ao invés de sólidos.

**3.1.1.2 \* Agente Oxidante.** Na maioria dos incêndios, o agente oxidante é o oxigénio da atmosfera da Terra. Ele pode causar um incêndio, na ausência de oxigénio atmosférico, se combustíveis são misturados com oxidantes químicos. Muitos oxidantes que contenham substâncias químicas que facilmente liberam oxigênio. Por exemplo, nitrato de amônio utilizado como um fertilizante ( $\text{NH}_4\text{O}_3$ ), o nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e de peróxido de hidrogénio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

O ar normalmente contém 21% de oxigênio. Nas atmosferas ricas em oxigênio, como as áreas onde o oxigênio é utilizado em câmaras hiperbáricas médicas ou de mergulho, a combustão é muito acelerada. Os materiais à prova de fogo ou lentes queimam no ar vivamente, quando não oxigenado. A combustão pode

ser iniciada em atmosferas que contém muito pouco proporção de oxigénio já que o combustível vem envolvido. Com aumento da temperatura ambiente, reduz-se a necessidade de oxigênio. Enquanto combustão de uma chama pode ocorrer em concentrações de apenas 14-16% de oxigênio no ar à temperatura ambiente de 21 ° C (70 ° F), flamejante combustão, a temperaturas acima da combustão flash over pode continuar mesmo se a concentração de oxigénio se aproxima a 0- 100. Além disso, a combustão chama, uma vez iniciada, pode continuar com pouco oxigênio ao redor, mesmo se você tiver uma temperatura relativamente inferior. Quanto mais elevada for a temperatura ambiente, menos é necessário oxigênio. Então, o que é de madeira pode e outros materiais continuam a queimar ao consumir em uma habitação fechada com pouco oxigênio. Os combustíveis que são envolvidos numa camada de produtos de combustão quente, sem oxigênio e em cima de uma habitação, podem consumir também.

Note-se que certos gases podem formar diferentes atmosferas de ar ou oxigênio de misturas inflamáveis. Por exemplo, uma mistura de hidrogénio e cloro gasoso.

Para que a combustão atinja um lugar, o vapor de gás combustível e oxidante tem de ser misturado na relação apropriada. Para sólidos e líquidos, vapores os produtos da pirólise são dispersados da superfície do combustível e misturado com o ar. Com o aumento da distância da fonte de combustível, reduzindo a concentração de vapor de abelhas e produtos da pirólise. Esta concentração de gás no mesmo processo diminui com o aumento da distância a partir da fonte de ignição.

O combustível é queimado apenas quando a relação de ar / combustível cai dentro de certos limites, conhecidos como limites de inflamabilidade (Explosivo). Onde há combustíveis para homem que são misturas inflamáveis com o ar, há uma concentração mínima de vapor no ar, abaixo do qual não se propaga a chama. Isto é chamado o limite inferior de inflamabilidade. Há também uma concentração elevada, acima do qual a chama não se espalhou, chamado limite superior de inflamabilidade. Estes limites são geralmente expressos em percentagem do vapor ou gás no ar.

Estes limites de inflamabilidade são geralmente corrigidos para uma temperatura de 0°C (32° F) e uma pressão de uma atmosfera. Os aumentos de temperatura e pressão fazem reduzir os limites inferiores de inflamabilidade,

possivelmente inferior a 1% e aumentar os limites superior de inflamabilidade. Estes limites superiores podem ser, para alguns combustíveis a alta temperatura perto de 100%. Uma diminuição na temperatura e pressão terá o efeito oposto, quando os valores dos limites de inflamabilidade encontrados em textos são utilizados técnico, faça-o com cuidado. Os valores acima mencionados são muitas vezes baseados em um único conjunto de experiências não necessariamente cumprem as condições que são na prática.

Existe uma margem entre o limite inferior de inflamabilidade e a margem superior chamado de inflamabilidade (ou explosivo). Por exemplo, o limite inferior de inflamabilidade dos combustíveis de pressão e temperatura normal, é de 1,4% maior do que 7,6%. Todas as concentrações entre 1,4 e 7,6% de volumes que constitui a margem Inflamabilidade é igual a todos os outros fatores. Quanto maior o intervalo de inflamabilidade, maior é a probabilidade de que a mistura em contato com uma fonte de ignição e, portanto, maior o perigo de combustível acetileno, com margem de 2,5 severidade entre 100% de hidrogênio, com um intervalo entre 4 e 75% são considerados muito perigosos e é muito provável pegar fogo quando lançado.

Cada mistura de ar / combustível tem um ponto ideal em que a combustão é mais eficaz. Isto ocorre no ponto em que os químicos chamam relação estequiométrica. Quando a quantidade de ar que é equilibrado com o combustível (isto é, quando, depois da combustão do combustível não é, e também nem de ar), a combustão é chamada estequiométrica. Isto raramente ocorre em incêndios, exceto em certos gases (ver Capítulo 18).

Incêndios se produzem normalmente ou com excesso de ar ou excesso de combustível. Se o excesso de ar, considera-se que o fogo dependa de combustível. Quando há mais combustível do que o ar, o que muitas vezes ocorre em incêndios e espaços grandes e em espaços fechados ou os dois, considerou-se que o fogo dependeu da ventilação.

Num fogo fechado que, certas vezes depende do combustível, a combustão realiza-se dentro do local e os produtos de combustão são em grande parte o mesmo, da mesma forma como se o material queimado fosse ao ar livre. Em uma lareira fechada, dependendo da ventilação, a combustão de dentro será incompleta.

A velocidade de combustão é limitada pela quantidade de ar que entra no local ou ambiente. Isto irá fazer com que o combustível não queimado e outros produtos de combustão incompleta deixando os gases partir imediatamente através de uma janela ou na área onde haja suficiente oxigênio, pois vai queimar acima da sua temperatura de ignição. Se você vai para uma área onde o fogo ocorreu na atmosfera, provavelmente contém menos oxigênio, como uma espessa camada de fumaça em uma habitação adjacente. Os fogos e a ventilação dependendo podem produzir grandes quantidades de monóxido de carbono.

Se os gases partem imediatamente através de uma janela ou na área onde haja oxigênio suficiente, vai queimar se eles estão acima de sua temperatura de ignição. Se você vai para uma área onde o fogo fez com que a atmosfera ficasse com menos oxigênio, como uma espessa camada de fumaça em uma sala ao lado, é provável que cesse a propagação da chama nessa direção, embora o gás pode estar quente o suficiente para provocar a carbonização e danos causados pelo calor.

**3.1.1.3 Calor.** A face do tetraedro correspondente ao calor representa a energia calorífica acima da mínima necessária para libertar os vapores e provocar a inflamação. Calor é tipicamente definido em termos de intensidade, rapidez, aquecimento (Btu / s ou kilowatts) ou calorífica total de energia produzido por um tempo ( Btu ou kJ ) . Em caso de incêndio, o calor produz vapores causando ignição e favorecendo o desenvolvimento de um incêndio e propagação das chamas para manter um ciclo contínuo de produção e a ignição do combustível.

**3.1.1.4 Reação Química auto mantida.** A combustão é um complexo e um conjunto de reações químicas que produzem rápida oxidação de um combustível, resultando em calor, luz e subprodutos químicos vermelhos. Oxidação lenta, tal como em metais ou amarelecimento de papel de jornal, produz tão pouco calor que não resulta em combustão. Combustão de auto manutenção da série ocorre quando o calor, a partir de uma reação exotérmica é irradiada de volta para os vapores de combustível produzidos e causa inflamação na ausência da fonte original de ignição. Para uma explicação mais detalhada da ignição, veja a seção 3.3 .

A combustão de sólidos pode ocorrer por dois mecanismos: as chamas e as brasas. A combustão da chama tem lugar na fase gasosa ou de vapor de combustível. Em combustíveis sólidos e líquidos, esta fase ocorre acima da sua

superfície. A combustão ou brasas latentes passam por um fenômeno de superfície, com a queima de combustíveis sólidos, que produz menos calor e liberação e não produz chama visível. Os carvões nos incêndios muitas vezes passam por transição para a combustão de fogo, uma vez que energia total produzida ocorre se uma corrente de ar suficiente que melhore a combustão.

**3.2 Transmissão de calor.** A transmissão do calor é um fator importante que afeta a ignição do fogo, desenvolvimento, propagação, redução (redução de energia liberada) e extinção. A transmissão de calor também é responsável por grande parte da prova física usada por pesquisadores ao tentar determinar a origem e a causa da lata de fogo.

É importante distinguir calor e temperatura. A temperatura é uma medida que exprime o grau de atividade molecular de um material em relação a um ponto de referência, tal como o congelamento da água. A energia térmica é necessária para manter ou variar a temperatura de um objeto. Ao transmitir a energia calorífica a um objeto, sua temperatura aumenta. Quando esse objeto transmite calor a sua temperatura diminui.

O calor é sempre transferido a partir de um corpo em altas temperaturas para outro de temperatura baixa. O MIDC transmissão de calor em ter- menos, a quantidade de energia por unidade de tempo (ou kilo-Btu é Watts). Quanto maior for a diferença de temperatura entre os objetos, mais energia é transferida por unidade de tempo e maior representa a taxa de transmissão de calor. A temperatura pode se comparar com a pressão de uma mangueira de incêndio e transmissão de calor. A temperatura pode ser comparada com a pressão de uma mangueira de incêndio e a transmissão de calor ou de energia, a água sai em litros por minuto.

A transferência de calor ocorre através de três mecanismos: condução, convecção e radiação. Todos os três têm um papel na investigação de um incêndio, por isso, é necessário saber cada um.

**3.2.1 Condução.** É a forma de transmissão de calor nos sólidos. Ocorre quando uma porção de aquecimento entra em contato com o objeto. A energia é transferida a partir da zona quente, a uma velocidade que depende da diferença de temperatura e as propriedades físicas do material. Estas propriedades são a sua condutividade térmica ( c ) , a densidade ( d ) e da camada de capacidade calorífica (

$Q$  ). A capacidade de calor (calor específica) de um material é a medida da quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma unidade de massa de 1 grau, sob condições específico (  $J / kg K$  ,  $Btu/lb- ^\circ F$  ) .

Se a condutividade térmica ( $c$ ) é alta, a velocidade de transmissão de calor através do material também será. Se outras propriedades (  $c$  e  $q$  ) são iguais , os materiais de maior densidade ( $d$  ) mandam as taxas de calor mais rápidas ( $c$ ) dos que os de menor densidade . Para isso, materiais de baixa densidade são bons isolantes e o mesmo modo, os materiais com alta capacidade de calor ( $q$  ) requerem mais energia para elevar sua temperatura para a baixa capacidade de calor.

Em geral, a transferência de calor por condução é medida entre dois pontos, sendo a fonte de energia sempre em temperatura constante. Em outro ponto, a temperatura atinge um aumento constante, inferior ao do valor de origem. Isto é o que se conhece como estável. Quando o estado estacionário é atingido, o predomínio do fator de transmissão de calor é a condutividade térmica ( $c$  ) . Nas fases de desenvolvimento de um incêndio, a temperatura varia constantemente, produzindo mudanças na velocidade na transferência de calor. Durante este período, as três características da condutividade térmica (  $c$  ) , a densidade (  $d$  ) , e o calor de capacidade calorífica ( $q$ ), tem papel desempenhado . Juntas, essas três propriedades são referidas como massa térmica do material. Veja tabela 3.2.1 as propriedades térmicas de um determinado coletadas materiais.

**Tabela 3.2.1 Propriedades térmicas de determinados materiais.**

Material	Condutividade térmica ( $c$ ) (W/m-K)	Densidade ( $d$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	Capacidade calorífica ( $q$ ) (J/kg-K)
Cobre	387	8940	380
Concreto	0.8-1.4	1900-2300	880
Gesso	0.48	1440	840
Carvalho	0.17	800	2380
Pino (amarelo)	0.14	640	2850
Polietileno	0.35	940	1900
Poliestireno (rígido)	0.11	1100	1200
Poricloreto de Vinila	0.16	1400	1050
Poliuretano*	0.034	20	1400

\* Valores típicos (variaram segundo as propriedades).

Fonte: Drysdal, Introdução a dinâmica ciclo do fogo, p. 36.

O impacto da inércia térmica do aumento da temperatura em um espaço ou em materiais que estão na mesma, não é comum durante toda a duração de um incêndio. Pode ser que, como os materiais existentes atingem uma temperatura constante, os efeitos da densidade ( $d$ ) e capacidade calorífica ( $q$ ) são negligenciáveis em comparação com a condutibilidade térmica. Assim, a inércia térmica do material é mais importante no iniciação e fases subsequentes de um incêndio (antes da combustão generalizada) repentina.

Como afeta a sua superfície, a condução de calor a um material é um aspecto importante e a inércia térmica é um fator importante na velocidade com o aumento da temperatura da estrutura da superfície. Quanto mais baixa for a massa térmica do material, mais rápida aumenta sua temperatura superficial. A condução é também um mecanismo de propagação do fogo. Conhecido por meio de uma parede ao longo de um tubo de feixe ou metal, este pode provocar a ignição do combustível que se encontra em contato com estes metais. A condução através de acessórios metálicos como pregos, parafusos ou placas de moluscos podem produzir propagação de incêndio ou a queda de um prédio.

**3.2.2 Convecção.** A convecção é a transferência de energia calorífica pelo movimento de líquidos ou gases quentes a partir da fonte de calor para um ambiente frio.

O calor é transferido por convecção para uma vela e quando gases quentes passam sobre superfícies mais frias. A velocidade de transmissão de calor para um sólido depende da diferença (temperatura, a área da superfície exposta dos gases quentes e a velocidade desses gases, velocidade do gás superior) sendo maior a transmissão por convecção. Tocar com chamas implica em convecção e transferência de calor.

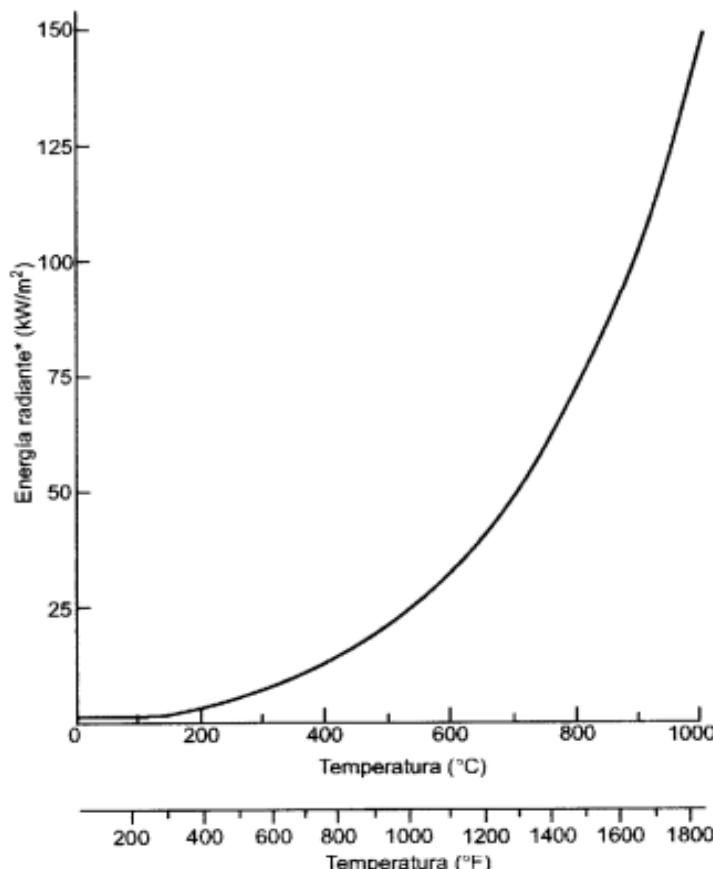
Nos estágios iniciais de um incêndio, as peças de convecção exercem um papel importante na passagem dos gases quentes a partir do local de fogo no topo da habitação de origem e através do edifício. Como a temperatura do ambiente sobe quando se aproxima o flash over, a convecção contínua, mas a importância de radiação aumenta rapidamente e se torna o mecanismo dominante de transmissão de calor. Para uma explicação sobre o desenvolvimento de flash over, veja 3-5.3.2

Combustão generalizada. Induz após a combustão geral, a convecção pode ser um mecanismo importante na propagação de fumaça, gases quentes e sem combustíveis através de um edifício em chamas. Isso pode levar a se espalhar fogo ou produtos tóxicos ou perigosos de combustão para outras áreas remotas.

**3.2.3 Radiação.** A radiação é a transferência de energia de calorimetrias de uma superfície quente para outra mais fria por ondas eletromagnéticas, sem que haja uma média entre os dois. Por exemplo, a energia de calor do Sol para a Terra irradia através do espaço vazio. A energia radiante pode ser transmitida apenas online em linha reta e é reduzido ou bloqueado, se existem materiais que impedem. Estes materiais não necessariamente prejudicam todo o calor radiante. Por exemplo , alguns tipos de cristais pode reduzir.

A velocidade de transmissão de calor radiante depende muito como a quarta potência da diferença de temperatura absoluta entre o radiador e o objeto frio. A elevada temperatura, um pequeno aumento a diferença de temperatura provoca um grande aumento da transmissão de calor radiante. Se observarem os dados de temperatura absoluta do objeto mais quente, sem palhetas dos mais frio, os aumentos de radiação serão 16 vezes maiores. (Veja a Figura 3-2,3). A taxa de transmissão de calor também é afetada pela distância entre o radiador e o corpo frio. Aumentar a distância, a quantidade de energia incidente e a quantidade da superfície diminui em proporção, tanto para o tamanho da fonte de radiação, quanto da distância para ele.

**Figura 3.2.3 Relação entre radiação e temperatura**



**3.3 \* Ignição.** Para queimar, a maioria dos materiais devem estar em estado gasoso ou de vapor. Muitos poucos materiais podem queimar diretamente de fogo sólidos, exemplo são algumas formas de carbono e magnésio. Estes gases e vapores devem estar presente na atmosfera em quantidades suficientes para formar uma mistura inflamável. Os líquidos com ponto de ebulição mais baixo à temperatura ambiente, não necessitam de calor adicional para produzir uma mistura inflamável. Os vapores produzidos pelos ácidos mostram-se elevados a sua temperatura de ignição. O tempo e energia necessária para que a ignição ocorra, são a energia da fonte de ignição, a inércia térmica (  $c$  ,  $d$  ,  $q$  ) do combustível , e a energia mínima necessária para que a ignição o combustível e a sua geometria . Para que o combustível chegue a sua temperatura de ignição, a taxa de transferência de calor para a mesma tem de ser maior do que a soma das perdas de condução , convecção , radiação , e a energia associada a mudanças de fase ( tal como o calor de vaporização ) , e a energia associada com as alterações químicas ( tais como a pirólise ) . Em muitos casos , as alterações químicas do combustível durante o aquecimento também pode ocorrer antes da combustão com calor ( reação

exotérmica). Se o combustível for passando para atingir a sua temperatura de ignição, a própria fonte de calor deve ter uma temperatura mais elevada do que a temperatura de ignição do combustível com. Ignição espontânea é uma exceção.

A Tabela 3.3 contém a temperatura de certas fontes de ignição. Alguns materiais, tais como charutos, móveis, serragem e celulose, poroso ou vazamento permitem estes materiais serem queimados na combustão na fase sólida, como incandescente conhecida ou sem combustão chama. Este modo de fumaça sem combustão chama, tem como principal fonte de calor a oxidação de carvão. Combustão sem chama é perigoso, porque produz componentes tóxicos de chamas de combustão por unidade de massa queimada, e provenientes de uma chama de combustão, oportunidade com uma fonte muito fraca para produzir as chamadas chamas diretamente do calor.

**Tabela 3.3. Temperatura de determinadas fontes de ignição e faíscas**

	Temperatura	
	°F	°C
Chamas		
Benzeno	1690	920
Gasolina'	1879	1026
JP-4b	1700	927
Querosene'	1814	990
Metanol'	2190	1200
Madeira	1880	1027
Brasas'		
Cigarro (esmagado)	1520-1670	830-910
Cigarro (queimado)	930-1300	500-700
Centelha mecânica'		
Ferramenta de aço	2550	1400
De cuproníquel	570	300

De Drysdale, Introducción a la Dinámica del Fuego.

Às vezes o termo latente é usado inadequadamente para descrever uma resposta sem chama de combustível sólido para um fluxo de calor externo. Os combustíveis sólidos tais como a madeira, quando submetidas ao fluxo de calor suficiente irá degradar, gaseificarão e serão vapor. É normalmente pouca ou nenhuma oxidação é envolvida neste processo de gaseificação, e por isso, é

endotérmico. Pirólise forçada mais apropriadamente chamado ao invés de combustão sem chama.

**3.3.1 Ignição dos combustíveis sólidos.** Para o combustíveis sólidos queimar com chama, a substância deve ser fundida e vaporizadas ( como termoplásticos ) ou pirolisados em gases vapores (tais como a madeira ou plástico termo endurecidos ) em ambas exemplos deve ser fornecido para o combustível de energia para que se generalize os vapores.

Os materiais de alta densidade e do mesmo género ( madeira , plástico ) são condutores de alimentação a partir da área da fonte de ignição, mais rapidamente do que os de baixa densidade , que funcionam como isolante e conservam mais energia na sua superfície . Por exemplo, dada a mesma fonte de ignição, carvalho leva mais tempo para queimar o pinho macio. Além disso, a baixa densidade da espuma de plástico arde mais rapidamente que o plástico de alta densidade.

A superfície de um corpo de um determinado peso (superfície/massa) afeta também a quantidade de energia necessária para a ignição. É relativamente fácil de fazer queimar um quilo de aparas de pinho com um fósforo, embora seja pouco provável que o mesmo jogo com um bloco de madeira para queimar um quilo.

Os cantos de materiais combustíveis queimam mais fácil do que superfícies planas, precisamente por causa da relação superfície / massa maior. Tabela 3-3,1 mostra determinados ponto de ignição de diferentes madeiras submetidas a diferentes temperaturas coletadas.

A tabela 3.3.1 deve ser usada com cautela, já que os tempos e temperaturas indicados são de ignição da chama piloto. Estes dados estão na temperatura do mar de tal modo que a primeira peça de vestuário peça a ausência de uns vapores de chama piloto que requer combustão do primeiro elemento a ser aquecida para a sua temperatura de autoignição. Em "Introdução à dinâmica do fogo" (Douglas Drysdale) relata duas temperaturas de autoignição ou ignição espontânea de madeira , eles são o calor radiante, 600° C ( 11.12 ° F), e calor quente por condução , 490° C (914° F).

Por ignição espontânea provocada entende-se como um resultado da transferência de calor radiante, onde os voláteis são libertados a partir da superfície que deve estar suficientemente quente para produzir uma mistura inflamável acima

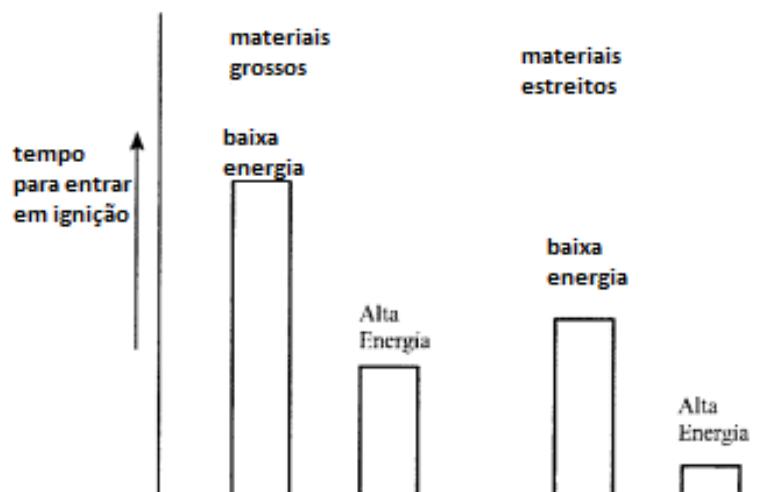
da sua temperatura de autoignição, quando misturados com o ar, a uma temperatura mais baixa. Além disso, com o calor por convecção, o ar já está a uma temperatura elevada e os componentes voláteis não precisam mais estar quente.

Figura 3-3,1 (a) a relação entre energia e tempo de ignição para diferentes materiais finos e grossos. Expostos a sua temperatura de ignição, estes vêm a queimar mais rapidamente do que sua forma grosseira (por exemplo, o papel contra a madeira compensada. )

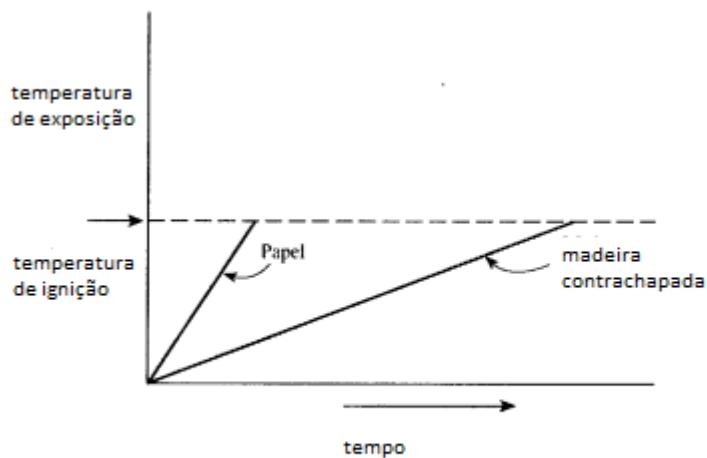
**TABELA 3.3.1 Tempo para queima de determinadas espécies de madeira.**

Madeiras 1 in. 1 in. 4 in. (32 mm x 32 mm x 102 mm)	Sem ignição em 40 Min		Minutos de exposição a uma chama piloto antes de acontecer a ignição						
	°F	°C	356°F (180°C)	392°F (200°C)	437°F (225°C)	482°F (250°C)	572°F (300°C)	662°F (350°C)	752°F (400°C)
Pino palustre	315	157	14.3	11.8	8.7	6.0	2.3	1.4	0.5
Roble rojo	315	157	20.0	13.3	8.1	4.7	1.6	1.2	0.5
Alerce americano	334	167	29.9	14.5	9.0	6.0	2.3	0.8	0.5
Alerce occidental	315	157	30.8	25.0	17.0	9.5	3.5	1.5	0.5
Abeto noble	369	187	—	—	15.8	9.3	2.3	1.2	0.3
Abeto oriental	356	180	—	13.3	7.2	4.0	2.2	1.2	0.3
Caoba	315	157	28.5	18.5	10.4	6.0	1.9	0.8	0.3
Abeto Sitka	315	157	40.0	19.6	8.3	5.3	2.1	1.0	0.3
Tilo americano	334	167	—	14.5	9.6	6.0	1.6	1.2	0.3

**Figura 3.3.1 (a) Relação entre a energia e tempo de ignição para finos e grossos.**



**Figura 3.3.1 (b) Relação de espessura do material com o tempo de ignição quando se expõe a temperatura de ignição.**



**3.3.2 Ignição de líquidos.** Para os vapores de um líquido se formarem em uma mistura de combustível, o líquido deve ser igual ou superior ao seu ponto de ignição. O ponto de inflamação de um líquido é a temperatura mais baixa à qual o líquido desprende o vapor suficiente para ocorrer a chama momentânea sobre a sua superfície, com o método de teste ASTM adequado. O valor do ponto de inflamação pode variar dependendo do teste utilizado para medir. Apesar de todo o fluido ser um pouco abaixo do seu ponto de inflamação, uma fonte de ignição pode criar um ponto quente localizada suficiente para a ignição ocorrer.

O líquido atomizado ou em pó (com uma grande superfície / peso) pode queimar mais facilmente do que o mesmo líquido a granel. No caso de neblinas, líquidos ou em pó, a ignição pode ocorrer a temperaturas ambiente bem abaixo da frequência de inflamação do líquido nominal.

**3.3.3 Gás de ignição.** As substâncias combustíveis gasosos têm um peso muito baixo, então exigem quantidade mínima de energia para acender.

**3.3.4 Propriedades de ignição de materiais.** Tabela 3 - 3.4 Dados de ignição de alguns materiais sólidos, líquidos e gases são coletados.

**Tabela 3.3.4 Propriedades de ignição de determinados materiais.**

Material	Temperatura de ignição		Fluxo radiante mínimo (kW/m <sup>2</sup> )	Energia necessária ('4/in <sup>2</sup> )	Energia mínima de ignição (mJ)
	°F	°C			
Sólidos					
Poliestireno	1063	573	29	1300-6400	
Poliuretano(flexible)	852-1074	456-579	16-30	150-770	
PVC	945	507	21	3320	
Madeira suave	608-660	320-350			
Madeira dura	595-740	313-393			
Pó					
De Alumínio	1130	610			10
De Carbono	1346	730			100
De cereais	805	430			30
Líquidos					
Acetona	869	465			1.15'
Benceno	928	498			0.22'
Etanol	685	363			
Gasolina (100 octano)	853	456			
Querosene	410	210			
Metanol	867	464			0.14'
Metil etil cetona	759	404			0.53'
Tolueno	896	480			2.5'
Gases					
Acetileno	581	305			0.02'
Metano	999	537			0.28'
Gas Natural	900-1170	482-632			0.30'
Propano	842	450			0.25'

**3.3.5 Auto aquecimento e ignição.** Auto Aquecimento é o processo pelo qual um material aumenta de temperatura sem absorver calor em volta. O auto aquecimento de um material fosco para a sua autoignição pode ocorrer.

A maior parte dos materiais orgânicos que contém oxigénio de ligação, podem oxidar a certa temperatura crítica, de acordo com a evolução de calor. Geralmente auto aquecimento é dado em materiais orgânicos, materiais tais como gorduras sólidas e óleos animais e vegetais.

Não deve ocorrer em materiais tais como óleos de motor ou lubrificantes. Alguns materiais inorgânicos, tais como certos pós metálicos podem exercer auto aquecimento de ignição sob certas condições.

Há três fatores que influenciam ou fazem o aquecimento de ignição ocorrer:

( 1 ) A taxa de produção de calor,

( 2 ) os efeitos da ventilação e,

(3) os efeitos de materiais isolantes que estão ao redor.

A quantidade de calor gerado é baixa. Na autoignição a quantidade de calor gerado pelo material auto aquecido deve ser maior do que a quantidade de calor que é transmitida nas suas imediações. Quando a estrutura de temperatura aumenta o material de auto aquecimento este, por sua vez, produz um aumento na quantidade de calor gerado. Mas em todos os casos, a temperatura inicial do material pode afetar a sua capacidade de auto aquecimento. Por vezes, os materiais endurecidos são empilhados, o que tem sido um auto aquecimento que não teria ocorrido de outro modo.

Igualmente importantes são os efeitos da ventilação para autoignição poder ocorrer. Deve haver ar suficiente para permitir a oxidação, mas não tanta pois o calor é transmitido por convecção tão rápido da mesma forma como ele é gerado. O material em si deve ser suficientemente poroso para o oxigénio penetrar em seu interior até a combustão ocorrer e o material também deve carbonizar.

Por exemplo, um pano cheio de óleo de linhaça, o qual pode auto aquecer quando esmagado na parte inferior do laço balde de lixo, não auto aqueceria se fosse pendurado para secar, tal como nos efeitos de ventilação, que tornariam o movimento do ar dissipado e o calor produzido mais rápida do que é gerado.

O efeito isolante do ambiente tem muito a ver com os efeitos da ventilação. Mergulhe o pano para fazer óleo de linhaça no fundo de uma lata de lixo e realize o isolamento para fazer o mesmo no pano e balde. Este efeito isolante o calor é retido dentro do assunto e não é transmitida rapidamente ao redor do ambiente imediato. Em um grande lote, o próprio lote pode ter um efeito de isolamento suficiente no auto aquecimento para ocorrer em seu centro.

Dadas as muitas possibilidades de combinações destes fatores determinantes ou influentes, é difícil prever com certeza quando pode auto aquecer um material. Tabela coletadas no item 3.3.5 mostram alguns materiais que se auto aquecem. A tabela A-10 do Manual de proteção Fogo da NFPA, no Escalão 18 traz uma lista expandida e coletada. A falta de qualquer material nestas listas não significa necessariamente que ele não é um material de auto aquecimento.

**Tabela 3.3.5 Alguns materiais sujeitos a ignição espontânea**

**Tabla 3.3.5 Alguns materiais sujeitos  
a ignición espontánea**

Material	Tendencia
Lenha de carbono	Alta
Carne de peixe	Alta
Pano umedecido em azeite de linhaça	Alta
Cereais para preparação de cerveja	Moderada
Cacho de espuma de látex	Moderada
Heno	Moderada
Fertilizante	Moderada
Resíduos de lã	Moderada
Fardos de pano	Variável (Baixa a moderada)
Serragem	Possivelmente
Cereais	Baixa

Fuente: NPPA Manual de Protección contra Incendios (*Tire Protection Handbook*), 18<sup>a</sup> ed., p. A-15.

**3.3.6 Transição para combustão flamejante.** Quando a chama de combustão é iniciada por uma fonte ou brilho sem chama de fogo, tal como um cigarro, o auto aquecimento leva ao aparecimento da primeira chama que pode ser bastante lenta, uma vez que você começar a combustão flamejante. No entanto, o desenvolvimento do fogo pode ser mais rápido do que a chama original da fonte de ignição devido ao pré-aquecimento do combustível.

**3.4 Carga de incêndio.** A carga de incêndio foi usado no passado para indicar o potencial de um grave incêndio e expressa em BTU (unidade britânica de energia) ou os combustíveis em libras por pé quadrado de superfície. O equivalente a Btu é expressa em madeira, com um coeficiente de 8.000 Btu por libra. A carga de incêndio foi determinada por pesagem na sala de combustível e convertendo o peso do combustível em quilos de madeira, com um coeficiente de 16.000 Btu por quilo de plástico (madeira plástica). Btu. (9 libras de combustível) é dividido pela área total da sala. Embora esta abordagem possa proporcionar uma medida do calor total que iria ocorrer se queimasse todo o combustível, não indica quanto rapidamente o fogo se espalha uma vez iniciado. A rápida propagação de um incêndio, de acordo com as declarações de testemunhas, muitas vezes é usada como prova de incêndio se o fogo se espalhou mais rapidamente do que seria de esperar tendo em conta a carga de incêndio presente.

A carga total de fogo em um quarto não afeta a velocidade de ignição e de desenvolvimento de incêndio em sua fase pré-flash over. Durante esta fase inicial, a velocidade de propagação do fogo é determinada pela quantidade de calor libertada ( CCL ) por combustão de certos elementos . Esta quantidade é determinada pelas propriedades físicas e químicas do combustível e da superfície do metal onde está localizado. O CCL é expressa em Btu / seg ou de quilowatts . Depois de flash over, a quantidade de calor liberado é determinada pelos fatores acima e também na superfície disponível no ar e do combustível exposto ao fogo.

Por exemplo, aparas de pinho queimam mais rápido do que um bloco de madeira de pinho o mesmo peso. A serragem de madeira fina dispersa no ar queima tão rapidamente que pode causar explosões. Os plásticos podem liberar uma quantidade muito maior de calor do que objetos semelhantes feitos de celulose. Contraste colchão de algodão com a mesma espuma de poliuretano tamanho (ver Tabela 3.4). As diferenças entre esses materiais não têm apenas a ver com a composição química do combustível, mas também as suas propriedades físicas, incluindo a sua inércia térmica (ver secção 3-2,1 ) .

Os materiais menos densos que queimam rapidamente ou mais densos apresentam composição química semelhante. Por exemplo, o pinheiro queima mais rápido do que o carvalho, e espumas de plástico de baixa densidade queimam mais rápido que o plástico rígido de alta densidade. Os valores de pico de libertação de calor de determinados combustíveis típicos são apresentados na página 3-4. Estes valores podem ser considerados representativos de outros combustíveis similares. A quantidade máxima real de calor liberado por um combustível é determinada e calculado por meio de testes.

**3.5 Desenvolvimento do fogo.** A Velocidade e o modelo de desenvolvimento fogo pode depender das relações complexas entre a queima do combustível e seu ambiente. Em incêndios em espaços fechados, o acúmulo de calor no teto/sala pode fazer o seu aumento de temperatura e produzir uma nuvem de alta temperatura. A radiação a partir da parte superior do espaço pode aumentar significativamente a quantidade de calor liberado por um artigo particular. Em tais casos, os valores indicados no Quadro 3.4 seria inadequado para valores baixos.

**3.5.1 Cortinas de fumaça.** O calor de uma fogueira ao ar livre sobe em uma coluna de gases quentes, chamado de cortinas de fumaça. O fluxo resultante de ar absorve o ar frio na base do incêndio em todas as direções. Este ar frio é também absorvido pela fumaça acima do chão, devido à massa de ar quente que sobe (ver Figura 3-5,1 (a)). Este movimento de ar frio como é chamado arrasta e resfria a temperatura da fumaça, com o aumento da altura (ver Figura 3-5,1 (b)).

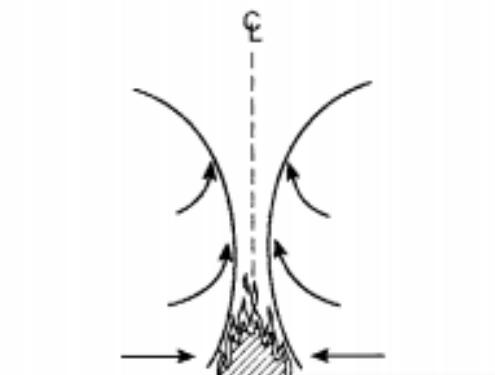
**Tabela 3.4. Quantidade máxima de calor liberado por alguns materiais representativos (combustão ao ar livre).**

**Tabla 3.4** Quantidade de calor liberado por alguns materiais representativos (combustão ao ar livre)

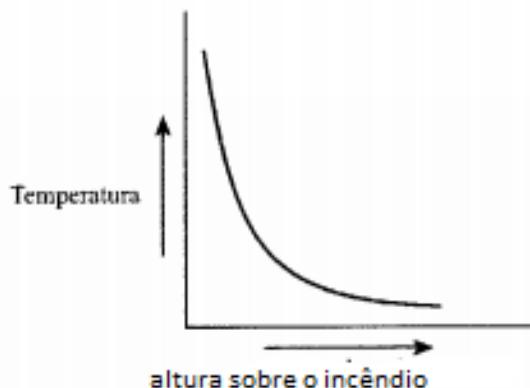
Combustível (lb)	Máx. CCL (kW)
Papelera pequeña de basura menuda (1.5-3)	4-18
Bolsas de basura de 11 galones con contenido mixto de plásticos y papeles (2-7)	140-350
Colchón de algodón (26-29)	40-970
Aparatos de TV (69-72)	120-290
Bolsas con basura de plástico / de papel (2.6-31)	120-350
Silla de sala espesa de PVC con armadura metálica(34)	270
Hamaca de algodón (39-70)	290-370
Gasolina / queroseno en un recipiente abierto de 2 pies cuadrados (0.61 m <sup>2</sup> )	400
Árboles de Navidad secos (14-16)	500-650
Colchón de poliuretano (7-31)	810-2630
Hamaca de poliuretano (27-61)	1350-1990
Sofá de poliuretano (113)	3120

Fuentes: Valores procedentes de las siguientes publicaciones:  
Babrauskas and Krasny, Comportamiento ante el Fuego de Muebles Tapizados (*Fire Behavior of Upholstered Furniture*).  
NFPA 72, Código Nacional de Alarma de Incendios (*National Fire Alarm Code®*), 1996 ed., B.2.2.2.1.  
Lee, Características de la Tasa de Liberación de Calor de algunas Fuentes de Combustible en Centrales Nucleares (*Heat Release Rate Characteristics of Some Combustible Fuel Sources in Nuclear Power Plants*).

### FIGURAS 3.5.1 (a) Fumaça de um fogo ao ar livre.



**FIGURAS 3.5.1 (b) Temperatura de uma fumaça.**



A Propagação do fogo se dá principalmente por radiação de ignição do combustível ao redor. A taxa de propagação do fogo pode ser geralmente sólida ou baixa, a menos que seja promovida pelo movimento do ar (vento) ou de superfícies inclinadas.

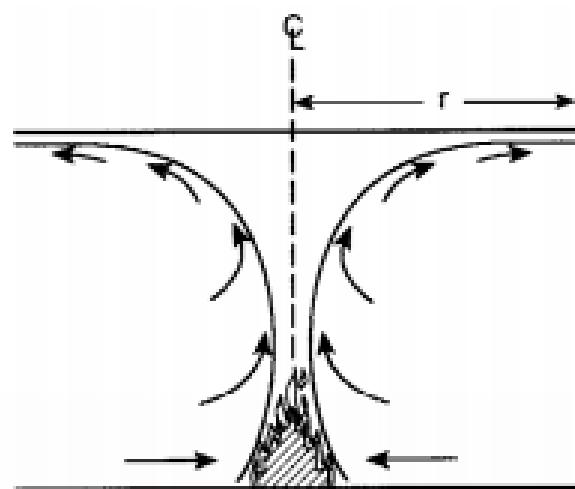
**3.5.2 Fogo ao ar livre.** Se não houver um teto em chamas e estiver longe de paredes, gases quentes e fumaça subindo verticalmente até que ela esfrie com a temperatura do ar ambiente. Nesse ponto, a fumaça é estratificada no ar. Esta situação ocorre em incêndios ao ar livre. As mesmas condições pode ocorrer num edifício, nos estágios iniciais , quando a fumaça é pequena ou se o fogo ocorre em um espaço grande , com teto alto , como um salão de entrada . O fogo propagado pela fumaça ar livre adentra mediante a combustão principalmente pela radiação de combustíveis que estão próximos. A velocidade de propagação em materiais sólidos passa a ser geralmente alta se você não controlando o movimento do ar (vento em caso de incêndios no ar superfícies livres) ou inclinados, que permitem o pré-aquecimento combustível.

**3.5.3 Dentro do incêndio.** Quando tufos colidirem com as paredes ou tetos de habitação este afeta a circulação de fumaça e gases quentes e do crescimento fogo. Incêndios com pequenos muros de calor e baixos ou com outras superfícies que limitam, como a parte de trás de um sofá, tendem a comportar-se como se fossem ao ar livre.

**3.5.3.1 Fogo limitada por um teto.** Quando for produzido fogo longe das paredes e telhados os gases e a fumaça quente colidem com a superfície do telhado

e se propagam em todas as direções, até que elas são interrompidas por duas paredes. À medida que os gases quentes são produzidos pegando o centro da fumaça, sob o teto se forma uma camada fina. O calor é conduzido desta camada para parte superior do telhado e o fenômeno arrasta o ar frio de baixo para cima. Este camada é mais espessa perto do centro e a fumaça quente e vai tornando mais fina e frio à medida que aumenta a distância ( $r$ ). (Ver Figura 3-5.3.1 ( a )).

**Figura 3.5.3.1 (a)** Fogo limitado pelo teto em uma habitação grande.



**Figura 3.5.3.1 (b)** Temperatura da parte superior do teto em relação a distância da fumaça.



A propagação do fogo através de uma cortina de fumaça limitada pelo teto, se produz pela ignição dos materiais combustíveis do teto das paredes, dos combustíveis que existem ao redor, como o que contém a habitação ou armazém por uma combinação de ambos os mecanismos. Os gases da parte superior (fumaça) podem transmitir calor aos materiais desta parte por convenção ou radiação. A transmissão de calor por debaixo da camada de fumaça se dá principalmente por radiação. O fogo se propaga mais rapidamente quando a fumaça está limitada pelo trecho em que ela não se encontra.

Fatores como a altura do teto, a distância que a fumaça pode ter são importantes considerações sobre o tempo resposta dos dispositivos de proteção contra incêndio, como os detectores de fumaça e calor e chuveiros automáticos. Para um dispositivo de fogo de determinado tamanho (CCL), o tempo resposta do dispositivo será mais alto quando o teto tem como distância maior ao da fumaça. De outra maneira, quando mais alto se tem o teto das partes do fogo, maior será a quantidade de calor produzida pelo fogo no momento em que se espera uma resposta do dispositivo. Todos esses fatores se devem ter em conta na hora de se avaliar por que o fogo parece ser maior do que o esperado no momento em que o alarme foi acionado ou dos dispositivos sonoros.

**3.5.3.2 Fogo interior e combustão subida generalizada.** O calor de um fogo em uma habitação está limitado pelas paredes e do teto. As proximidades das paredes produzem um desenvolvimento mais rápido dos pontos mais quentes dos gases quentes no teto, assim como a criação de uma capa muito mais grossa. A figura 3-5.3.2 (a) representa uma habitação como uma porta. Na habitação existem dois elementos combustíveis, um que queima em primeiro lugar e outro que queima de forma secundária. Inicialmente, a parte do teto é fina e se produz uma situação como não se houvesse paredes. Sem embargos, à medida que os gases alcançam as paredes e não podem propagar horizontalmente, a parte inferior do teto vai descendo e alcançando um uniforme grosso. Os detectores de fumaça da habitação origem do fogo responderiam geralmente antes desta fase de desenvolvimento do fogo.

Quando o nível de fumaça chega a parte superior da porta (veja figura 3-5.3.2 (b)), demora a sair da habitação. Se a quantidade de fumaça produzida não supera a que sai, a parte superior do teto não seguirá abaixando.

Se o fogo aumenta de tamanho, a parte inferior da capa de fumaça irá descer, a temperatura dos gases e fumaça quentes irá aumentar e o calor radiante da capa começará a esquentar o combustível secundário que não havia queimado. (ver figura 3.2.5 (c)). Na saída se cria um esquema de corrente perfeitamente definido, com os produtos quentes da combustão saindo por cima e o ar frio entrando na habitação por debaixo da capa de fumaça do teto.

No princípio desta fase, na combustão existe ar suficiente para queimar todos os materiais que entram em pirólise. Isto se denomina combustão dependente de combustível. A medida que avança a combustão, o ar disponível seguirá sendo suficiente e o fogo pode continuar a propagar-se com oxigênio suficiente. Normalmente isto aconteceria em uma habitação com uma porta ou janela grande em comparação com a superfície combustível que queima. Em tais casos, os gases acumulados na parte superior da habitação, geralmente estão quentes e tem oxigênio suficiente e quantidade de combustível para queimar de forma relativamente pequena.

Se a quantidade de ar existente na habitação, mais a que se pode entrar através do sistema de ventilação e ar condicionado ou de aberturas, não é suficiente para queimar todos os combustíveis pirolisados pelo fogo, este mudará a depender do combustível e da ventilação. Nesta situação, a parte do teto contém produtos da combustão sem queimar, como vapores de hidrocarbonetos, monóxido de carbono e fumaça. Em geral, na parte do teto não haverá oxigênio suficiente para queimar os materiais. Em ambos os casos, os gases podem estar a uma temperatura superior a necessária para carbonizar ou pirolisar os materiais combustíveis dos acabados que estão em contato com a parte quente.

Os acionadores automáticos podem funcionar no princípio desta fase ou inclusive na fase anterior da combustão. Os acionadores de resposta rápida funcionam muito antes do normal. Os detectores situados na parte de fora da habitação podem funcionar seguindo a sua suposição e a capacidade de fumaça para propagar-se desde o lugar do incêndio até o detector.

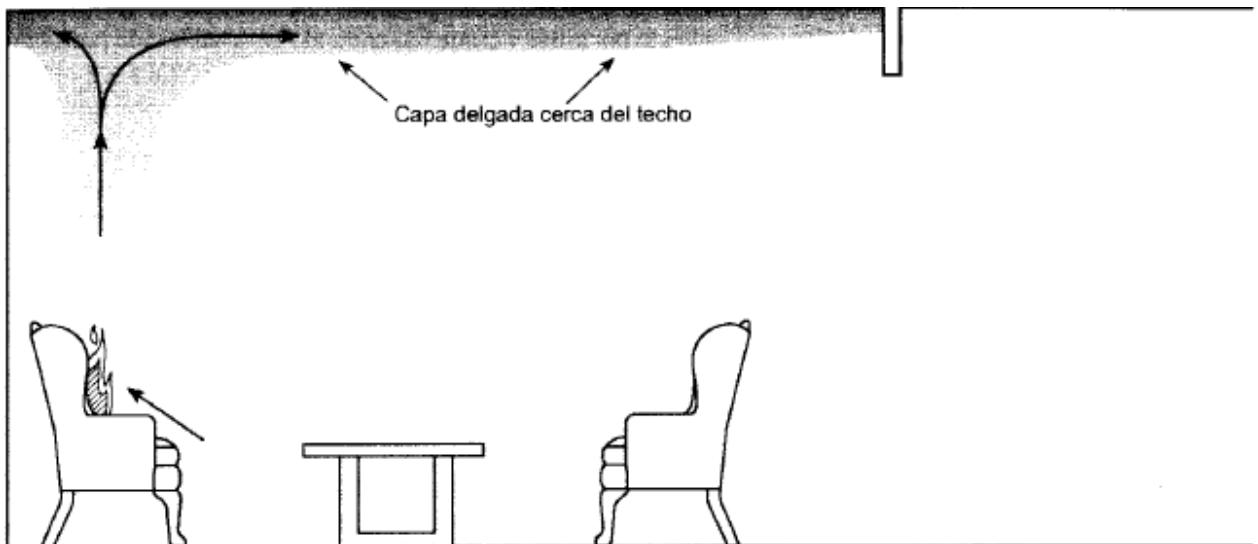
A medida que o fogo segue crescendo, a temperatura dos gases da parte do teto se aproximam a 480°C (900°F), aumentando a intensidade e a radiação contida nos materiais combustíveis e na habitação. A temperatura superficial dos

combustíveis aumenta e se produzem gases da pirólise que se queimam quando atingem sua temperatura de ignição. Quando a temperatura da parte superior chega a uns 590º C (1.100º F), os gases da pirólise dos materiais combustíveis se queimam ao passo da parte inferior da parte do teto. Este é um fenômeno conhecido como “flash over”, ou combustão súbita generalizada, conforme se mostra na figura 3-5.3.2 (d). As chamas terminais do teto e roll-over se utilizam menos para descrever um estado em que as chamas se propagam somente através ou ao passo da parte superior do teto, sem afetar a superfície dos combustíveis secundários. As chamas do teto ou roll-over podem preceder a combustão súbita generalizada, porém isso não quer dizer que sempre se produzirá durante a combustão.

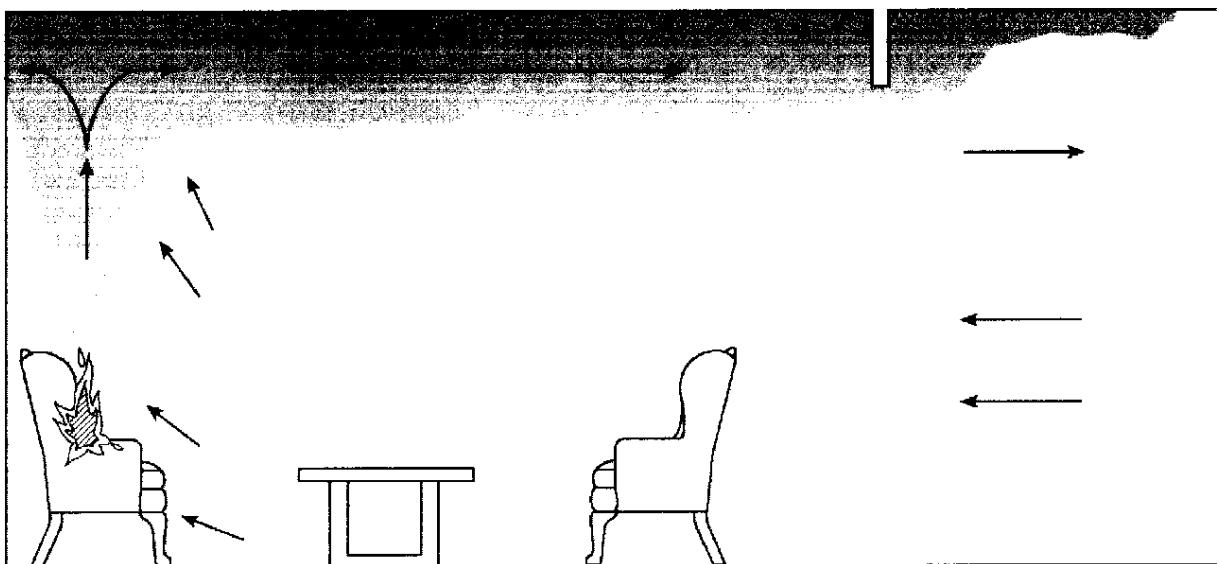
As condições de combustão trazem uma combustão súbita generalizada em uma habitação somente turbulento e dinâmica. Durante a combustão ou depois de uma combustão súbita generalizada, a posição da parte inferior do teto e a existência e tamanho das chamas e dos combustíveis que queimam depois dentro da parte, podem variar entre as condições mostradas nas figuras 3.5.3.2 (d) e 3.5.3.2 (e). Mostra-se que a combustão de solos ou solos tapados é normal, tal combustão pode não ser estendida para os combustíveis secundários e outras superfícies forradas.

A combustão súbita generalizada representa o passo de um estado em que o fogo está dominado pela combustão do primeiro elemento que foi queimado (e os objetos que tem ao redor submetidos a ignição direta), e outro em que queimam todos os elementos da habitação. Para os investigadores é importante dar conta do teto que a combustão súbita generalizada é um elemento.

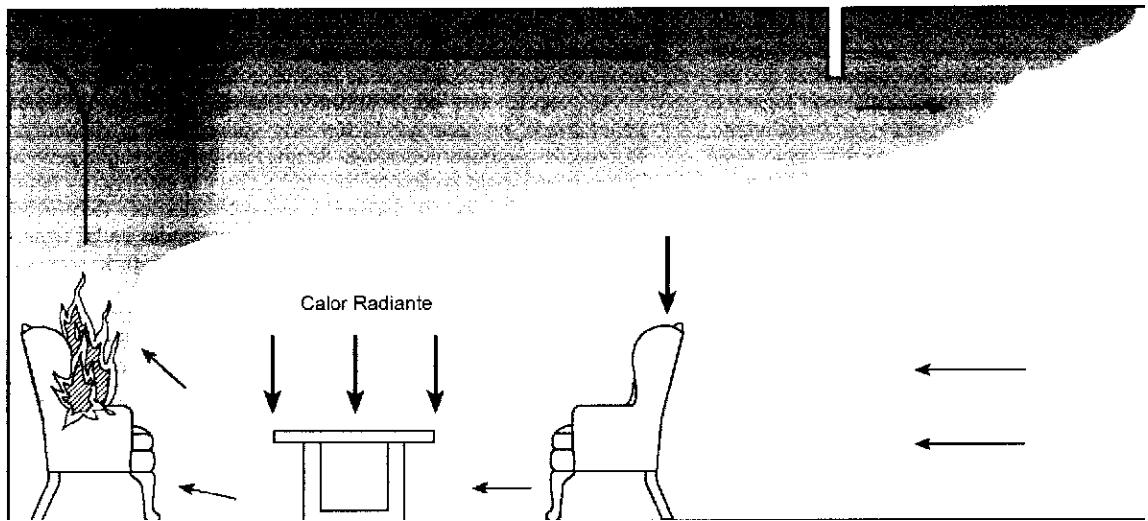
**FIGURA 3.5.3.2(a)** Desenvolvimento inicial de um incêndio em um cômodo



**FIGURA 3.5.3.2(b)** Desenvolvimento de uma camada no teto de um cômodo com incêndio

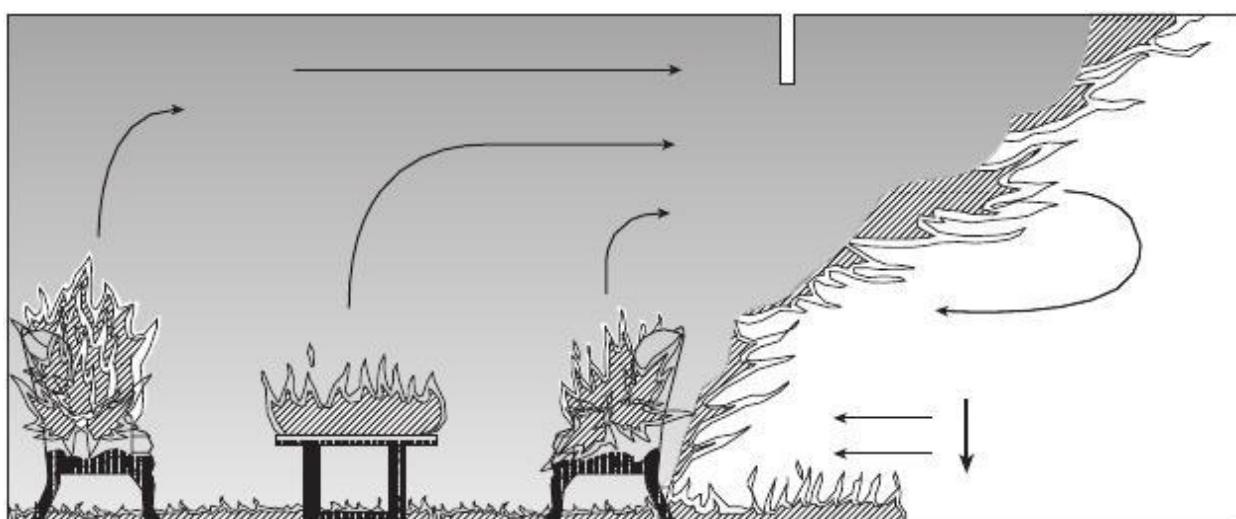


**FIGURA 3.5.3.2(c)** Estágio prévio a combustão súbita generalizada de incêndio em um cômodo

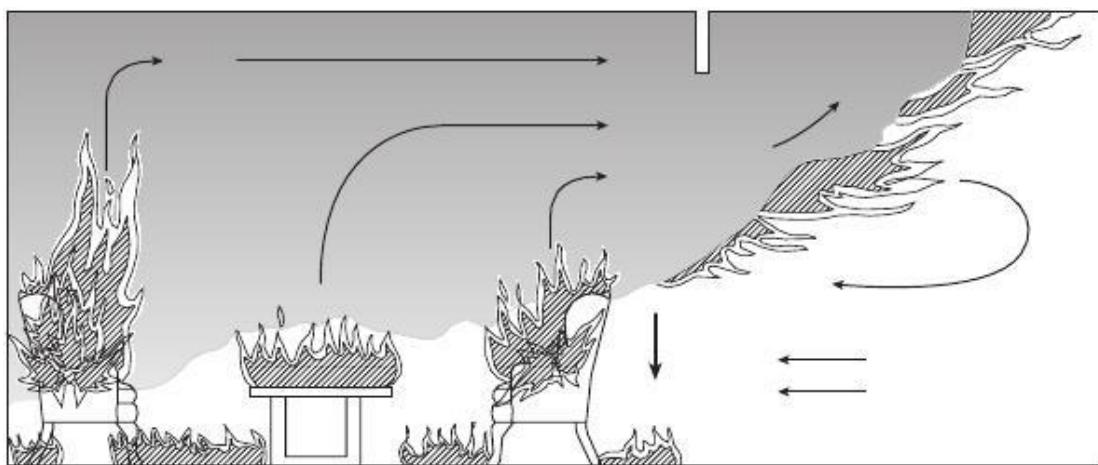


É importante que os investigadores percebam o fato de o *flashover* ser um elemento desencadeante, não um acontecimento final. A condição pós *flashover* é chamada de envolvimento de todo o cômodo. O início da combustão súbita generalizada ocorre quando a camada de gás quente impõe níveis de energia radiante (fluxo) dos combustíveis não queimados de cerca de  $20\text{ kW/m}^2$ . Esse fluxo de energia geralmente é suficiente para inflamar um material combustível comum. Os níveis dos fluxos em um cômodo totalmente envolvido são maiores do que no início do *flashover*. Nos níveis do piso foram registrados fluxo de  $170\text{ kW/m}^2$ . Veja a tabela 3.5.3.2 para os efeitos de vários fluxos de calor.

**FIGURA 3.5.3.2(d)** Cômodo em situação *flashover*



**FIGURA 3.5.3.2(e)** Estado posterior ao *flashover* com todo o ambiente afetado



**Tabela 3.5.3.2** Índice aproximado do fluxo radiante

Fluxo calorífico radiante aproximado ( $\text{kW/m}^2$ )	Comentário sobre o efeito observado
170	Fluxo calorífico máximo em um compartimento com fogo imediatamente depois de um <i>flashover</i>
80	Fluxo calorífico para roupa protetora em ensaios de rendimento para proteção térmica (TPP)
52	Fiberboard entra espontaneamente em ignição após 5 segundos
29	Madeira entra em ignição espontaneamente após prolongada exposição
20	Fluxo de calor no chão de um compartimento de uma residência familiar no início do <i>flashover</i>
16	Pele humana sente dor súbita e bolhas após a exposição de 5 segundos com queimaduras de segundo grau
12,5	Madeiras voláteis inflamam com a exposição pretendida de ignição piloto
10,4	A pele humana sente dor com 3 segundos de exposição e forma bolha em 9 segundos com queimadura de segundo grau
6,4	Pele humana sente dor com um segundo de exposição e forma bolhas em 18 segundos com queimadura de segundo grau
4,5	Pele humana sente dor com 30 segundos de exposição, causando queimadura de segundo grau
2,5	Exposição a radiação térmica comum durante um combate ao incêndio. Esse nível de energia pode causar queimaduras com exposição prolongada
1,4	Radiação térmica do sol. Queimaduras solares potencial em 30 minutos ou menos

**Nota:** A unidade ( $\text{kW/m}^2$ ) define a quantidade de energia térmica ou de fluxo que atinge uma área de superfície de um objeto conhecido. A unidade (kW) representa 1000 watts de energia e a unidade ( $\text{m}^2$ ) representa a área de superfície de um quadrado de 1m de comprimento e 1 metro de largura. Por exemplo, 1,4

multiplicado por 1000 é igual a 1400 watts de energia. Esta área superficial pode ser da pele humana ou de qualquer outro material.

**Fonte:**

<sup>a</sup>NFPA 1971, *Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting*.

b Lawson, "Fire and the Atomic Bomb."

c Fang and Breese, "Fire Development in Residential Basement Rooms."

d Lawson and Simms, "The Ignition of Wood by Radiation," pp. 288-292.

e Tan, "Flare System Design Simplified," pp. 172-176.

f U.S. Fire Administration, "Minimum Standards on Structural Fire Fighting Protective Clothing and Equipment." g Bennett and Myers, *Momentum, Heat, and Mass Transfer*.

Uma vez que as condições de *flashover* foram alcançadas, o compartimento será envolvido conforme a maioria dos incêndios a menos que o combustível se esgote, haja a privação de oxigênio ou o fogo seja extinto. No compartimento envolvido, a camada quente pode ser a nível do chão, mas os testes e incêndios reais têm mostrado que a camada quente tende a permanecer nas partes superiores do ambiente. [Ver figura 3.5.3.2 (c)].

No momento do *flashover*, a porta do cômodo torna-se um obstáculo à entrada de quantidade de ar disponível para a combustão no interior do compartimento, e a maior parte da pirólise ocorrerá fora do mesmo. *Flameover* ou *Rollover* geralmente ocorrem antes do *flashover* mas nem sempre podem resultar em condições de *flashover* em todo o compartimento, particularmente onde existe um grande volume ou teto elevado do local envolvido ou existe uma quantidade de combustível limitada.

Ensaios de investigação de incêndios tem mostrado que o tempo gasto para o combustível queimar e gerar o *flashover* pode ser tão curto como um minuto e meio em incêndios residenciais com mobiliário moderno, ou ele pode nunca ocorrer. A taxa de calor liberada a partir de uma sala completamente tomada pelo *flashover* pode ser da ordem de 10,000 kW (10MW) ou mais.

**3.5.4 Efeito do compartimento na propagação do fogo.** Em um incêndio com uma determinada quantidade de combustível, o tamanho das aberturas de ventilação, do volume do compartimento, da altura do teto e a localização do incêndio com relação as paredes e cantos irá afetar a taxa de crescimento global de incêndio no recinto.

**3.5.4.1 Abertura de ventilação.** O tamanho mínimo de um incêndio que pode causar um flashover em um ambiente, em função da ventilação que passa através das aberturas. Essa função é conhecida como fator de ventilação e é calculada como a área de abertura ( $A_o$ ) pela raiz quadrada altura dessa abertura ( $h_o$ ).

Uma fórmula aproximada da liberação de calor em caso de combustão súbita generalizada (CLLcs) (HRR<sub>fo</sub>) pode ser:

$$HRR_{fo}(\text{kW}) = (750A_o)(h_o)^{0.5}$$

Onde:

CLLcs= liberação de calor por *flashover*

$A_o$ = área da abertura em  $\text{m}^2$

$h_o$  = altura da abertura em m

A mesma fórmula utilizando unidades inglesas é:

$$HRR_{fo}(\text{Btu/s}) = 18.4A_o(h_o)^{0.5} + 0.69A_w$$

Onde:

HRR <sub>fo</sub> = taxa de calor liberada pelo *flashover*

$h_o$  = altura da abertura em pés

$A_o$  = área da abertura em pés<sup>2</sup>

Na figura 3-5.4.1 está representada em dobro a escala logarítmica da CLL para distintos fatores de ventilação. Se as dimensões do compartimento são conhecidos, é possível obter um valor mais aproximado mediante esta fórmula:

Onde:

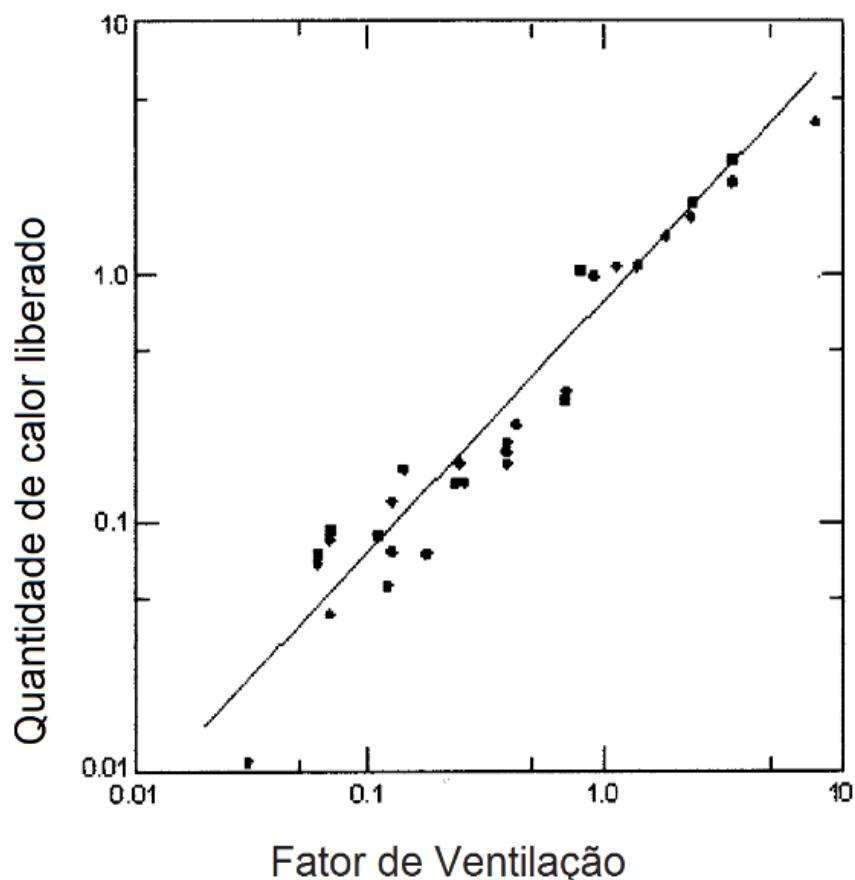
HRR  $f_o$ = taxa de calor liberada pelo *flashover*

$$\text{HRR}_{f_o}(\text{Btu/s}) = 18.4A_o(b_o)^{0.5} + 0.69A_w$$

Onde Ao e Aw se expressam em pés<sup>2</sup> e ho em pés.

**3.5.4.2 Volume do ambiente e altura do teto.** Para que ocorra o flashover é necessário o desenvolvimento de uma camada no teto com temperatura suficiente para causar a ignição por radiação dos combustíveis expostos da camada de gases. Os tetos altos dos cômodos dificultam o aumento de temperatura e, possivelmente, retarda ou evita que o flashover ocorra. A discrepância entre a parte inferior da camada de combustão quente e os materiais combustíveis no compartimento é, também, um fator, no entanto de menor importância.

**FIGURA 3.5.4.1** Quantidade mínima de calor liberado para que se produza *flashover*



**3.5.4.3 Localização do incêndio no cômodo.** Quando a queima de uma quantidade de combustível ocorre afastada de uma parede, o ar é livre para fluir para dentro e por todas as direções e misturar-se os gases combustíveis. Este traz o ar com gases combustíveis para a zona das chamas e arrefece a parte superior da fumaça por arrastamento. (ver figura 3.5-1). Se o material combustível ou a fumaça liberada na combustão estiver próximo a uma parede (não no canto), o ar será capaz de entrar na fumaça somente cerca da metade do círculo teórico em torno do fogo. Isso irá resultar em chamas mais longas e em um aumento mais rápido da temperatura dos gases na camada do teto. Este, por sua vez, produz um flashover antes que os materiais tenham sido queimados no interior da sala.

Quando os mesmos materiais combustíveis tenham sido colocados no canto, 75 por cento do fluxo de ar para dentro das chamas é restringido, resultando em chamas ainda mais longas, maior temperatura na camada do teto e maior fumaça, e tempos mais curtos para *flashover*.

Para essa interpretação deve-se considerar a possibilidade de que o combustível na área de investigação não tenha sido o primeiro material a ser queimado e que o aumento da gravidade do dano é resultado dos efeitos sobre as paredes ou quinas.

**3.5.5 Altura das chamas.** A altura das chamas sobre a superfície dos combustíveis queimados é diretamente proporcional a CCL do fogo. Em um determinado combustível, a CCL está relacionada com a quantidade da superfície que queima. Se a altura das chamas são conhecidas ou podem ser estimadas, a CCL pode ser aproximadamente determinada. A altura da chama está relacionada com liberação de calor a partir da quantidade de calor liberado na queima de um único elemento isolado ou não, utilizando a fórmula:

$$H_f = 0.174(kQ)^{0.4}$$

Caso se conheça a altura das chamas, pode-se calcular a quantidade de calor liberado mediante a seguinte fórmula:

$$Q = \frac{79.18 H_f^{5.2}}{k}$$

Onde:

$H_f$ = altura das chamas em metros.

$k$ = fator de efeitos das paredes

$Q$ = quantidade de calor de combustível liberado em kW

Os valores de  $k$  a serem utilizados são os seguintes:

$k= 1$ , quando não há paredes cercando-o

$k= 2$ , quando o material que está queimando está ao lado de uma parede

$k= 4$ , quando o material que está queimando está uma quina

Em um incêndio típico de papel, de 150kW e com paredes ao redor ( $k= 1$ ), a altura estimada do fumaça é de 1,3m (4,3 pés). Para uma poltrona estofada em que o valor de  $Q$  está na ordem de 500kW, o fumaça teria aproximadamente 2,1m (6,9 pés) de altura.

**3.6 Produtos de uma combustão.** Os produtos químicos de combustão podem variar amplamente dependendo dos combustíveis envolvidos e a quantidade de ar disponível. A completa combustão dos combustíveis de hidrocarbonetos, que contém apenas hidrogênio e carbono irá produzir dióxido de carbono e água. Materiais que contém nitrogênio, tais como seda, lã e espuma de poliuretano produzem os óxidos de nitrogênio e, possivelmente, ácido cianídrico como produtos da combustão. Centenas de compostos foram identificados como produtos da combustão incompleta de madeira.

Quanto menor a quantidade de ar disponível para a combustão, e como os incêndios dependem da ventilação, haverá maior produção de monóxido de carbono com a produção de fuligem e materiais combustíveis não queimados.

Os produtos de combustão existem em todos os três estados da matéria: sólido, líquido e gasoso. O material sólido encontra-se na forma de cinza e fuligem, são a parte visível "fumaça". Muitos outros produtos de combustão incompleta são

os vapores e gotículas muito pequenas ou aerossóis.

Esses vapores e gotículas muitas vezes se condensam em superfícies que são mais frias que a fumaça, resultando em padrões de fumaça que podem ser utilizados para facilitar a determinação da origem e da propagação do fogo. Tais superfícies incluem paredes, tetos e vidro. Uma vez que a condensação de resíduos produzidos entre a diferença de temperatura do corpo da fumaça e da superfície afetada, a presença de um depósito é uma evidência de que a fumaça afetou a superfície, mas a falta de depósito ou a presença de uma linha nítida de demarcação não é evidência de que a fumaça não tenha passado por ali.

Fuligem e alcatrão são produtos que acumulam mais fortemente em superfícies de cerâmica e azulejos do que em outras superfícies circundantes devido às propriedades de condução de calor na cerâmica. Aquelas superfícies que acumulam mais material condensados são as que permanecem mais tempo frias.

Alguns combustíveis, como o álcool ou o gás natural, têm uma combustão limpa, enquanto outros, como o diesel ou estireno produzem grandes quantidades de fumaça com fuligem, embora o incêndio dependa do combustível. Supõe-se que a fumaça é uma acumulação de produtos sólidos, líquidos e produtos gasosos da combustão incompleta.

A cor da fumaça não é necessariamente um indicador da queima. Enquanto a fumaça produzida a partir da queima da madeira bem ventilado ou quantidade de combustível controlada é de cor clara ou cinza, o mesmo combustível nas condições de baixo oxigênio, ou condições controladas de ventilação em um incêndio pós *flashover*, pode ser bastante escura ou preta. Fumaça preta podem também ser produzidos pela queima de outros materiais, incluindo a maioria dos plásticos e líquidos inflamáveis.

A ação de combate a incêndio pode também ter um efeito sobre a cor da fumaça produzida. A aplicação de água pode produzir grandes quantidades de vapor condensado com coloração branca ou cinza quando misturado com fumaça preta do fogo. Este resultado é muitas vezes observado por testemunhas no local do incêndio e foi mal interpretada para indicar uma mudança de combustível que está sendo queimado.

A produção de fumaça geralmente é menor nas fases iniciais de um incêndio,

mas aumentam muito com o início *flashover*, se ocorrer *flashover*.

## CAPITULO 4      PADRÕES DE INCÊNDIO

**4.1 Introdução.** Um dos principais objetivos da análise da cena do incêndio é o reconhecimento, identificação e análise de padrões de incêndio. A análise dos padrões de incêndio é uma maneira de se estabelecer uma rota de propagação do fogo, identificação de zonas e pontos de origem e identificação dos combustíveis envolvidos.

As circunstâncias de cada incêndio são distintas de todos as outras por causa das diferenças nas estruturas, cargas de combustível, fatores de ignição, o fluxo de ar, ventilação e muitos outros fatores variáveis. Essa discussão, portanto, não pode englobar todas as variações possíveis de padrões de incêndio e como eles são iniciados. Acerca dos princípios básicos são aqui tratados, o investigador deve aplicá-los ao sinistro de incêndio a ser investigado.

**4.2 Dinâmica do padrão de produção.** O reconhecimento, identificação e análise adequada dos padrões de incêndio por um investigador depende de uma entendimento da dinâmica do fogo, do calor e do desenvolvimento de propagação das chamas. Este reconhecimento, identificação e análise adequada inclui uma compreensão da maneira que os três modos de transferência de calor (condução, convecção e radiação) produz os padrões de incêndio e da natureza do fogo, calor, e movimento da fumaça dentro de uma estrutura. (Veja o Capítulo 3).

O dano causado por chama, radiação e gases quentes, cria padrões e fumaça que os investigadores usam para localizar a área ou ponto de origem do fogo.

Os padrões observados por um investigador pode representar a maior parte da história do fogo. Cada vez que um outro combustível é inflamado ou a ventilação é alterada, a taxa de produção de energia e distribuição de calor vai mudar. Qualquer objeto incandescente pode produzir uma nuvem e, portanto, um padrão de fogo. Determinar qual padrão foi produzido no ponto de origem pelo primeiro material inflamado torna-se geralmente mais difícil com o tamanho e a duração do aumento de fogo.

Os meios pelos quais os padrões podem surgir aqui serão discutidos no

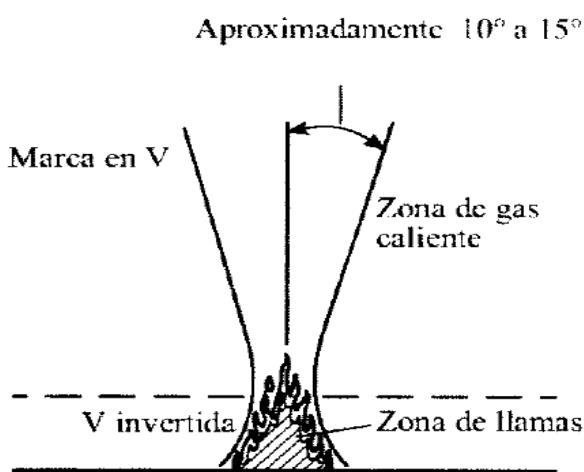
decorrer do guia. Orientação sobre o uso e interpretação de padrões é encontrada nos capítulos 4 e 15.

**4.2.1 Formas da nuvem da fumaça.** A forma das nuvens dos gases que se encontram-se acima de um objeto que se queima, pode ser descrito como um cone cujo vértice encontra-se diretamente sobre a fonte de calor. Se não há fatores de distorção, o ângulo entre os limites de crescimento e da vertical é de cerca de 15 graus. Nas proximidades da fonte de calor, as bordas se separam para formar um cone que descreve os limites da zona das chamas.

A medida que os gases vão ascendendo na nuvem da fumaça, se esfriam por arraste do ar e a temperatura da nuvem se aproxima da do ar que o rodeia, os limites superiores se abrem pra fora. A presença de qualquer barreira física, tal como o telhado, contribui para uma prolongação dos limites laterais da nuvem de fumaça.

Quando há um truncamento da nuvem de fumaça por uma superfície vertical, como uma parede, sobre essa superfície aparecem formas em V ou U. Na parte dos gases quentes da nuvem, o V na sua posição natural, mas na zona das chamas pode aparecer como um V invertido. Essas duas formas faz a marca que deixa a nuvem conhecida como “ampulheta”. (Ver figura 4-2.1(a)).

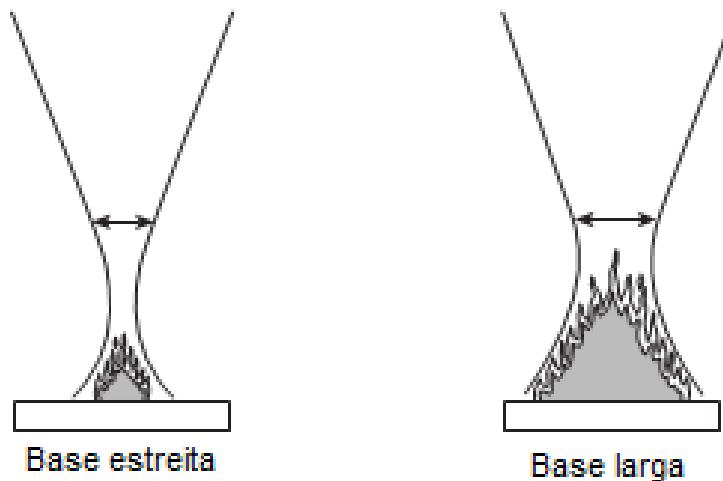
**FIGURA 4.2.1(a)** nuvem em forma de ampulheta



A largura da nuvem varia com o tamanho da base do fogo e vai alargando a medida que o fogo se propaga. Um padrão de base V estreita é desenvolvido a partir de uma pequena área de superfície de fogo, e um padrão de base V larga é desenvolvido a partir de um fogo com uma grande área de superfície. Sem obstáculos, os ângulos dos lados do V seguem estando a 10-15 graus independente

do calor produzido (CCL) por um combustível (Veja a Figura 4.2.1(B)).

**FIGURA 4.2.1(b)** Efeitos da base do fogo sobre a altura do V



Apesar das nuvens de fumaça normais na superfície em chamas tem inclinado cerca de 15 graus para fora do lado, as correntes de ar próximas podem tornar a nuvem instável, o que amplia o ângulo.

Ângulos também produzem nuvens largas mais superfícies próximas que são queimados.

Um incêndio que se desenvolve e cresce em um combustível especial vai primeiro produzir padrões consistentes com um pequeno fogo, ou seja, cone invertido, assumindo que há uma superfície perto o suficiente sobre a qual produza esses padrões. Como a taxa de libertação de calor e aumento da altura da chama, este padrão de cone invertido é muitas vezes obscurecido pela formação do padrão subsequente, isto é, colunar. Do mesmo modo, o padrão colunar é muitas vezes obscurecido pelo padrão de V que se forma quando o fogo continua a crescer. Os padrões anteriores serão observáveis somente se o fogo se apaga por causa da repressão, falta de oxigênio, ou o esgotamento de combustível. Por esta razão, a observação destes padrões dá o investigador visão sobre o palco do fogo do desenvolvimento, a taxa de incêndio crescimento de um determinado combustível, e a taxa de libertação de calor de um pico em particular de combustível no momento em que foi suprimido. Deve também ser entendido que a falta de um observável invertido cone, ampulheta, ou padrão colunar após um incêndio é suprimida não

significa que não estava presente no início do crescimento do fogo. Se o fogo atinja abrasamento e quarto envolvimento completo, os padrões formados no início do crescimento do fogo são frequentemente alterados pela intensa transferência de calor convectivo e radiante.

**4.2.2 Padrões gerados pela ventilação.** O sopro de ar sobre brasas vai elevar suas temperaturas e pode gerar calor suficiente para derreter metais. Mais calor é transferido por convecção que a velocidade do gás aumenta a quente. Estes fenômenos podem explicar a presença de inúmeros padrões de combustão.

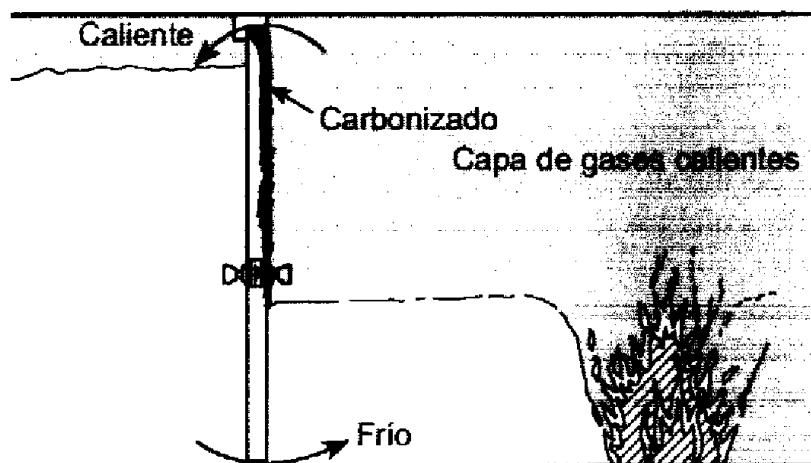
O fluxo de ar sobre brasas ou cinzas pode elevar as temperaturas alto o suficiente para formar buracos no chão. Se um edifício queima extensivamente e colapsa, brasas enterradas nos escombros pode produzir buracos no solo. Uma vez que é feito um orifício, o ar pode fluir para cima através do furo, e a velocidade de queima pode aumentar.

Interpretação cuidadosa desses padrões deve ser exercido, uma vez que podem ser confundidas para padrões originários de líquidos inflamáveis. Buracos no chão podem ser causados pela combustão de incandescência, a radiação, ou um inflamável líquido. Porque a superfície abaixo de um líquido permanece fria (ou pelo menos, abaixo do ponto de ebulição do líquido) até que o líquido seja consumido, buracos no chão da queima de líquidos inflamáveis podem resultar quando o líquido inflamável tenha umedecido o chão ou tenha sido acumulado abaixo do nível do chão. Outros elementos para além do furo ou da sua forma é necessária para confirmar a causa de um determinado padrão (Ver 4.3.3, 4.16.1.4 e 4.17.7.2.).

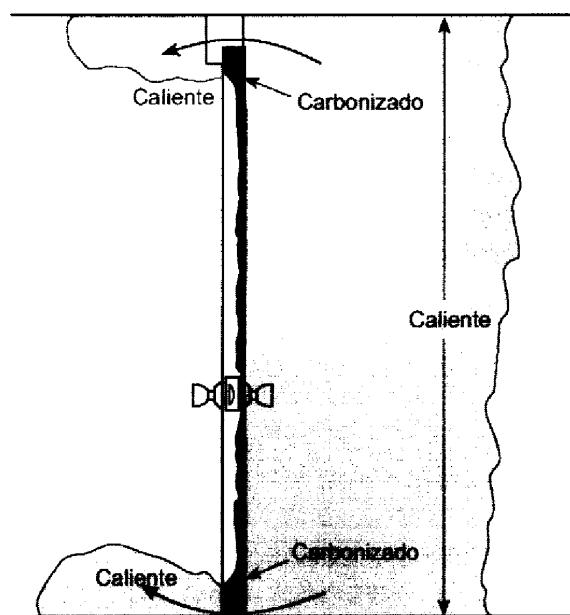
Quando uma porta está fechada em um incêndio, gases quentes (sendo isqueiro) pode escapar através do espaço na parte superior da porta fechada, resultando em carbonização. O ar frio pode entrar no compartimento na parte inferior da porta, como mostrado na Figura 4.2.2 (a). Em ambiente em que o incêndio esteja totalmente desenvolvido, onde os gases quentes se espalham pelo piso, os gases quentes podem passar por baixo da porta e provocar a carbonização por baixo da porta e, eventualmente, através do limiar, como em Figura 4.2.2 (b). Carbonização também pode ocorrer se os detritos incandescentes caem contra a porta por dentro ou por fora Veja Figura 4.2.2 (c). Ventilação de incêndios e gases quentes através de janelas, portas ou outras aberturas na estrutura aumenta significativamente a

velocidade do fluxo ao longo de materiais combustíveis. Além disso, fogos bem ventilados queimam com taxas de liberação de calor mais elevadas. Estes fatores, combinados com temperaturas mais altas de radiação, podem atuar para queimar a madeira a uma taxa superior e pode derrubar o concreto ou deformar componentes metálicos. Áreas de grande dano são indicadores de uma taxa de libertação de calor elevado, e os efeitos da ventilação, ou da longa exposição. Essas áreas, no entanto, nem sempre são o ponto de origem do fogo. Por exemplo, o fogo poderia se espalhar a partir de combustíveis de queima lenta para combustíveis de queima rápida com o último produzindo danos maiores.

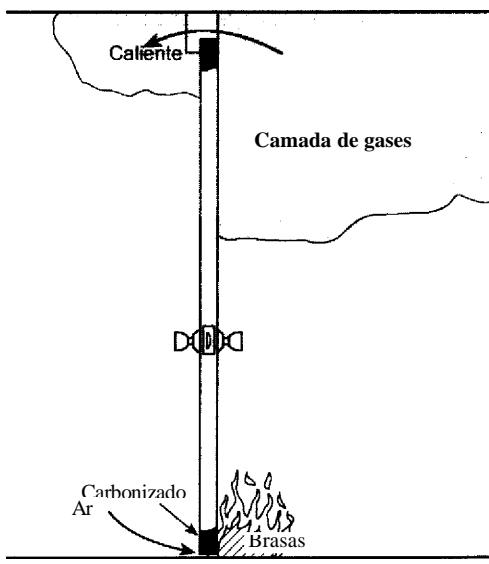
**FIGURA 4.2.2(a) Correntes de ar ao redor da porta**



**FIGURA 4.2.2(b) Gases quentes por baixo da porta.**



**FIGURA 4.2.2(c)** Brasas queimando na base de uma porta



4

.2.2.  
1  
Efeit  
os  
da  
Vent  
ilaçã  
o no

**ambiente na magnitude e localização das marcas.** A ventilação do compartimento de origem do fogo tem um grande efeito sobre a taxa de libertação de calor e crescimento de um incêndio, e por essa razão afeta bastante a formação de padrões. Em limitado, em grande escala de testes, verificou-se que padrões indicam áreas de queimada intensa distante do ponto de origem que foram observados e mostraram ser afetados apenas pelos efeitos de ventilação. Este resultado foi observado em ambientes que tinham condições de flashover em que áreas de queimadas limpas foram produzidos sob uma janela que fora quebrada durante o incêndio, a partir da origem. Observou-se em itens de mobiliário localizados em áreas de queimada intensa perto de uma abertura da porta como padrões de cone truncado em paredes opostas às aberturas de portas.

**4.2.3 Formato das camadas de gases quentes.** O fluxo de radiação da camada de gases quentes pode produzir danos as superfícies superiores dos conteúdos e materiais de revestimento do piso. Esse processo geralmente começa quando o ambiente dentro da sala encontra-se em condições de flashover. Danos similares aos pavimentos de calor radiante ocorre com frequência em espaços adjacentes e fora dos cômodos que estão totalmente envolvidos no incêndio. Danos no corredor do andar e varandas são exemplos. Se o fogo não propagar-se com envolvimento de toda o cômodo (ver 3-5.3.2), o dano pode incluir a formação de bolhas, carbonização, ou fusão da pintura. Superfícies protegidas podem não

apresentar dano. Neste momento do desenvolvimento do fogo, uma linha de demarcação representando a parte inferior da camada de gás quente pode formar nas superfícies verticais. Os danos produzidos geralmente são uniforme, exceto onde há queda, queima de itens isolados que se inflamam facilmente, ou áreas protegidas. É improvável que seja produzido danos na parte inferior dos móveis abaixo do fundo da camada de ar quente.

**4.2.4 Padrões gerados pelo envolvimento completo do cômodo.** Se um incêndio progride para envolvimento de toda a sala (ver 3-5.3.2), os danos causados em níveis inferiores ao cômodo, até incluindo o solo, pode ser mais extensa devido aos efeitos de um elevado fluxo de radiação e calor emitidos pela convecção da camada de gás quente à medida que vai descendo. Os danos podem incluir carbonização da parte inferior dos móveis, queima de tapete debaixo dos móveis, queima uniforme em torno de pernas de mesa, a queima de rodapés e parte inferior das portas, e do revestimento dos pisos e cantos. Além disso, furos podem ser formados pela queima em tapete e pisos. Se houver poucas queimaduras, devemos levar em conta os efeitos de áreas protegidas e pisos muito ocupados (ver 4-17.7.2 e 4-18.2). Embora o grau de dano aumente com o tempo, as condições extremas que ocorrem quando há envolvimento de todo ambiente pode produzir grandes danos em poucos minutos, dependendo da ventilação e combustíveis presentes.

**4.3 Padrões de marcas do fogo.** Marcas de fogo são os efeitos físicos visíveis ou mensuráveis que permanecem após um incêndio. Estes incluem efeitos térmicos em materiais, tais como carbonização, oxidação, o consumo de combustíveis, depósitos de fuligem e fumaça, distorção, fusão, mudança de cor, mudanças no caráter de materiais, colapso estrutural, e outros efeitos.

**4.3.1 Linhas ou zonas de demarcação.** As linhas ou zonas de demarcação são áreas definidas pelas diferenças de certos efeitos produzidos pela fumaça e calor do fogo em diferentes materiais. Aparecem na área afetada e áreas adjacentes menos ou nada afetados. As linhas e áreas de demarcação e suas consequentes marcas do fogo produzidas, dependem de uma combinação de variáveis: o próprio material, o quantidade de calor liberado pelo fogo, as atividades de extinção de incêndio, a temperatura da fonte calor, a ventilação e a quantidade de tempo que o material tenha sido exposta ao calor. Por exemplo, um material em particular pode apresentar a mesma marca de exposição ao calor de uma fonte de baixa

temperatura por um longo período que a produzida por uma fonte de altas temperaturas por pouco tempo de exposição. O investigador deve levar em conta a análise das marcas do fogo.

**4.3.2 Efeito de superfície.** A natureza e o material da superfície que contém o padrão de fogo vai ter influenciar a forma e a natureza do próprio padrão.

A forma e textura da superfície podem afetar o forma real das linhas de demarcação observadas com aumento ou diminuição da quantidade de pirólise e de combustão por áreas de superfícies diferente. Se tanto uma superfície lisa e áspera do mesmo material são expostas à mesma fonte de calor, a superfície mais áspera vai produzir mais danos. Este efeito é o resultado da turbulência dos gases quentes que interagem com a superfície, bem como um aumento da relação superfície/massa. Diferentes revestimentos de superfície, tais como tintas, telhas, tijolo, papel de parede, gesso, e assim por diante, pode aumentar ou diminuir a taxa de degradação por calor ou queima.

Superfícies combustíveis escurecem ou mancham no início da pirólise, se queimados apresentam vários estágios de carbonização, incluindo a perda total do material. Superfícies não combustíveis, tais como materiais minerais ou metais, podem apresentar mudança de cor, oxidação, distorções físicas, ou fusão.

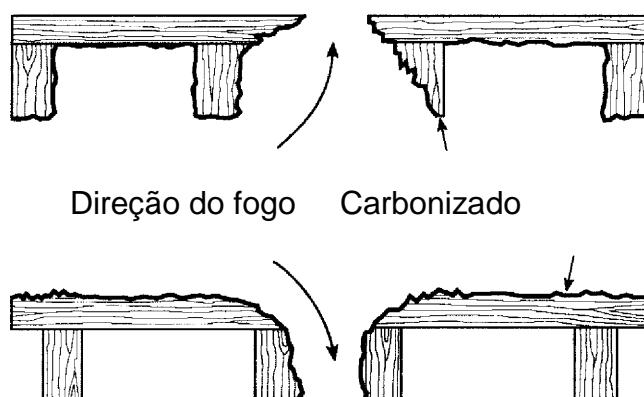
**4.3.3 Penetração em superfícies horizontais.** Penetração de superfícies horizontais, por cima ou por baixo, pode ser causada pelo calor radiante, por exposição direta às chamas, ou criação de brasas localizadas, com ou sem os efeitos da ventilação.

Penetrações por baixo são muitas vezes consideradas incomum porque a direção mais natural do movimento do calor é para cima, através da ação de flutuabilidade. Em pleno flashover do compartimentos, no entanto, os gases quentes, podem ser forçados através de aberturas de pequeno porte pré-existentes no chão, resultando em uma penetração. Penetrações também podem surgir como resultado da queima intensa nos itens de mobiliário, como poliuretano, colchões, sofás ou cadeiras. As chamas ou brasas sob pavimentos ou telhados colapsados também pode levar à penetração de cima para baixo. O investigador deve observar e analisar as penetrações de cima para baixo, como furos no solo ou na superfície das mesas.

Para saber se um furo em uma superfície horizontal foi criado por cima ou por

baixo, deve ser identificados por um exame das faces inclinadas do furo. Os lados inclinados para cima e para baixo em direção ao furo são indicadores de que o fogo veio de cima. Se os lados do buraco são mais largos na parte inferior e curvam-se para o centro do orifício indicam que o fogo veio de abaixo. (Veja a Figura 4-3.3)

**Figura 4.3.3** Marcas produzidas pelo fogo por cima e por baixo.



Outro meio confiável de determinar se um incêndio é proveniente da parte de cima da superfície ou de baixo é para comparar o grau de destruição dos dois níveis separados pela superfície. Se o fogo for proveniente da parte de cima da superfície, o dano ao lado inferior da superfície penetrado será mais extensa quando comparada com a do lado superior. O inverso é verdadeiro, quando o fogo for proveniente da parte de baixo da superfície.

Presume-se, assim, que num incêndio pode-se produzir movimento do fogo através de um furo tanto para cima quanto para baixo. O investigador deve ter em mente que apenas o último movimento através do orifício pode ser evidente.

**4.3.4 Perda de material.** Normalmente, quando a madeira ou outras superfícies combustíveis queimam, há perda de material e de massa. As formas e quantidades de combustíveis restantes podem produzir linhas de demarcação e, em última análise, os padrões de fogo a ser analisado pelo investigador.

Por exemplo, o fato de os topo das vigas de parede de madeira serem queimadas progressivamente em alturas inferiores, pode-se aplicar a análise das marcas em "ponta e seta" para analisar a propagação do fogo.

**4.3.5 Lesões das vítimas.** O investigador deve observar cuidadosamente e documentar a posição e condição das vítimas do fogo e sua relação com outros objetos ou vítimas. Relatórios de autópsia e registros médicos podem fornecer

informações úteis sobre danos por queimadura. Por exemplo, gravar padrões de danos e áreas protegidas pode ser usado de uma maneira semelhante como danos em mobiliário e outros artigos discutidos nas secções anteriores.

**4.4 Tipos de marcas de fogo.** Existem dois tipos básicos de marcas padrões do fogo: as produzidas pelos movimentos e as produzidas e os produzidos pela intensidade. Estes tipos de padrões são definidos em grande parte, pela dinâmica de incêndio discutido no capítulo 3. Muitas vezes, um uso sistemático de mais de um tipo de marca de fogo em uma cena de incêndio pode ser usado em combinação para se chegar na fonte de calor que os produziu. Alguns padrões podem apresentar aspectos definidos tanto de movimento quanto de intensidade (calor / combustível).

**4.4.1 Padrões de movimento.** Padrões de chama e de movimento de calor são produzidos pelo propagação e movimento do fogo e dos produtos da combustão inicial de uma fonte de calor. Se precisamente identificados e analisados, estes padrões podem auxiliar na identificação da origem da fonte de calor que o produziu.

**4.4.2 Padrão de intensidade (calor).** As marcas padrões de intensidade de calor das chama são produzidos pela resposta dos materiais para os efeitos de diferentes intensidades de sua exposição ao calor. Os vários efeitos de calor em um determinado material pode produzir linhas de demarcação. Estas linhas de demarcação podem ser úteis para o investigador na determinação das características e quantidades de materiais combustíveis, bem como a direção de propagação do fogo.

**4.5 Efeito da carbonização sobre as superfícies.** Muitas superfícies são decompostas com o calor do incêndio. Os aglutinantes da pintura são carbonizado e a cor da superfície pintada escurece. Papel de parede e superfície do papel de gesso são queimadas quando aquecidas. As superfícies plásticas em paredes, pisos, mesas, ou contadores também são descoloridas, derretem ou fundem-se. Superfícies de madeira são queimadas, mas por essa queima ser muito significativa será tratada detalhadamente em 4.5.1 a 4.5.5.

O grau de descoloração e carbonização pode ser comparada com as áreas adjacentes para encontrar as áreas mais queimadas.

**4.5.1 Madeira carbonizada.** Madeira carbonizada podem ser encontrada em quase todos os incêndios estruturais. Quando exposta a temperaturas elevadas, a

madeira sofre decomposição química que expele gases, vapor de água, e vários produtos da pirólise como fumaça. Os resíduos sólido que permanecem são principalmente carbono. A medida que se forma, a madeira carbonizada encolhe, pois forma e desenvolve rachaduras e bolhas.

**4.5.2 Velocidade de carbonização.** A profundidade da parte carbonizada não deve ser invocado para determinar a duração da combustão. A regra da taxa de carbonização de madeira de pinheiro de 2,54 cm (1 pol) em 45 minutos é baseado em um conjunto testes realizados em laboratório em um forno de ensaio. Incêndios podem queimar com mais ou menos intensidade em condições não controladas quando comparada com as condições controladas em laboratório. Taxas de queima em laboratório real de exposição ao calor pode variar a partir de 1 cm (0,4 pol) por hora a 390 ° C (750 ° F) a 25,4 cm (10 pol) por hora a temperaturas próximas 1090 ° C (2000 ° F) em incêndios intensos. Mesmo estes números variam de acordo com o espécies de madeira, a orientação do grão, teor de umidade, e outras variáveis. A taxa de carbonização é também uma função da velocidade gases de calor e as condições de ventilação. Gases em movimento rápido ou ventilação podem produzir a carbonização rápida.

A taxa de carbonização e queima de madeira em geral, não tem nenhuma relação com a sua idade, uma vez que a madeira esteja desidratada. A madeira tende a ganhar ou perder umidade de acordo com a umidade e temperatura ambiente. Assim, madeira velha seca não é mais combustível que a madeira nova que fora desidratada em estufa, se eles tiverem sido expostos as mesmas condições atmosféricas.

Em geral, se investiga a natureza dos elementos carbonizados para investigar os combustíveis queimados em um incêndio, levando-se em consideração todas as possíveis variáveis que podem afetar a velocidade e a gravidade da combustão.

**4.5.3 Profundidade da parte carbonizada.** Análise da profundidade de carbonização é mais confiável para avaliar a propagação do fogo que o estabelecimento de tempo específicos da combustão ou intensidade de calor proveniente de materiais adjacentes aos queimados. Ao medir a profundidade e extensão relativa da carbonização, o investigador pode ser capaz de determinar quais as porções do material ou pilar foram expostos por mais tempo a uma fonte de

calor. A profundidade relativa da parte carbonizada entre os pontos é a chave para o uso adequado dessa análise - localizar os lugares onde foram produzidos danos mais graves devido à exposição, ventilação, ou localização do combustível.

O investigador pode, então, deduzir a velocidade de propagação do fogo, pois as partes menos carbonizadas são as que encontram-se mais longe da fonte de calor.

**4.5.3.1 Diagrama de profundidade do carbonizado.** As linhas de demarcação que não são óbvias podem, frequentemente, ser identificados por análise de um processo de medição e mapeamento da profundidades da carbonização em um diagrama. Desenhando linhas que ligam pontos de igual profundidade de queimadas pode-se identificar as linhas de demarcação.

**4.5.3.2 Análise da profundidade do carbonizado.** Algumas variáveis chaves afetam a validade das análises do padrão de carbonização. Por exemplo:

(A) Uma ou múltiplas fontes de calor ou de combustíveis, que criam os padrões de carbonizados a ser medidos. A medida da profundidade de carbonizado pode ser útil para identificar se há mais de uma fonte de calor.

(B) Só é possível comparar medida de queimados de materiais idênticos. Seria inútil comparar a profundidade de carvão a partir de uma viga de madeira de 2x4 polegadas com a de um painel de revestimento de parede que esteja ao lado.

(C) Fatores de ventilação influenciam na velocidade de combustão. A madeira pode apresentar uma parte carbonizada mais grossa se estiver adjacente a uma fonte de ventilação ou uma abertura onde os gases quentes da combustão pode escapar.

(D) A coerência técnica e método de medição. Para comparar duas partes carbonizadas deve-se utilizar a mesma ferramenta e mesma técnica. [Ver capítulo 13]

**4.5.3.3 Medida da profundidade do carbonizado.** A chave para se obter descrições exatas é a coerência no método de medir a profundidade do material carbonizado. Para se obter boas medidas não são adequados instrumentos com pontas afiadas, como navalhas de bolsos, pois a sua ponta pode penetrar na parte da madeira que não está carbonizada.

O ideal é utilizar instrumentos de extremidades arredondada, tais como certos tipos de pinças, medidores de profundidade do piso do pneu, ou de régua metálica especificamente modificado.

As medidas que se quer obter devem ser obtidas com o mesmo instrumento de medida. Ademais para obter resultados mais precisos deve-se procurar fazer a mesma pressão ao introduzir a régua cada vez que se mede.

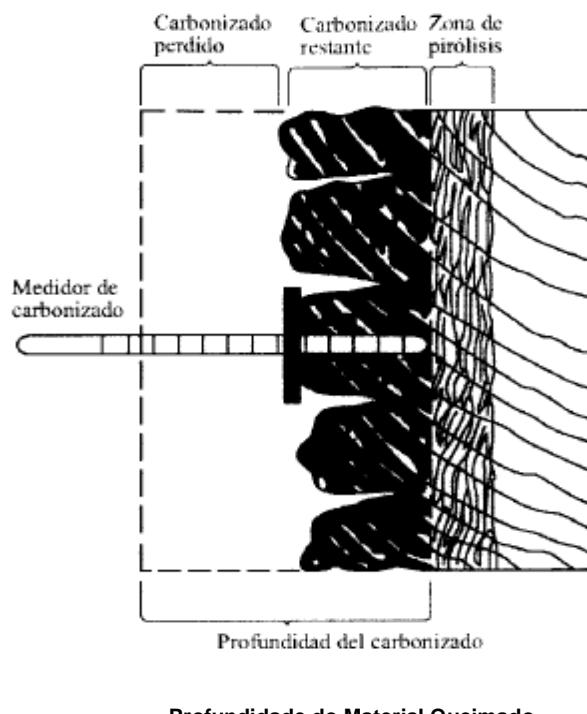
As medidas do material carbonizado (ver Figura 4-5.3.3(a), deve ser feita no centro de bolhas da queimadura, em vez de dentro ou perto das fendas entre bolhas. Os calibradores duplos com sondas profundas de secção transversal redonda, mostrados na Figura 4.5.3. (b), são excelentes ferramentas de medição de profundidade de carvão. A figura 4.5.3 (c) ilustra a sua utilização.

Ao determinar a profundidade de da parte carbonizada, o pesquisador deve levar em consideração toda a madeira queimada que foram completamente destruídas pelo fogo e adicione a essa profundidade a falta de madeira para a medição global da profundidade.

#### **4.5.4 Profundidade do material carbonizado com gases combustíveis.**

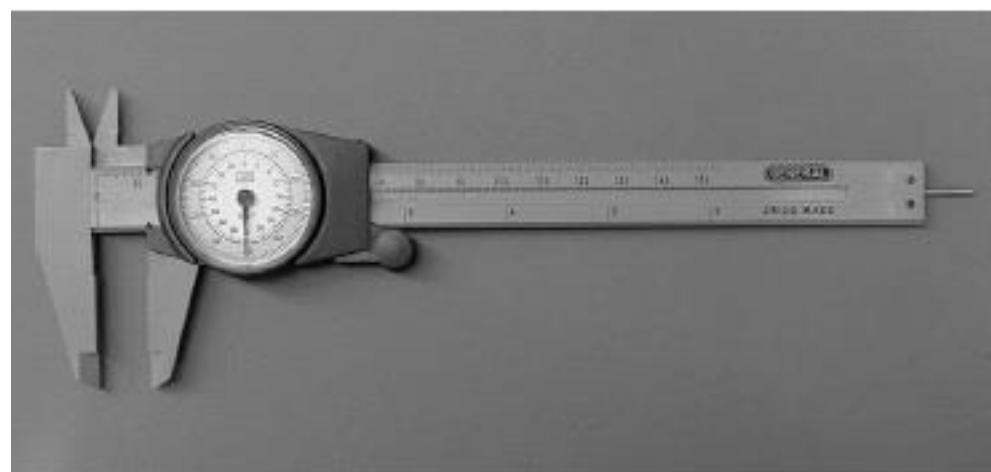
Quando a fonte inicial de um incêndio são fontes de combustível gasosos, são produzidos área carbonizados relativamente profunda em toda a cobertura da superfície. Mudanças progressivas em profundidade de carvão que são usados pelos investigadores para rastrear propagação do fogo pode existir somente naquelas áreas para onde o fogo se espalha a partir das posições iniciais dos gases combustíveis acumulados.

**FIGURA 4.5.3.3(a)** Medição da madeira carbonizada.

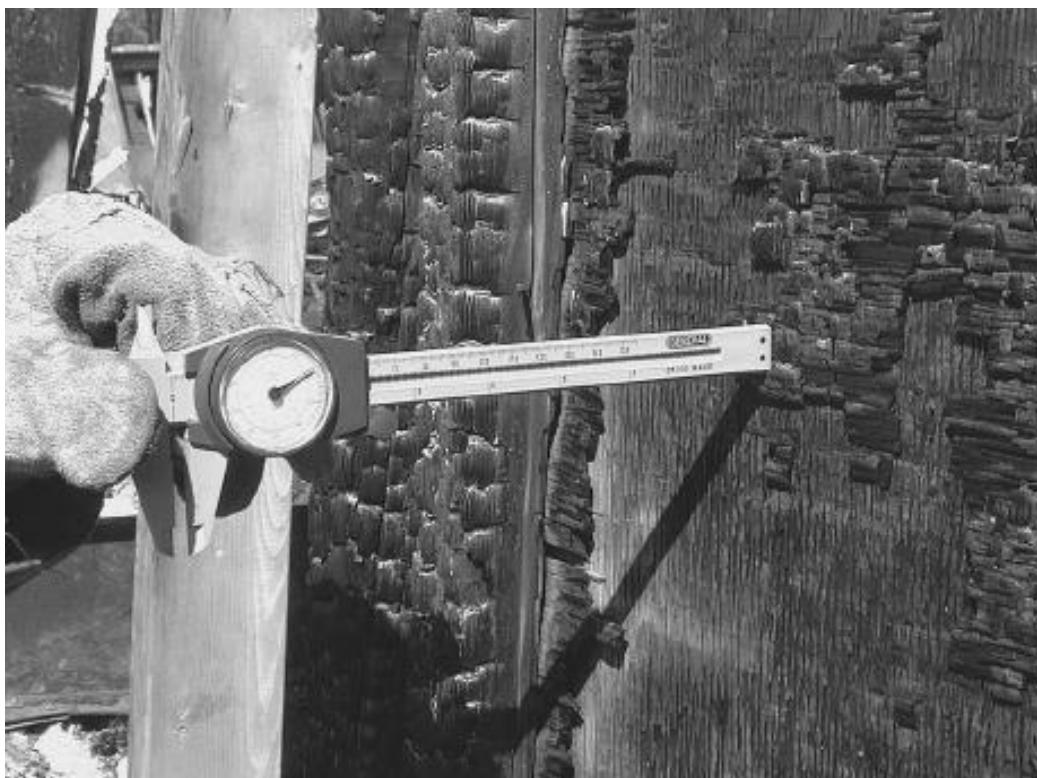


Profundidade do Material Queimado

**FIGURA 4.5.3.3(b)** Calibradores duplos sondas profundas.



**FIGURA 4.5.3.3(c)** Utilização de calibradores duplos para medir a profundidade da madeira carbonizada.



Na mais profunda carbonização pode existir uma estreita proximidade com o ponto de fuga de gás, de modo que a queima pode continuar ali mesmo depois que quantidade inicial de gás é consumido. Esta zona pode estar altamente concentrada por causa dos jatos de gás pressurizado que podem existir no ponto de vazamento. Isso pode ajudar o perito na localização do vazamento.

**4.5.5 Interpretação do material carbonizado.** A aparência do material carbonizado e rachaduras são consideradas significativas pela comunidade de investigação de incêndio para além do que tem sido observados em experimentos controlados. Tem sido amplamente afirmado que a presença de grandes fendas escuras é a prova de que existiu um acelerador líquido no incêndio. Isso é um erro. Estes tipos de fendas podem ser encontrados em diferentes tipos de incêndios. Não há justificativa de que o aparecimento de rachaduras curvas seja um indicativo exclusivo da presença de um acelerador. A figura 4.5.5 ilustra a variabilidade de rachaduras carbonizadas, mostrando madeiras expostas ao mesmo fogo

**FIGURA 4.5.5** Variabilidade das rachaduras carbonizadas.



Ás vezes se diz que o aspecto superficial da parte carbonizada (escura, brilhante ou colorida) tem uma relação com o uso de hidrocarbonetos como aceleradores da propagação do incêndio. Não foi provado cientificamente tal correlação, de modo que ao perito é aconselhado determinar a taxa de crescimento do fogo ou acelerador com base apenas no aparecimento de carbonizado.

A profundidade das rachaduras é muitas vezes utilizada para estimar a duração de um incêndio. A taxa de carbonização da madeira varia muito, dependendo das variáveis a seguir:

- (1) A taxa e duração do aquecimento;
- (2) Os efeitos da ventilação;
- (3) A relação superfície / peso;
- (4) A direção, orientação e tamanho do grão da madeira;
- (5) Tipo de madeira (pino, abeto, carvalho, etc.);
- (6) O teor de umidade da madeira;
- (7) O tipo de revestimento de madeira.

O perito deve ter cuidado ao estabelecer o tempo de combustão baseado exclusivamente na espessura da parte carbonizada.

**4.6 Fragmentação.** A fragmentação (escamação) é contra a força de tensão da superfície do concreto, alvenaria, ou tijolo causado pela exposição a altas temperaturas e taxas de aquecimento produzidas por forças mecânicas no interior do material. Acredita-se que estas forças são provenientes de uma ou algumas das seguintes características:

- (1) A umidade presente no concreto não curado ou “verde”;
- (2) A expansão diferencial entre o aço e o próprio concreto armado;
- (3) A ampliação do diferencial entre concreto e o agregado isso é mais comum com agregados de silício).
- (4) A dilatação diferencial das camadas superficiais de camadas acabados de grão fino e as camadas interiores mais rústicas;
- (5) ampliação do diferencial entre a superfície exposta ao fogo e o interior da laje.

A fragmentação das superfícies de concreto ou de alvenaria pode ser causada pelo calor, pelos produtos químicos de congelamento ou abrasão. Pode ser introduzido mais facilmente em superfícies mal formuladas ou mal acabadas. A fragmentação é caracterizada por linhas diferentes de estrias e a perda de material da superfície que produz rachaduras, quebras, lascas ou formação crateras na superfície.

Fragmentação de concreto, alvenaria ou tijolo está associada frequentemente à altas temperaturas causadas pela queima de acelerador. Enquanto fragmentação pode envolver altas taxas de liberação de calor ou uma rápida mudança na temperatura, um acelerador não precisa ser envolvido. O mecanismo principal de fragmentação é a expansão ou contração da superfície, enquanto o resto de massa se expande ou contrai a uma velocidade diferente.

As zonas fragmentadas podem aparecer com uma coloração mais clara do que as áreas adjacentes. Esta perda de calor pode ser causada pela exposição do material de superfície limpa. Áreas adjacentes tendem, também, a ter depósitos de material.

Outro fator na fragmentação do concreto é a carga e tensão do material no momento do incêndio. Uma vez que estas áreas de altas tensões ou altas cargas não podem estar relacionada com o local do fogo, fragmentação de concreto na parte inferior do teto e vigas podem não estar diretamente sobre a origem do incêndio. (Veja a Figura 4.6)

**FIGURA 4.6** Fragmentação do teto



**4.6.1 Interpretação da fragmentação.** No passado, a fragmentação do concreto em uma cena de incêndio foi pensado como sendo indicativo positivo de um acelerador de incêndio que envolve líquido. O rápido resfriamento de uma massa aquecida de concreto, tijolo ou alvenaria também pode causar fragmentação. Uma fonte comum de resfriamento rápido em um incêndio é a extinção por água.

A presença ou a ausência de fragmentação a uma cena de incêndio não deve, por si só, ser interpretado como um indicador da presença ou ausência de catalisador de combustível líquido. A presença de líquidos inflamáveis normalmente não irá causar estilhaçamento abaixo da superfície do líquido. A capacidade da superfície para absorver ou reter o líquido pode ser um fator na produção de fragmentação, especialmente em superfícies horizontais, como pisos de concreto. Por exemplo, é pouco provável que lasque um piso de concreto pintado ou impermeabilizado. O desenvolvimento de calor rápido e intenso a partir de um líquido inflamável e o fogo pode causar fragmentação em superfícies adjacentes, ou um incêndio resultante pode causar lascamento na superfície após o líquido inflamável queimar.

Essa fragmentação pode ocorrer a partir de diferentes fontes de incêndios, e é desejável identificá-la para determinar seu estado antes do incêndio. Em geral, deve notar-se a importância da fragmentação para o perito de incêndio, que deve documentar e analisar a partir de uma fonte de calor.

**4.7 Oxidação.** A oxidação é um processo químico básico associado a combustão. A oxidação de alguns materiais que não se queimam pode produzir linhas de demarcação e marcas do fogo que podem ser utilizados pelos peritos. A esses efeitos, a investigação pode ser definida como a combinação de oxigênio com substâncias tais como metais, pedra ou terra, que dá lugar a altas temperaturas.

Os efeitos da oxidação, entre outros, é a alteração na coloração e da textura. Quanto maior a temperatura e o tempo de exposição, mais acentuados serão os efeitos da oxidação. Quanto mais elevada for a temperatura e mais longo o tempo de exposição, mais acentuados os efeitos da oxidação serão. Quando suavemente aquecido o aço galvanizado frio, a oxidação da camada de zinco torna esta superfície fosca e esbranquiçada. Isto também elimina a oxidação do zinco que fornece proteção para o aço. Se o aço desprotegido fica molhado por algum tempo, irá enferrujar. Assim, pode-se haver um padrão oxidação comparando com uma não oxidação do aço galvanizado.

Quando o ferro não revestido ou aço é oxidado em um incêndio, a primeira superfície recebe uma coloração azul-acinzentado. A oxidação pode continuar a aumentar as camadas de óxido que pode descamar. Após o fogo, se o metal estiver molhado, o óxido de cor de ferrugem habitual pode aparecer. Em superfícies de aço inoxidável, a oxidação leve pode produzir borda colorida e oxidação grave vai dar uma cor cinza fosco.

O cobre forma um óxido vermelho escuro ou preto quando exposto ao calor. A cor não é significativa. O que é significativo é que a oxidação pode formar uma linha de demarcação. A espessura do óxido depende da duração e da intensidade da exposição (fluxo de calor) para o fogo ou mais calor. Quanto mais ela é aquecida, maior a oxidação. Estas mudanças de cor podem formar linhas de demarcação. Padrões de queimadura criados em armários de metal do aparelho pode ser útil na determinação da origem do fogo e direção de propagação. Rochas e solo, quando aquecidos a temperaturas muito elevadas, muitas vezes, alteram as cores que

podem variar de amarelo para vermelho.

A fuligem e carvão também são oxidados. A camada escura da superfície parede drywall, depósitos de fuligem e pintura continuamente exposto ao calor do fogo, podem ser oxidados. O carvão é oxidado para gases e desaparece da superfície onde foi depositado. (Veja a Seção 4.11.)

**4.8 Fusão dos materiais.** A fusão de um material é uma mudança física produzida pela reação causada pelo calor. As bordas entre as partes fundidas e sólidas de um material fusível pode fornecer linhas de demarcação de calor e temperatura que o perito pode usar para definir as marcas deixadas pelo fogo.

Muitos materiais sólidos amolecem ou derretem a temperaturas elevadas, que podem variar a partir de algo mais do que temperatura ambiente para milhares de graus. Cada material tem sua temperatura ou faixa específica de temperaturas de fusão (ver Tabela 4-8).

**Tabela 4.8** Temperaturas aproximadas de fusão dos materiais mais comuns

Material	°F	°C
Alumínio (ligas) b	1050-1200	566-650
Alumínio a	1220	660
Latão (amarelo)	1710	932
Latão (verelho)b	1825	996
Bronze (alumínio)b	1800	982
Ferro undido (cinza)a	2460-2550	1350-1400
Ferro fundido (branco)a	1920-2010	1050-1100
Cromo a	3350	1845
Cobre a	1981	1082
Tijoto fogo (isolante)a	2980-3000	1638-1650
Vidro a	1100-2600	593-1427
Dourado	1945	1063
Ferro a	2802	1540
Chumbo a	621	327

Magnésio (AZ31B liga) <sup>b</sup>	1160	627
Níquela	2651	1455
Parafinaa	129	54
Plástico (termo)		
ABSD	190-257	88-125
Acrílico	194-221	90-105
Nylond	349-509	176-265
Polietilenod	251-275	122-135
Polistirenod	248-320	120-160
Polivinílicod	167-221	75-105
Platinaa	3224	1773
Porcelanaa	2820	1550
Pote metalicoe	562-752	300-400
Quartzo (SiO <sub>2</sub> ) <sup>a</sup>	3060-3090	1682-1700
Prataa	1760	960
Solda (estanho)a	275-350	135-177
Açol (inox) <sup>b</sup>	2600	1427
Aço (carbono) <sup>b</sup>	2760	1516
Estanhoa	449	232
Wax (parafina) <sup>c</sup>	120-167	49-75
Pote metalico brancoe	562-752	300-400
Zincoa	707	375

---

<sup>a</sup>De Baumeister, Avallone, and Baumeister III, Manual Standard de Marcas para Ingenieros Mecanicos (*Mark's Standard Handbook "Or Mechanical Engineers*).

<sup>b</sup>De Lide, ed., Manual de Fisica y Quimica (*Handbook of chemistry and Physics*).

<sup>c</sup>De NEPA Guia de Protecion contra el Fuego de Materiales Peligrosos (*Fire*

*Protection Guide to Hazardous Materials).*

<sup>d</sup>De Manual de Plasticos (*Plastics Handbook*).

<sup>e</sup>De Glick and Gieck. Formulas de Ingenieria (*Engineering Formulas*).

As temperaturas de fusão dos materiais mais comuns vão desde apenas 170 a 188°C (338 a 370°F) para os materiais utilizados em soldas, até 1.460°C (2.660°F) para o aço. Quando se encontram metais nos resíduos dos restos de incêndio, se pode extrair algumas conclusões sobre a temperatura dos mesmos. Os termoplásticos se fundem a temperaturas bem mais baixas, que vão desde 93°C (200'1') aproximadamente a cerca de 400°C (750°F). Também se pode ser consumidos durante o incêndio. Para tanto, a fundição dos plásticos pode dar informações sobre a temperatura, mas principalmente onde houver gases quentes, mas pouca ou nenhuma chama na área circundante.

O vidro se funde ou amolece em diferentes temperaturas. Portanto, também pode fornecer informações úteis sobre a temperatura durante um incêndio.

**4.8.1 Determinação da temperatura.** Se um perito conhece a temperatura aproximada da fusão de um material, pode-se haver uma estimativa da temperatura que tenha acometido o material fundido. Este conhecimento pode ajudar a avaliar a intensidade e duração do calor, seu movimento ou a quantidade de calor relativa liberada para os distintos combustíveis.

Quando se utiliza materiais como o vidro, plásticos e lata para fazer estimativas sobre a temperatura, o investigador deve tomar cuidado com isso, e colocar esses materiais para fundir em temperaturas diferentes. O melhor método quando se utiliza tais materiais como indicadores da temperatura, é coletar uma amostra e levar a um laboratório competente, para ser analisado preferencialmente por um especialista em materiais e metalurgia para confirmar sua temperatura de fusão.

A madeira e a gasolina queimam praticamente a mesma temperatura da chama. As temperaturas das chamas de difusão turbulenta de todos os hidrocarbonetos (plásticos e líquidos combustíveis) e combustíveis celulósicos, são aproximadamente as mesmas, embora cada material libere distinta quantidade de calor.

A temperatura que alcança um elemento em um dado lugar dentro de um edifício da área incendiada, depende da fonte de calor. A quantidade de calor depende da temperatura e da velocidade ar, as propriedades físicas e da geometria do elemento aquecido, a sua fonte de calor próxima a e a quantidade de energia de calor presente. Os metais queimados e as reações químicas são exotérmicas, e pode produzir temperaturas muito mais altas que os incêndios onde haja hidrocarbonetos ou combustíveis celulósicos.

As temperaturas que se podem identificar nos incêndios em edifícios, raramente permanecem a cima dos 1.040°C (1,900°F) durante muito tempo. A estas temperaturas identificamos o que se chama temperaturas efetivas em um incêndio, por que refletem os efeitos físicos que se podem definir em uma margem de temperatura. O perito pode analisar a fusão e amolecimento dos materiais, para ajudar a identificar se o incêndio tem mais energia calorífica que o esperado.

**4.8.2. Liga de metais.** A fusão de certos metais nem sempre ocorre quando as temperaturas do incêndio tenha sido superior ao seu ponto de fusão nominal. Pode ser causada por moagem.

Durante um incêndio, um metal com um ponto de fusão relativamente baixo pode escorrer para outros metais que muitas vezes não se fundem em incêndios. Este fenómeno pode também ocorrer quando partes componente de um objeto aquecido estão em contato uns com os outros. Se o metal de baixa temperatura de fusão, misturar-se a outro metal de maior temperatura de fusão, a mistura (liga) irá derreter a uma temperatura inferior à temperatura de fusão da maior temperatura de fusão do metal e, em alguns casos, menor do que a do outro metal. Exemplos de metais com temperatura relativamente baixa de fusão são o alumínio, zinco e chumbo. (Ver Tabela 4-8). Metais que podem ser afetados pela liga incluem o cobre e ferro (aço). Liga de cobre é frequentemente encontrado, mas a liga de ferro (aço) pode ser encontrada em apenas alguns casos de fogo sustentado.

Fiação de cobre e tubulação ou encanamentos são frequentemente afetados por liga. Gotejamentos metal fundido a baixas temperatura sobre a superfície pode ocorrer.

Com mais aquecimento, o metal de baixa temperatura ponto de fusão vai molhar a superfície e começam a misturar. O alumínio pode misturar através do fio

ou da parede do tubo para se obter uma liga amarela a cerca de 10 por cento de alumínio, mas que não é geralmente encontrada. Mais comumente, o alumínio vai misturar em proporções maiores e dar uma liga prateado frágil. A superfície do objeto de alumínio sobre a superfície do cobre podem aparecer cinzenta, e a superfície pode ser bastante escura perto da interface de cobre-alumínio. A liga de cobre com alumínio será muito frágil.

A mistura de zinco com o cobre gera uma liga amarelada. Como o zinco é menos comum que o alumínio em edifícios, liga de zinco não é frequentemente encontrada.

As ligas não são formadas facilmente com aço em incêndios. No entanto, se o alumínio ou zinco for aquecido durante um longo período de tempo com um objeto de aço, pode desenvolver um objeto ou furos na liga.

Se a evidência de incêndio contendo liga de alumínio e cobre é exposto ao tempo, a liga pode corroer, deixando furos em tubos ou extremidades cegas em fios. Estas bordas não terá a aparência de fusão.

Liga pode ser confirmada por análise metalúrgica, e ela pode ser identificada. Quando metais com altas temperaturas de fusão são encontrados por ter derretido devido à liga, não é uma indicação de que aceleradores ou elevadas temperaturas estavam presentes no incêndio.

**4.9 Expansão térmica e deformação de materiais.** Muitos materiais mudam de forma temporariamente ou permanentemente durante incêndios. Quase todos os materiais comuns expandem quando aquecido. A expansão pode afetar a integridade das estruturas sólidas quando são feitos de materiais diferentes. Se um material se expande mais do que um outro material em uma estrutura, a diferença em expansão podem fazer com que a estrutura falhe.

A flexão de vigas e colunas de aço em um incêndio acima cerca de 538°C (1000 °F) é causada pela perda progressiva de resistência do aço. A flexão não ocorre por causa fusão do material. A expansão térmica também pode ser um fator determinante da curvatura de uma viga, caso as extremidades da viga estejam apoiados.

Superfícies também estão sujeitas à expansão térmica. As partes mais quentes de paredes de gesso e tetos podem expandir e separar de seu apoio. Esta

quebra longe do gesso pode produzir linhas ou áreas de calor. A demarcação pode exibir marcas de V, U e padrões de cone truncado.

**4.10 Fumaça e fuligem.** Os combustíveis que contêm carbono pode formar fuligem em suas chamas. Derivados de petróleo e a maioria dos plásticos formam fuligem mais rapidamente. Esta fuligem vai se depositando nas paredes e tetos quando são tocadas pelas chamas. Um depósito específico mostra que houve uma especial carga de combustível. Também há depósitos de fuligem em superfícies por deposição. Tais depósitos de fuligem mostram apenas que a fuligem foi formada em sua redondeza, mas não indicam a fonte específica.

Fumaça e fuligem pode ser coletada em superfícies frias de um edifício ou seu conteúdo, muitas vezes em partes superiores das paredes em salas adjacentes ao incêndio. Fumaça, especialmente a parte latente de incêndios, tende a condensar nas paredes, janelas e outras superfícies mais frias. Como os depósitos de produtos de pirólise tendem a ser amplamente distribuído, eles não ajudam a localizar o ponto exato de origem.

Fumaças condensadas tem tons de marrom, enquanto que a fuligem é preto. Condensados de fumo pode ser úmido e pegajoso, fino ou grosso, ou secas e resinosa. Estes depósitos, após a secagem, não são facilmente apagadas. Onde houver chama aberta, os depósitos serão provavelmente uma mistura de fuligem e de fumo. Quando os depósitos de fumaça são posteriormente aquecido em um incêndio, o marrom depositado pode mudar de cor, textura e composição e pode ficar mais escura ou carbonizados.

Alguns incêndios podem produzir depósitos de fuligem apenas secos que são limpados facilmente de janelas ou outras superfícies. Pisos e superfícies de topo muitas vezes têm uma camada de fuligem que se instala sobre eles durante e após incêndios de fuligem.

Tanto o depósito de fumaça e fuligem carbonizada podem fixar-se em janelas ou outras superfícies por prolongada exposição ao fogo.

**4.11. Queima limpa.** Queimadura limpa é um fenômeno que aparece em superfícies não combustíveis quando a fuligem e fumaça condensadas, que normalmente seriam encontrados aderidas à superfície, é queimada. Isto produz uma área limpa adjacente às áreas escurecidas por produtos de combustão, tal

como mostrado na Figura 4.11.

Queimadura limpa é produzida mais comumente por contato direta da chama ou intenso calor irradiado.

Embora possam ser um indicativo de forte aquecimento em uma área, áreas de queima limpa por si só não necessariamente indicam as áreas de origem. As linhas de demarcação entre a queima limpa e áreas de depósito pode ser utilizado pelo investigador para determinar a direção de propagação do fogo ou diferenças na intensidade ou o tempo de queima.

**FIGURA 4.11** Combustão limpa em uma superfície de parede



O investigador deve ter cuidado para não confundir a área da queima limpa com fragmentação. Limpeza queimadura não mostra a perda de material da superfície que é uma característica de fragmentação.

**4.12 A calcinação.** O termo de calcinação é usado por peritos de incêndio para descrever as inúmeras mudanças que ocorrem na superfície de paredes de gesso durante um incêndio. A calcinação de autêntica parede de gesso envolve a separação da água, ligados quimicamente ao gesso, da gipsida. A calcinação implica uma alteração química do gesso para outro anidro mineral. Gesso calcinado torna-se menos exposto ao calor que o original, pré- fogo, gesso não calcinado. Quanto mais profunda a calcinação no gesso, maior a quantidade total de exposição

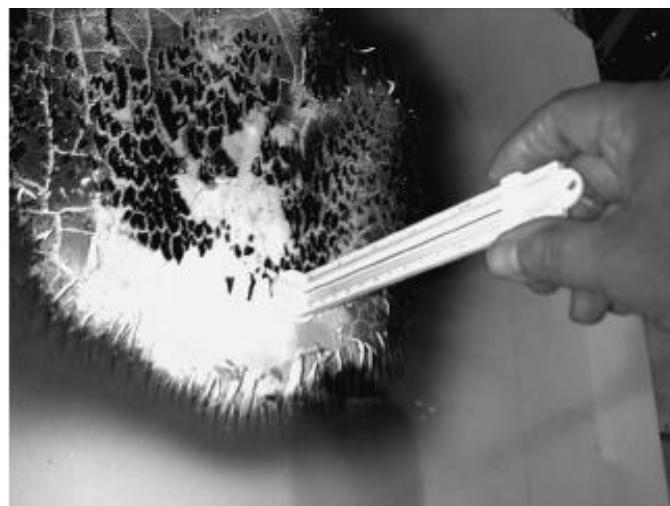
ao fogo (fluxo de calor e duração).

Gesso normal tem uma resposta a mais complexa do que o emplastro de calor. Primeiro, a superfície do papel está carbonizado e queimada. O a face do gesso exposta ao fogo contém cinzas formadas por carbonização de ligantes orgânicos e amaciadores. Em aquecimentos maiores, as cinzas desaparecem e a superfície do papel com a face de trás é carbonizada. O gesso podem permanecer na vertical sobre a parede, porém também pode sobre a superfície demasiadamente quente.

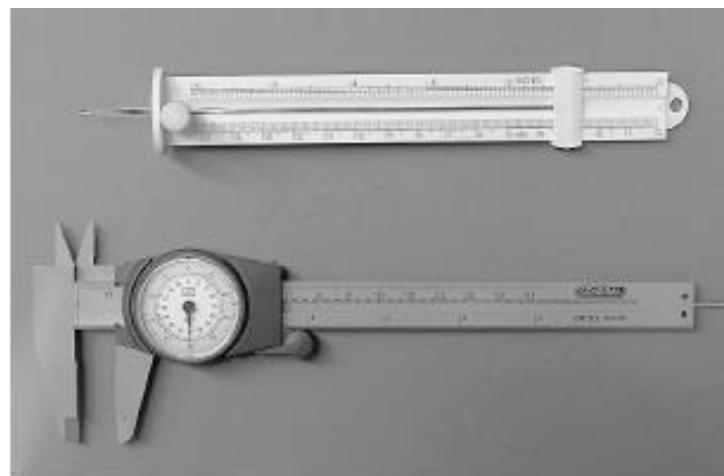
O método da sonda requer que um levantamento da profundidade de calcinação ser efectuada através da inserção de um pequeno dispositivo de sonda de secção transversal, e gravando a profundidade a que uma diferença relativa de resistência do gesso calcinado é sentida. Quando se utiliza o método da sonda de o investigador deve realizar a pesquisa em intervalos de grade laterais e verticais regulares ao longo da superfície do gesso envolvido, geralmente, em incrementos de 0,3 m (um pé) ou menos. Devem ser tomados cuidados para utilizar aproximadamente a mesma pressão de inserção para cada medição. Essas pesquisas podem ser feitas em qualquer parede ou teto de gesso instalações.

Quando uma parede de gesso esteja exposta ao calor, sua superfície pode apresentar outras alterações na coloração, além de obter coloração cinza. A cor não tem um significado especial para o perito, mas as diferenças de coloração podem selar linhas de demarcação. Também pode haver linhas de demarcação entre a parte calcinada e a não calcinada de um painel de gesso ou gipsida. [Ver figuras 4.12 (a) e 4.12 (b).]

**FIGURA 4.12(a)** Dos instrumentos que podem utilizar para medir a profundidade da calcinação.



**FIGURA 4.12(b)** Medida de profundidade da calcinação em uma parede de gipsita



**4.12.1 Indicadores gerais da calcinação.** A calcinação de painéis de gesso é um indicador relacionado com a exposição do material ao calor. As áreas de maior exposição ao calor podem ser identificadas tanto por uma visualização simples como pela profundidade da calcificação. As diferenças relativas a coloração e profundidade da calcificação de um ponto a outro podem utilizar-se como uma ferramenta indicativa para estabelecer as áreas de maior ou menor exposição ao calor, devido a todas as variáveis do estado do incêndio, tais como a área de origem, ventilação e carga combustível.

**4.12.2 Diagrama da profundidade da calcinação.** Pode-se construir diagramas da profundidade da calcinação do mesmo modo que para a profundidade

da carbonização. (Ver 4.5.3.1.)

**4.12.3 Análise da profundidade de calcinação.** Certas variáveis chaves afetam a validade das análises da profundidade da calcinação, entre as quais incluem as seguintes:

(a) Uma ou várias fontes de combustível, que criam os padrões medidos de calcinação, deve ser considerado. Profundidade de padrões de calcinação pode ser útil na determinação da quantidade de fontes de calor ou de fogo.

(b) As comparações de profundidade de medições de calcinação só deve ser feita a partir do materiais idênticos. Deve reconhecer o gesso com diferentes espessuras, utilizados em diferentes materiais de construção, e muda com o tempo. O investigador deve considerar cuidadosamente as seções de paredes ou tetos que podem ter tido novas seções inseridos como um reparo.

(c) O acabamento do gesso (por exemplo, pintura, papel de parede, estuque) deve ser considerado quando se avalia a profundidade de calcinação. O investigador deve reconhecer que alguns desses acabamentos são combustíveis e podem afetar os padrões se eles estão inflamados.

(d) As medições devem ser feitas de uma forma consistente para eliminar erros nesta coleta de dados, conforme discutido em 4.12.4.

(e) O revestimento do gesso pode ser danificado durante a supressão, revisão e pós-fogo por fluxos de mangueira e água parada. Molhar do gesso calcinado pode amolecer o gesso para o ponto onde as medições confiáveis podem ser feitas.

**4.12.4 Medição de profundidade da calcinação.** A técnica para medir e analisar a profundidade de calcinação pode basear-se em uma observação visual das seções transversais ou uma sonda da amostra. O método visual exige uma cuidadosa retirada de pequenas seções de revestimentos e tetos (aproximadamente um mínimo de 2 polegadas de diâmetro) para observar e medir a espessura da camada calcinada.

**4.13 Vidro da janela.** Muitos documentos se relacionam o crescimento do fogo ou combustíveis presentes ao tipo de rachaduras e depósitos que resultou em vidro da janela. Existem várias variáveis que afetam a condição de vidro

depois de fogo, que incluem o tipo e espessura do vidro, a velocidade de aquecimento, grau de isolamento para as arestas do vidro proporcionado pelo método de vidros, o grau de retenção fornecidos pela moldura da janela, forma de contato com a chama, e o resfriamento.

**4.13.1 Quebra de vidros.** Se um painel de vidro não tem proteção de borda contra calor irradiado do fogo, pode gerar uma diferença de temperatura entre a parte central da borda sem proteção e a parte protegida do vidro. Além disso, a pesquisa experimental sugere que menos rachaduras são formadas, e o painel tem mais chances de ficar inteiro.

Vidro que recebeu um impacto terá uma característica padrão de "teia de aranha". As rachaduras estarão em linhas retas e numerosas. O vidro pode ter sido quebrado antes, depois ou durante o fogo.

Se chama alanca de repente um lado do painel de vidro, enquanto o lado não exposto é relativamente frio, se produz uma força entre as faces do vidro pode se desenvolver entre as duas faces, e o vidro se rompe transversalmente.

Rachadura é um termo usado na comunidade de perícia de incêndio para descrever um padrão complicado de trincas curtas em vidro. Estas fendas podem ser de retas ou inclinadas e transpassar ou não o cristal de uma lado ao outro. Teoricamente, as rachadura é um resultado de um aquecimento muito rápido de um dos lados do vidro, enquanto o outro lado permanece relativamente frio. Não há pesquisas publicadas para confirmar esta teoria. Pesquisa, no entanto, tem publicado que a formação de fissuras pode ser criado pelo arrefecimento rápido do vidro através da aplicação de água pulverizada em um ambiente quente.

Em algumas ocasiões e em vidros pequenos, a diferença de expansão entre as faces expostas e não expostas podem resultar no painel saltando para fora sua moldura.

As pressões geradas por incêndios em edifícios em geral, não são suficientes por si só para quebrar janelas de vidro ou de forçá-los para fora de sua moldura. As pressões necessárias para quebrar ou a janela de vidro estão na ordem de 2,07 kPa a 6,90 kPa (0,3 psi e 1,0 psi), enquanto as pressões de fogo são na ordem de 0,014 kPa a 0.028 kPa (0.002 psi a 0.004 psi). Se for produzida uma sobre pressão- como uma deflagração, refluxo, ou detonação -fragmentos de vidro de uma janela

quebrado serão encontrados a uma longa distância da janela. Por exemplo, uma sobre pressão de 10,3 kPa (1,5 psi) pode levar fragmentos a 30,3 m (100 pés).

O investigador é deve ter cuidado para não fazer conclusões apenas com base na morfologia da quebra de vidros. Em janelas adjacentes foram encontrados cacos de vidros diferentes dos painéis adjacentes: fraturas onduladas e lascas longas e macias. As pequenas crateras ou buracos encontrados na superfície de vidro se crê ser o resultado de um arrefecimento rápido com água pulverizada durante as atividades de supressão de fogo.

**4.13.2 Vidro temperado.** Quando quebrado ao ser aquecido pelo incêndio ou pelo impacto da explosão, vai se quebrar em vários pequenos pedaços em forma de cubo. Tais fragmentos de vidro não deve ser confundido com vidro fragmentados. Fragmentos de vidro temperado são mais regularidade em seu formato do que o padrão complicado de trincas curtas de fissuras.

O vidro temperado é comumente encontrada em aplicações onde a segurança de quebra é um fator importante, como em chuveiros, portas de pátio, telas de TV, veículos motorizados, e em edifícios públicos comerciais e outros.

**4.13.3 Coloração de vidro.** Fragmentos de vidro que são livres de fuligem ou condensados foram provavelmente submetidos a aquecimento rápido, a falha no início do fogo, ou em contato com a chama. A proximidade do vidro para a zona de origem ou fonte de calor e de ventilação, são fatores que podem afetar o grau de coloração.

A presença de uma fuligem espessa e parecida com graxa em vidro, incluindo resíduos de hidrocarboneto, foi interpretada como uma prova positiva da presença ou da utilização de acelerador líquido. Essa coloração também pode resultar da combustão incompleta de outros combustíveis tais como madeira e plásticos e não pode ser interpretado exclusivamente como proveniente de um acelerador.

**4.14 Colapso das molas do móveis.** O colapso das molas dos móveis podem fornecer ao investigador várias pistas sobre a direção, duração ou intensidade do fogo. No entanto, o colapso das molas não podem ser usados para indicar a exposição a um tipo específico de fonte de calor ou de inflamação, tais como latente de ignição ou a presença de um líquido inflamável. Os resultados dos testes de laboratório indicam que as molas recozidos, e a perda associada de

tensão (resistência à tração), é uma função da aplicação de calor. Estes testes revelam que o aquecimento de curto prazo em altas temperaturas e aquecimento a longo prazo a temperaturas moderadas ao longo do 400 ° C (750 ° F) pode resultar na perda de resistência à tração e ao colapso das molas. Os testes também revelaram que a presença de um carga ou peso das molas, enquanto eles estão aquecidos aumenta a perda de tensão.

O valor de análise das molas de mobiliário é em comparação (análise comparativa) às diferenças nas molas para outras áreas do colchão, almofada, da armação, e assim por diante. A análise comparativa das molas pode ajudar o investigador no desenvolvimento de hipóteses sobre a exposição em relação a uma fonte de calor particular. Por exemplo, se as molas de uma extremidade da almofada ou colchão tenham perdido a sua tensão e a outra extremidade não perdeu, em seguida, pode ser desenvolvido hipóteses. As hipóteses devem levar em consideração outras circunstâncias, efeitos (como ventilação), e evidências na cena do crime quanto à duração ou intensidade do fogo, a área de origem, direção de viagem de calor, ou relativa proximidade da fonte de calor. Em qualquer caso, a parte com a perda da força da mola pode indicar uma maior exposição relativa ao calor do que as áreas sem a perda de força.

Outras condições e os efeitos que podem ser considerados, juntamente com a análise das molas incluem a perda de massa e do material ou da profundidade do caráter para a moldura se constituída de madeira. Uma análise semelhante pode também incluir alterações de cor, possivelmente indicando intensidade, em armações de metal.

Ainda outros efeitos para a análise comparativa incluir a consideração do material da cobertura das molas. A ausência de material pode indicar uma porção mais perto da fonte de calor, enquanto que a presença de materiais pode indicar uma área mais afastada da fonte de calor.

O investigador deve também considerar a condição das molas antes do fogo.

**4.15 Posição dos objetos.** Certos tipos de padrões podem ser usados para localizar as posições dos objetos como eles foram durante um incêndio.

**4.15.1 Sombra de calor.** Sombras de calor são produzidas pois um objeto bloqueia o curso de calor irradiado, o calor de convecção, ou impede que o material

afetado entre em contato direto com a chama onde se produz a marca. O calor conduzido, no entanto, não produz sombras de calor.

O objeto bloqueia o percurso da energia do calor que pode ser um sólido ou um líquido, combustível ou não. Qualquer objeto que absorve ou reflete a energia térmica pode gerar um padrão sobre o material que protege.

O sombreamento do calor pode mudar, mascarar, ou proibir a produção de linhas de demarcação identificáveis que podem ter aparecido nesse material. Padrões produzidos pelo sombreamento do calor, pode, contudo, ajudar o perito de incêndios no processo de reconstrução durante a determinação de origem.

**4.15.2 Áreas protegidas.** A área protegida é um conceito estritamente relacionado em seu aspecto com a sombra de calor. Se observa uma zona protegida por que há um objeto que evita que os produtos da combustão se depositem sobre o material que protege o material e evita que esse material se queime.

O objeto que prevenir a deposição de produtos de combustão pode ser um sólido ou um líquido, combustível ou não combustível. Qualquer objeto que evita a sedimentação dos produtos da combustão, ou impede a queima do material, pode evitar o desenvolvimento de um padrão sobre o material que protege. A figura 4.15.2 fornece um exemplo.

Padrões produzidos por áreas protegidas pode, contudo, ajudar o investigador de incêndios no processo de reconstrução da cena de incêndio durante a determinação da origem, indicando a localização de objetos em seus locais antes da ocorrência do fogo.

**4.16. Locais das marcas.** As marcas do fogo podem ser encontradas em qualquer superfície que tenha sido exposta aos efeitos do fogo e seus subprodutos. Essas superfícies podem ser de interiores, exteriores, membros estruturais e outras superfícies exteriores ao redor do local do incêndio.

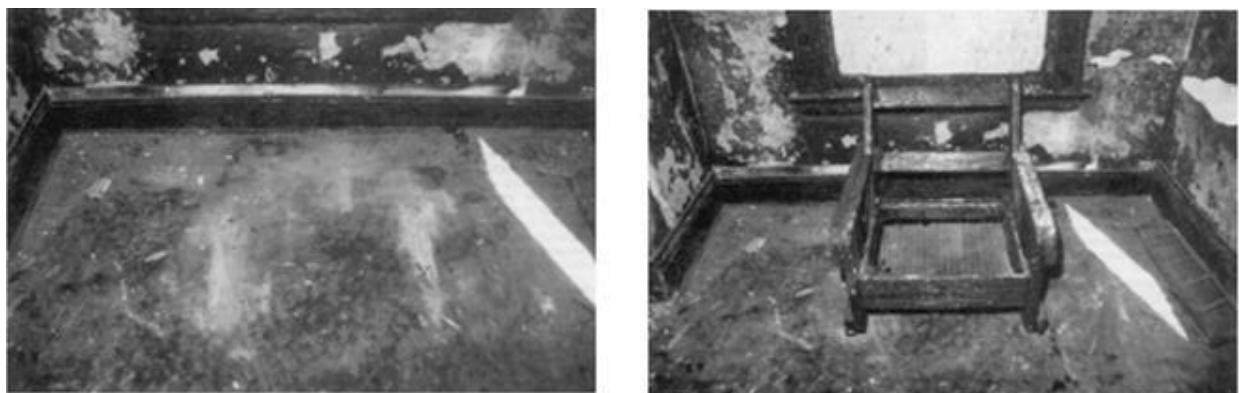
Superfícies interiores geralmente incluem paredes, pisos, tetos, portas, janelas, móveis, eletrodomésticos, máquinas, equipamentos, outros conteúdos, bens pessoais, espaços confinados, sótãos, armários, e os interiores de paredes.

Superfícies exteriores geralmente incluem paredes, beirais, telhados, portas, janelas, calhas e algerozes, utilitários (por exemplo, metros, gotas de serviço)

varandas e decks.

Exposições externas geralmente incluem anexos, estruturas adjacentes, árvores e vegetação, os serviços públicos (por exemplo, polos, linhas, medidores, tanques de armazenamento de combustível, e transformadores), veículos, e outros objetos.

**Figura 4.15.2.1** Primeira fotografia, mostra a área protegida; segunda fotografia mostra como a cadeira estava posicionada durante o incêndio.



**4.16.1 Paredes, tetos e pisos.** Marcas de fogo são muitas vezes encontrados em paredes, tetos e pisos. Quando a camada de gás quente e as chamas da fumaça encontrar esses obstáculos, os padrões são produzidos e os peritos podem usar para rastrear origem de um incêndio. (Veja Capítulo 3).

**4.16.2.1 Paredes.** Marcas que exibidos nas paredes são os mais frequentes. Os padrões podem aparecer como linhas de demarcação sobre as superfícies das paredes, ou podem ser manifestados como queima mais profunda. Uma vez que os revestimentos de superfície real das paredes são destruídos por incineração, os pregos de apoio subjacentes também pode exibir vários padrões. Esses padrões são mais comumente padrões V, padrões em U, queima limpa e fragmentação.

**4.16.2.2 Tetos.** O investigador não deve ignorar os padrões que ocorrem em tetos ou na parte inferior de superfícies horizontais tais como mesas ou prateleiras. A natureza flutuante de gases de incêndio deve ser considerada.

O pilar de parede deve concentrar a energia calorífica em superfícies horizontais acima da fonte de calor. Portanto, os padrões que são criadas na parte de baixo de tais superfícies horizontais podem ser indicadores de localização de

fontes de calor. Embora as áreas imediatamente sobre a fonte de calor e chama geralmente são aquecidas antes que as outras áreas do incêndio, podem ocorrer circunstâncias onde o combustível em sua origem queima tão rapidamente, que o fogo se espalha para uma área onde uma maior oferta de combustível pode inflamar e queimar por um longo período de tempo. Este processo pode causar mais danos ao teto nessa área do que na área imediatamente sobre a origem.

Esses padrões horizontais são mais ou menos circulares. Porções de padrões circulares que são frequentemente encontrados em paredes se encontram localizados em tetos ou prateleiras e nas bordas das mesas e prateleiras.

O investigador deve determinar o centro aproximado do padrão circular e investigar abaixo deste ponto central uma fonte de calor.

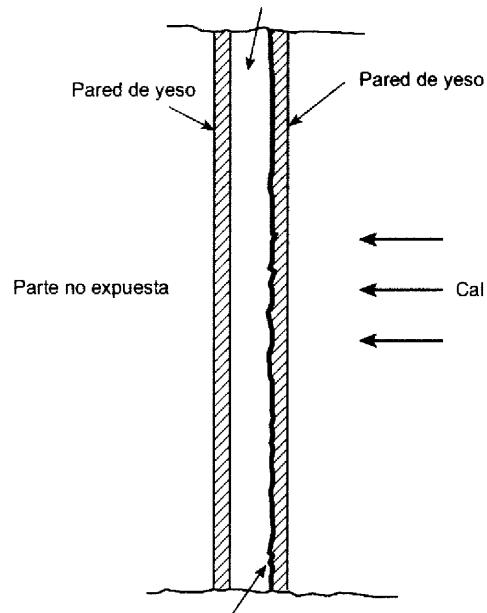
**4.16.2.3 Danos dentro de paredes e tetos.** Dano de Fogo aos elementos de construção combustíveis atrás de paredes e tetos, por vezes tem sido interpretado como significando que o fogo começou dentro da parede ou teto. Esta interpretação não pode ser sempre correta.

É possível que o calor do fogo para ser conduzida através de uma parede ou superfície do teto e para inflamar os membros estruturais de madeira no interior da parede ou do teto. A capacidade da superfície para suportar a passagem de calor ao longo do tempo é denominada terminar classificação.

Enquanto a classificação de acabamento de um material de superfície representa apenas o desempenho do material em um teste de laboratório específico (por exemplo, UL 263, Norma para testes de segurança contra incêndio de Construção Civil e Materiais) e não necessariamente o desempenho real do material em um fogo real, o conhecimento do conceito de classificação de acabamento pode ser de valor para análise global propagação do fogo de um investigador.

Este processo de transferência de calor pode ser observado pela carbonização do elemento estrutural de madeira coberto pela membrana protetora, mostrado na Figura 4.16.2.3.3.

**FIGURA 4.16.1.3** Carbonização dos elementos estruturais de madeira mediante o calor conduzido na superfície da parede.



**6.16.2.4 Solos.** O investigador não deve ignorar os solos. Se ocorrer um flashover, a transição para flashover é associada com a fluxo da radiação de calor que excede aproximadamente  $20 \text{ kW/m}^2$  ( $2 \text{ W/cm}^2$ ) ao nível do chão, valor típico para a ignição da radiação de uma combustão comum de construção de materiais. Após o flashover ou quando o local estiver em condições de envolvido total do cômodo pode produzir típicos fluxos que ultrapassam  $170 \text{ kW/m}^2$  e deve modificar ou eliminar marcas pré-existente.

Desde 1970, carpetes e tapetes fabricados ou importados para serem vendidos nos Estados Unidos são resistentes à ignição ou propagação do fogo. Normalmente, os cigarros ou fósforos ao cair em tapetes não vai colocá-los em chamas. ASTM D 2859, de teste marcas, método para inflamabilidade de acabados têxteis, piso e revestimentos, descreve o teste usado para medir as características de ignição de carpete de uma pequena fonte de ignição. Carpetes e tapetes que passam o teste terão capacidade muito limitada para espalhar chamas ou calor em uma direção horizontal quando expostos a fontes de ignição pequenos, como um cigarro ou fósforo.

O fogo não vai se espalhar através de um ambiente pela superfície desses carpetes ou tapetes, sem ajuda externa, como de um incêndio externo para o tapete,

neste caso, a propagação do fogo no tapete vai terminar em um ponto onde a energia radiante do fogo exposta é menor que o mínimo necessário para que a chama se espalha no tapete (fluxo radiante crítico). Espera-se queimar quando exposto a condições de flashover ou um fluxo de calor radiante que produz flashover excedente ao fluxo crítico radiante do tapete.

Quando queimando entre orifícios ou rachaduras de tábuas ou em torno de soleiras das portas, soleiras e rodapés pode ou não indicar a presença de um líquido inflamável. Se há suspeita da presença de um líquido inflamável, as amostras devem ser coletadas e exames laboratoriais devem ser utilizados para verificar a sua presença. (Veja a Seção 14.5.)

A queima todo o ambiente também pode produzir a queima de pisos ou em torno de soleiras das portas, soleiras e rodapés, devido à radiação, a presença de gases quentes combustíveis fogo ou fontes de ar (ventilação) fornecidas pelas lacunas na construção. Essas lacunas podem fornecer ar suficiente para a combustão sobre ou perto de andares (ver 4.2.2). Se o investigador desenvolve uma hipótese de que há carbonização nessas áreas, resultado destes efeitos, também podem ser tomadas amostras para indicar que líquido inflamável não estava presente.

Assim como outras áreas de baixa queima, os buracos queimados no chão podem ser produzido pela presença de líquidos inflamáveis, brasas ou os efeitos de flashover ou queima total do ambiente. A coleta de amostras e a análise laboratorial da presença ou ausência de resíduos líquidos inflamáveis podem auxiliar o pesquisador no desenvolvimento de hipóteses e tirar conclusões sobre o desenvolvimento dos buracos.

Pisos de vinil danificados pelo fogo frequentemente apresentam bordas enroladas no azulejos expondo o chão embaixo. A ondulação de arestas de azulejos pode ser visto com frequência em situações sem incêndio e é devido ao encolhimento natural de ondulação e perda de plastificante. Em caso de incêndio, a presença de radiação a partir de uma camada de gás quente produzirá os mesmos padrões. Esta marca também pode ser causada por líquidos inflamáveis. Análise para verificar a sua presença pode ser difícil devido à presença de hidrocarbonetos em adesivos de azulejos.

A presença de áreas não queimadas depois de um incêndio pode revelar a localização de itens ou conteúdo que protegem o piso e revestimento a partir de danos causados pela radiação ou coloração da fumaça.

**4.16.2 Superfícies externas.** As superfícies externas das estruturas podem também exibir marcas de fogo. Além das marcas regulares, superfícies externas verticais e horizontais podem exibir partes queimadas. Como todas as outras variáveis são iguais, estas zonas queimadas podem identificar locais onde não tenha ocorrido queima intensa ou de longa duração.

**4.16.3 Conteúdo de edifícios.** Os lados e topo de edifícios também podem formar as superfícies limitantes para as marcas de fogo. Quaisquer marcas que podem ser produzidos em paredes, tetos e pisos também podem ser produzidos nas laterais, partes superiores, e de baixo das cadeiras, mesas, prateleiras, móveis, eletrodomésticos, equipamentos, máquinas, ou quaisquer outros conteúdos. As marcas serão similares em forma, mas, provavelmente, só exibem partes das marcas por causa de seu tamanho.

**4.16.4 Altura.** As marcas também podem ser utilizadas para determinar a altura em que foi iniciado no interior da estrutura.

**4.16.5 Parte inferior das marcas.** É comum que a parte inferior das marcas de fogo esteja mais perto de suas fontes de calor. Em geral, os incêndios tendem a queimar a parte de cima e a parte de baixo de suas origens. Fumaça de incêndio composta por gases quentes e produtos da combustão se expandem e, por ser menos densa que o ar circundante, são flutuante. O crescimento em volume e flutuação faz com que esses produtos aquecidos a subam e se espalhem. O perito deve identificar essas áreas de baixa queima e estar cientes da sua possível proximidade com um ponto de origem. O investigador deve lembrar-se que em um compartimento onde o fogo fez a transição através de flashover ao ambiente totalmente desenvolvido, uma queimadura ao nível do chão não é necessariamente indicativo de que a origem do incêndio ocorreu no nível do chão.

**4.16.5.1 Propagação por gotejamento de brasas** (suspenso). O investigador deve ter em mente que, durante a evolução de um incêndio, brasas muitas vezes caem para níveis inferiores e, em seguida, queima para cima. Esta ocorrência é conhecida como “fall-down”. Este gotejamento pode inflamar outros

materiais combustíveis, produzindo padrões de queimaduras que não podem ser confundidos com a área de origem do fogo.

**4.17 Geometria de das marcas do fogo.** Vários padrões com geometria ou forma distintiva são criados em consequência ao fogo e a exposição à fumaça de materiais de construção. De forma a identificá-los para discussão e análise, têm sido descritos termos indicativos das suas formas. Embora estes termos não estejam relacionados com a maneira pela qual o padrão foi formado, a natureza descritiva da terminologia faz com que os padrões sejam facilmente reconhecidos. A discussão que se segue refere-se a modelos de seus nomes comuns para fornecer algumas informações sobre como eles foram formados e sua interpretação. Informações adicionais podem ser encontradas na Seção 4.2. Uma vez que a interpretação de todos os possíveis padrões de fogo não pode ser atribuída diretamente à investigação científica, o usuário deste guia é alertado de que interpretações alternativas de um dado padrão são possíveis. Além disso, para além dos padrões descrito pode ser formado. Estudos de investigação científica separados começaram a aprofundar a formação e interpretação de padrões de fogo. Os dois estudos examinaram duas geometrias padrão e fatores causal

**4.17.1 Marcas em forma de V em superfícies verticais.** As marcas em forma de V se originam por convecção ou radiação de calor dos gases quentes do incêndio e da fumaça (ver 4.2.1). A marca em V muitas vezes aparece como linha de demarcação (ver 4.3.1) definindo as bordas da fumaça do fogo e áreas menos aquecidas ao redor da fumaça. Veja um exemplo na figura 4.17.1.



**FIGURA 4.17.1** Marca típica em V com danos na parede e nas vigas de madeira.

Os ângulos das marcas em V dependem de inúmeras variáveis (ver 4.2.1), entre elas estão as seguintes:

- (1) Velocidade de liberação de calor e geometria do combustível.
- (2) Efeitos da ventilação.
- (3) A capacidade de ignição da superfície vertical em que aparece e a combustibilidade da superfície vertical em que aparece.
- (4) A presença de superfícies horizontais intermediárias como tetos, prateleiras, tampo de mesa ou construções que sobressaem no exterior do edifício (ver 4.2.1)

O ângulo das bordas da marca em V indica que não há taxa de crescimento do incêndio, isto é, um V grande não indica um incêndio de crescimento lento, nem um V estreito indica um incêndio de rápido crescimento.

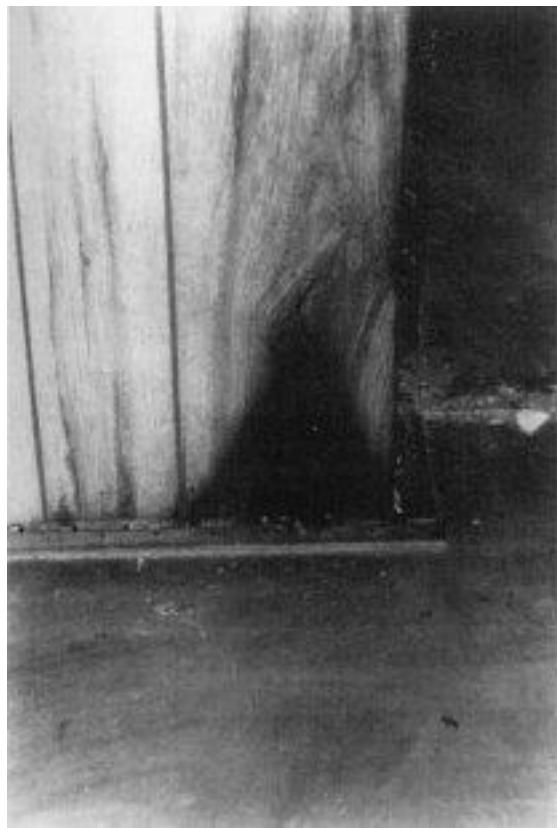
**4.17.2 Marcas em cone invertido.** As marcas em cone invertido são causadas geralmente por fumaças verticais de combustíveis voláteis que não atingem o teto.

**4.17.2.1 Interpretação de marcas em cone invertido.** As marcas de cone invertido são manifestações de incêndios que não evoluíram completamente para formação de fumaça ou que, se foram formadas, não tenham sido evitadas em seu desenvolvimento pelo telhado. Como frequentemente aparecem em superfícies não combustíveis, nem sempre se propagam para combustíveis que estejam ao seu redor. Por esta razão, muitos pesquisadores deduziram que estas marcas que os incêndios causam são consequências de uma combustão rápida. Ver Figura 4.17.5.

A análise correta destas marcas em que a combustão tenha sido relativamente curta não indicam nada sobre a produção de calor. Essa duração curta se dá porque, uma vez consumido o combustível inicial, não foram afetadas outras fontes de combustível.

As marcas em cone invertido têm sido interpretadas como prova de presença de líquidos inflamáveis. Mas qualquer fonte de combustível (vazamento de gás, combustíveis de classe A, etc.) que produza zonas de chamas que não se vejam limitadas verticalmente pro uma superfície horizontal como um telhado ou mobiliários, podem produzir marcas em cone invertido.

**4.17.2.2 Marcas em cone invertido provenientes de gás natural.** O vazamento de gás natural geralmente produz marcas em cone invertido, especialmente se o vazamento se dá abaixo do nível do solo e logo escapa pela intersecção entre o solo e a parede, como mostra a figura 4.17.2.2. Se o gás queima, geralmente não chega ao teto e a combustão se manifesta pela marca triangular característica em forma de cone invertido.

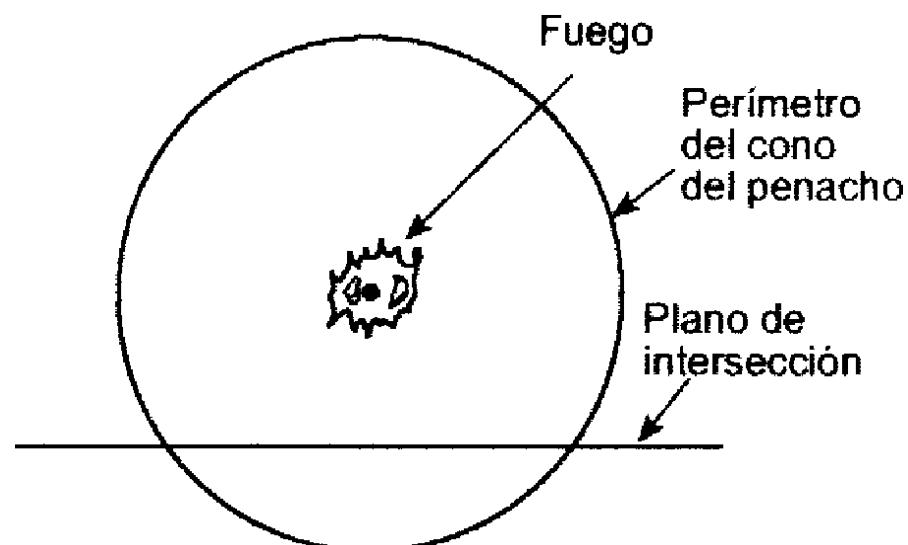


**FIGURA 4.17.2.2** Marca em cone invertido produzida pelo vazamento de gás natural abaixo de nível do solo.

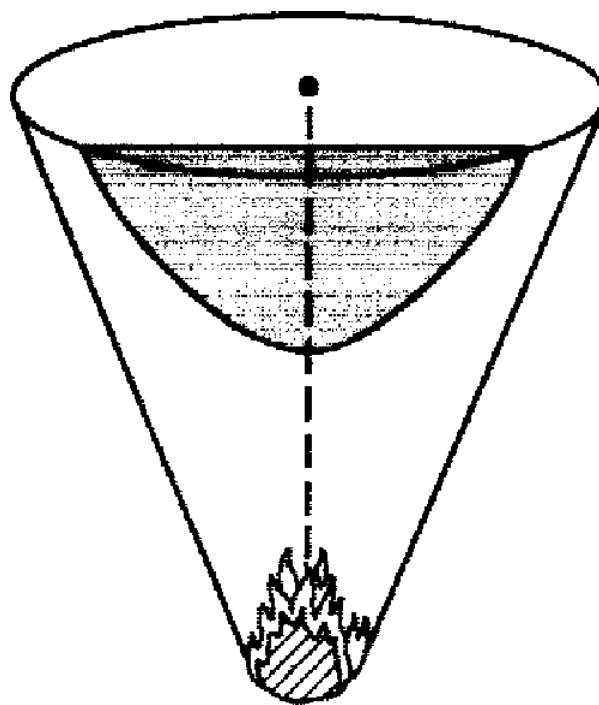
**4.17.3 Marcas em forma de ampulheta.** A fumaça de gases quentes acima de um incêndio é formada por uma zona de gases quentes em forma de V e outra de chamas em sua base. Esta zona de chamas produz uma marca em forma de V invertida. Quando a zona de gases quentes é obstruída por um plano vertical, produz uma típica marca em V. Se o fogo está muito próximo ou em contato com essa superfície vertical, a marca resultante apresenta tanto os efeitos da zona de gases quentes como da de chama, formando um grande V acima do outro V invertido, normalmente menor e que apresenta uma queima mais intensa ou uma combustão limpa. Ambas marcas juntas formam o que se chama “ampulheta” (ver 4.2.1)

**4.17.4 Marcas em forma de U.** As marcas em forma de U são similares as marcas em V, mas apresentam linhas de marcação mais curvas e um eixo curvo ou arredondado, não pontiagudo (ver figura 4.17.4). As marcas em forma de U são produzidas pelos efeitos da energia calorífica radiante sobre as superfícies verticais mais distante da fonte de calor que aquela em que se produzem marcas em V. As

linhas de marcação inferior das marcas em U estão geralmente mais altas que as de marcas em V, que estão mais cercadas da fonte de calor.



Vista de fixa de como forma a fumaça e o plano de intersecção.



Vista fixa da fumaça com a marca em U

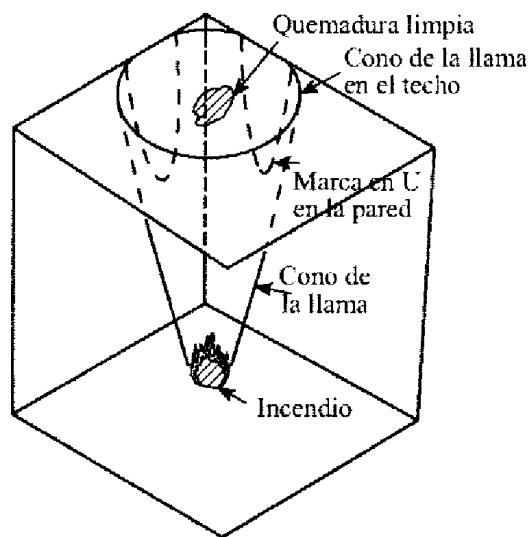
**FIGURA 4.17.4** Desenvolvimento de uma marca em forma de U

A análise das marcas em U é similar a das marcas em V, com o aspecto adicionado da relação entre a altura da parte inferior do U e do vértice do V.

Se existirem duas marcas produzidas pela mesma fonte de calor, a que tenha o vértice mais baixo estará perto da fonte.

**4.17.5 Marcas em forma de cone truncado.** As marcas em cone truncado, também chamadas de fumaças truncadas, são marcas tridimensionais do fogo que aparecem ao mesmo tempo em superfícies horizontais e verticais (ver figura 4.17.5). O que cria essas marcas é a intersecção ou truncamento do cone ou da fumaça em ampulheta ou em forma de cone, com as superfícies verticais e horizontais. Muitas marcas produzidas pelo movimento do fogo, como as em forma de V, de U, marcas circulares e “ponta e seta”, lidam diretamente com a forma de “cone” em três dimensões que adota a energia calorífica produzida pelo fogo.

A dispersão de calor em forma de cone é causada pela expansão natural da fumaça que se eleva e a propagação horizontal da energia calorífica quando o fogo encontra um obstáculo em seu deslocamento vertical, como o teto de uma edificação. Os danos produzidos pelo calor no teto da edificação vão além da área circular correspondente ao “cone truncado”. As marcas em cone truncado combinam marcas em duas dimensões, como em V, U ou em seta, sobre as superfícies verticais, com as marcas circulares que o fogo deixa no teto ou em outras superfícies horizontais.

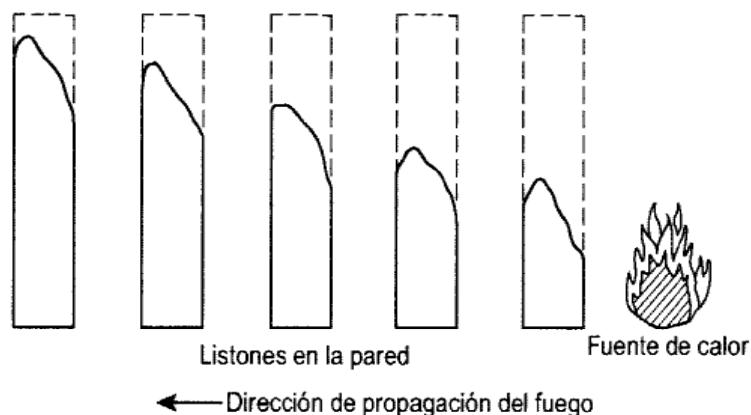


**FIGURA 4.17.5** Marca de cono truncado.

O que dá as marcas em cone truncado seu caráter tridimensional é a combinação de mais de uma marca bidimensional sobre superfícies verticais e horizontais perpendiculares.

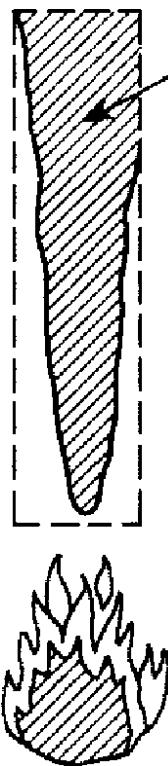
Uma demonstração teórica da marca em cone truncado é quando cada uma das quatro paredes de uma edificação apresenta marcas em V ou em U e no teto aparece uma marca circular. Marcas similares podem ser vistas em móveis da edificação.

**4.17.6 Marcas em forma de ponteiro e de seta.** Estas marcas de fogo aparecem normalmente em pilares de madeira das paredes sobre os revestimentos, cuja superfície tenha sido destruída pelo fogo ou pilares expostos. Frequentemente se pode identificar e reconhecer o caminho do avanço e de propagação do fogo ao longo de uma parede, examinando a altura relativa e as formas das marcas que aparecem nas vigas que tenham quebrado na parede depois do incêndio. Em geral, quanto mais curtos são e mais carbonizados estão as vigas, mais próximos estão da origem do incêndio. A altura do restante das vigas aumenta à medida que se distancia dessa origem. Nas vigas se notará a diferença de altura e de magnitude de carbonização, como mostra a figura 4.17.6(a).



**FIGURA 4.17.6(a)** As vigas de madeira na parede apresentam menos danos a medida que aumenta sua distância do fogo

A forma de seção das vigas produzirá “setas” que apontam na direção contrária da origem do fogo ou da fonte de calor. Isto está produzido pela desaparição por combustão dos cantos das bordas das ripas, em direção a fonte de calor, como se mostra a figura 4.7.6(b).



**FIGURA 4.17.6(b)** Seção de uma ripa da parede em forma de ponteiro que aponta para o fogo

A lateral da ripa que está mais próxima da fonte de calor, está mais carbonizada.

**4.17.7 Marcas de forma circular.** No lugar do incêndio são comuns as marcas de forma circular. Essas marcas nunca são verdadeiramente circulares, a não ser que sejam zonas protegidas da combustão por objetos circulares como papéis ou móveis com esta forma.

**4.17.7.1 Parte inferior das superfícies horizontais.** As marcas na parte inferior das superfícies horizontais como tetos, mesas e prateleiras, podem ser de forma mais ou menos circular. Quanto mais centralizada está a fonte de calor, mais circulares ou quase circulares são as marcas.

Na parte superior das superfícies que obstruem parcialmente os gases quentes das chamas, podem aparecer marcas que representam segmentos dos círculos. Isto acontece quando a borda da superfície em que aparece a marca não se prolonga o suficiente para que apareça todo o círculo, ou está junto a uma parede.

Dentro da marca circular, o centro pode apresentar sintomas de ter recebido maiores quantidade de calor, por exemplo, estar mais carbonizado. Se se localiza no centro da marca, o pesquisador pode ter chave importante da fonte que tenha produzido mais calor, imediatamente abaixo da marca.

**4.17.7.2 Marcas irregulares.** As marcas irregulares, curvas ou em forma de poça no chão ou seu revestimento, nem sempre correspondem a presença de líquidos combustíveis, por isso deve ser analisado mais além da observação visual.

No caso que toda a edificação esteja afetada pelo fogo, podem aparecer marcas de aparência similar as criadas pela combustão de líquidos inflamáveis, embora não estejam presente tais líquidos.

As linhas de demarcação entre as zonas afetadas e não afetadas das marcas irregulares vão desde bordas bem pronunciadas até pequenas graduações, segundo as propriedades do material e a intensidade de exposição ao calor. Os materiais mais densos, como os pisos de carvalho, apresentam geralmente linhas de demarcação mais nítidas que, por exemplo, os tapetes termoplásticos (de nylon). Se o tapete não leva apoio, as marcas podem ser mais nítidas.

Estas marcas ocorrem quando o fogo afeta toda a edificação, quando se demora muito para apagá-lo ou quando se colapsa o edifício, podem ser resultado dos efeitos dos gases quentes, de sobras queimando ou brasas, de plásticos fundidos ou de líquidos combustíveis. Se há a suspeita da presença de líquidos combustíveis, deve-se buscar evidências para aprovar, tais como indicadores de gases combustíveis, a análise química dos restos em busca de resíduos ou a presença de recipientes. Deve levar em conta que, quando se queimam ou pirolisam, muitos plásticos desprendem gases hidrocarbonetos, que podem ter um odor semelhante a de produtos petrolíferos e se pode detectar com indicadores de gases combustíveis quando não são utilizados líquidos combustíveis como aceleradores. Uma leitura “positiva” deve levar a mais pesquisas e o recolhimento de amostras para fazer uma análise mais detalhada. Também deve-se levar em conta que os produtos da pirólise, incluindo os hidrocarbonetos, podem ser detectados mediante cromatografia de gases dos restos do incêndio, se não forem utilizados aceleradores. Quando são analisados em laboratório restos de carpete ou tapete, pode ser útil queimar uma parte da amostra que estava sem queimar e comparar

com as outras amostras mediante cromatografia de gases. Comparando os resultados das amostras, antes e depois de queimá-las, com os restos recolhidos no local do incêndio, pode-se determinar se os resíduos encontrados eram ou não dos produtos da pirólise procedente de aceleradores. Se Há indício de incêndios pela presença de líquidos inflamáveis, deve-se considerar os efeitos de combustão súbita generalizada, correntes de ar, gases quentes, plástico fundido, e colapso do edifício.

Contudo, se o fogo tiver produzido danos limitados e se encontram marcas pequenas, isoladas ou irregulares, pode ser mais provável a presença de líquidos inflamáveis, embora ainda seja recomendado prestação de provas convincentes. [Ver Figuras 4.17.7.2(a) e 4.17.7.2(b)] Mesmo nestes casos, o calor radiante pode causar a produção de marcas em muitas superfícies que podem ser mal interpretadas como marcas de combustão de líquidos. [Ver Figura 4.17.7.2(c)].



**FIGURA 4.17.7.2(a)** Marcas irregulares de combustão no piso de uma sala queimada em teste em que não foram utilizados líquidos inflamáveis.

Os líquidos combustíveis que derramaram pelo piso ou pelo material que o cobre, assim como os plásticos fundidos, podem produzir marcas irregulares. Estas marcas também podem ser produzidas por uma frente de calor localizada ou por resíduos queimando que tenham caído sobre o solo.

**4.17.7.3 Marcas em trilho.** Uma marca claramente em trilho, em áreas queimadas em forma como de anel que circunda outras menos queimadas, pode ser o resultado de um líquido inflamável.



**FIGURA 4.17.7.2(b)** Marcas irregulares de combustão em carpetes, resultado de vazamento de líquido inflamável. Pode-se ver fósforo queimado abaixo a esquerda.



**FIGURA 4.17.7.2(c)** Marca de combustão em “forma de poça de água” produzida pela combustão de uma caixa de papelão sobre um piso de parquete de carvalho.

Quando um líquido produz esta marca, como mostra a figura 4.17.7.3, se deve aos efeitos do resfriamento da parte central do líquido derramado quando se queima, enquanto que as chamas do perímetro carbonizam o piso ou o material de revestimento. Quando se encontram marcas deste tipo, deve-se fazer novas análises para encontrar provas da presença de líquidos inflamáveis.



**FIGURA 4.17.7.3** Marca de fogo em forma de toro em chão com carpete

#### **4.17.8 Líquidos ou sólidos fundidos** Muitos plásticos modernos queimam.

Reagem primeiramente liquefazendo pela ação do calor e, em seguida, quando queimam como líquidos, produzem marcas de formas irregulares ou circulares. Se estão em áreas inesperadas, estas marcas podem ser interpretadas erroneamente como se fossem de líquidos inflamáveis ou combustíveis e atribuir o incêndio a essa causa.

Frequentemente desassocia-se um líquido inflamável com uma marca de forma irregular, supondo que os vapores dos líquidos inflamáveis sempre causam explosões, embora este não seja o caso. A expansão dos produtos de combustão de líquidos inflamáveis somente causará explosões se esses produtos estão suficientemente confinados causando danos a estrutura ou ao recipiente que os contém ou existe uma quantidade de ar adequada para criação de uma mistura (Ver 3.1.1.2 e 18.8.2.1). A produção da explosão depende da quantidade de combustível vaporizado presente no momento da ignição, a existência de aberturas de ventilação no edifício e a resistência e tipo de construção do mesmo.

O pesquisador deve ter cuidado de identificar bem a fonte inicial de combustível quando descobre marcas de forma irregular ou circular.

**4.17.9 Marcas de gases combustíveis comerciais.** Se gases combustíveis são queimados, como o gás natural ou os gases liquefeitos do petróleo (GLP), podem produzir marcas muito claras. Nestes casos, é comum que haja marcas de combustão localizadas entre as vigas do teto, entre pilastras das paredes e nas laterais do telhado da edificação, que indicam claramente a presença de gás natural.

O gás natural tem uma densidade de vapor de 0,65. Portanto, é mais rápido que o ar e fica acima dele. Esta propriedade pode criar bolsas de gás em áreas superiores das habitações e edifícios.

Os gases liquefeitos do petróleo, são mais densos que o ar (o butano tem uma densidade de 2,0 e o propano de 1,5), mostrando que também tendem a acumular, mas na parte inferior. Contudo, como os produtos de sua combustão, quando queimam, são voláteis, podendo produzir as mesmas bolsas ou acumulações que em caso de gás natural.

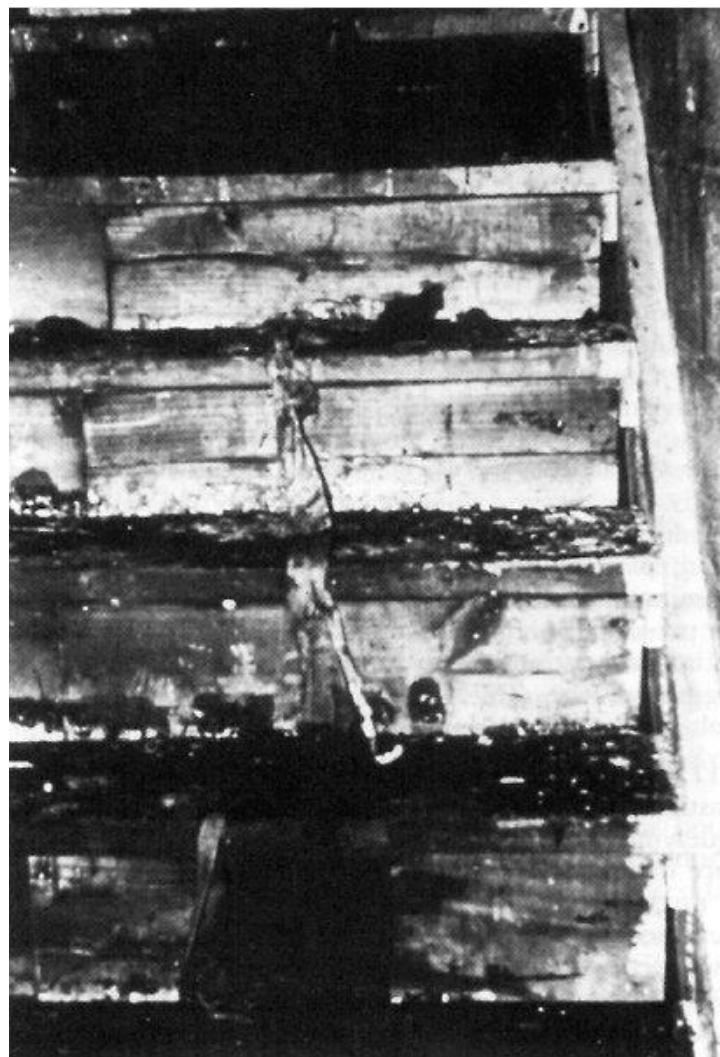
**4.17.10 Combustão em forma de selas.** É um tipo de combustão especial em forma de U que as vezes se encontra nas bordas superiores das ripas do piso, produzidas porque o fogo se propagou abaixo do solo que cobria as ripas. Neste caso, apresentam uma parte muito carbonizada e as marcas de fogo estão bem localizadas e são ligeiramente curvas. Frequentemente essas marcas se originam pela combustão de combustíveis líquidos (não necessariamente inflamáveis). Também podem originar-se pelo calor radiante de um material em combustão ao solo (por exemplo, um sofá). A ventilação causada pelas aberturas no solo também podem contribuir para o desenvolvimento destas marcas, como mostra a figura 4.17.10.

**4.18 Marcas lineares.** Todas as marcas com forma geral linear ou alongada, se denominam marcas lineares. Aparecem normalmente nas superfícies horizontais.

**4.18.1 Trilha de combustível.** Em muitos incêndios intencionais, em que é direcionado intencionalmente combustível de um lugar a outro, podem ficar visíveis marcas alargadas. Estas marcas, chamadas trilhas, podem ser encontradas ao longo do solo de uma área que une outras de onde é originado o incêndio ou embaixo dos pisos ou entre um edifício e outro, como mostra a figura 4.18.1. Os combustíveis que deixam estas marcas podem ser líquidos, sólidos ou uma combinação de ambos.



**FIGURA 4.17.10** Combustão em forma de sela nas ripas do solo



**FIGURA 4.18.1** Rastro de combustível na escada

**4.18.2 Áreas protegidas do solo.** Frequentemente, quando se limpam os restos de uma área do piso para examinar os danos, aparecem marcas largas, retas e grandes que indicam áreas onde foram produzidos grandes danos pelo calor, rodeadas de ambos os lados por outras áreas menos danificadas ou intactas. Estas marcas podem ser interpretadas geralmente como “trilhas de combustível”. Portanto é possível estas marcas serem produzidas pela presença de móveis ou outros objetos, contadores ou recipientes. Também pode-se produzir marcas similares como resultado do desgaste do piso e seus revestimentos em lugares de trânsito intenso. Os objetos de forma irregular sobre esse piso, como roupa de vestir ou de cama, podem proteger-lo de fogo e produzir marcas que venham ser interpretadas erroneamente.

**4.18.3 Jatos de gás combustível.** Os jatos de gases combustível em queima, como o gás natural ou gases liquefeitos do petróleo, podem produzir marcas lineares ou linhas de demarcação sobre todas as superfícies não combustíveis.

**4.19 Marcas de zonas.** Algumas marcas parecem se estender por habitações inteiras ou grandes áreas, sem que haja sinais claramente identificáveis da fonte ou origem do incêndio. Estas marcas se formam na maioria dos casos quando os combustíveis que as criaram se dispersaram muito antes da ignição ou quando o fogo tenha invadido rapidamente uma área, como no caso de um alastramento.

**4.19.1 Combustão súbita generalizada e incêndios que afetam toda uma habitação.** Na fase de transição para combustão súbita generalizada, o fogo se propaga rapidamente a todos os materiais combustíveis expostos e avança para afetar toda a habitação (Ver 3.5.3.2.) Este processo pode produzir uma combustão relativamente uniforme nas superfícies verticais. Se o fogo se extingue antes de abranger toda a habitação, acima da camada quente podem haver mostras relativamente uniformes de combustão. Quando o fogo avança para afetar toda a habitação, as marcas nessa área podem ser menos uniformes e chegar a base das paredes.

**4.19.2 Chamas.** A ignição dos gases ou dos vapores de líquidos nem sempre causam necessariamente uma explosão. Havendo ou não da explosão depende da localização e concentração de gás combustível e da geometria, ventilação e resistência do edifício que o contém (ver seção 18.1.)

Se a mistura ar/gases ou vapores combustíveis se encontram perto de seu limite inferior de inflamabilidade ou explosão (LIE), e a ignição não origina uma explosão, os gases podem queimar em forma de labaredas, sem que se produza apenas combustão. No caso que o primeiro combustível que queime seja uma mistura difusa ar/combustível, a área de maior destruição geralmente não coincidirá com a área da fonte de calor que compreende a mistura. A maior destruição irá ocorrer quando a mistura de gases combustíveis entre em contato com uma segunda carga combustível capaz de gerar ignição pela alta temperatura momentânea a frente da chama. Assim, uma vez que se produza a ignição secundária, as dinâmicas de propagação do fogo serão ditadas pelo cômodo e pela geometria do combustível, e pelas velocidades relativas de liberação de calor destes

combustíveis secundários. A duração relativamente curta da mistura combustível pode render um efeito pequeno na combustão súbita generalizada na sala se comparada com a combustão dos gases combustíveis secundários. Portanto, a determinação da origem das chamas depende de observações adequadas de testemunhas e a análises das fontes potenciais de ignição das áreas onde possam ter havido vapores do gás.

Sem declarações exatas de testemunhas nem uma cuidadosa análise das fontes potenciais de ignição, o investigador somente dispõe do exame das marcas de fogo como único meio para determinar a origem do incêndio. A dificuldade desta tarefa é que a ignição resultante dos combustíveis secundários e a combustão súbita generalizada de saída pode camuflar as marcas tênues criadas pelas chamas.

Esta dificuldade se dá pelo consumo total do combustível disponível sem que haja dado tempo de elevar de maneira importante a temperatura de outros combustíveis. Neste caso, as marcas de fogo podem ser superficiais e difíceis para estabelecer o ponto de ignição, como mostra a figura 4.19.2. Também podem haver gases inflamáveis em áreas distintas de onde estavam armazenados, o que dificulta localizar a origem e rota do incêndio.

**4.20 Deformação dos materiais.** Também constituem marcas do incêndio as mudanças físicas na forma e na distorção de alguns objetos que estão expostos a ação do calor.



**FIGURA 4.19.2** As únicas mostras de uma chama de gás natural são as bolhas no verniz da porta e um ligeiro chamuscado das cortinas.

**4.20.1 Lâmpadas deformadas.** As vezes as lâmpadas incandescentes podem indicar a direção de propagação do calor. Como o lado da lâmpada mais próximo da fonte de calor se aquece e amacia, os gases no interior de uma lâmpada de mais de 25 watts podem começar a se expandir e fazer com que exploda a lâmpada. Isto tem sido chamado tradicionalmente de lâmpada de mergulho, embora na realidade esse fenômeno corresponde a pressão interna, e não a uma expansão. A parte expandida da lâmpada aponta na direção da fonte de calor, como mostra a figura 4.20.1.



**FIGURA 4.20.1** Típica lâmpada “expandida” que indica que o calor vinha do lado direito.

Como as lâmpadas de 25 watts ou menos são colocadas em vácuo, a distorção pode ser produzida dentro, pelo lado mais perto da fonte de calor.

Frequentemente, estas lâmpadas sobrevivem a fase de extinção do fogo, que podem ser utilizadas pelo investigador para descobrir o caminho de propagação. Ao estudar uma lâmpada afetada pelo fogo, o investigador deve determinar primeiro se alguém tenha girado o soquete antes de chegarem os investigadores ou os bombeiros.

**4.20.2 Elementos construtivos metálicos.** As vigas, pilares, colunas e outros elementos da construção feitos de metais com alto ponto de fusão, como o aço, podem flexionar devido ao calor. Quanto maior seja o coeficiente de dilatação térmica do metal, mais propenso estará para flexionar pelo calor. A magnitude e situação das distorções destes elementos podem indicar as áreas que foram aquecidas numa maior temperatura ou durante mais tempo (Ver seção 4.9). Em alguns casos, a dilatação longitudinal (alargamento) das vigas podem produzir danos nas paredes, como mostra a figura 4.20.2.



**FIGURA 4.20.2** Danos em uma parede exterior de tijolo causado pelo alargamento de uma viga em I no sótão devido ao calor.

## CAPITULO 5 SISTEMAS DE EDIFICAÇÃO

**5.1 Introdução.** É de importância primordial para o investigador a reação ao fogo pelos edifícios e seus componentes. Frequentemente, o desenvolvimento, propagação e controle de um incêndio dentro de uma estrutura depende do tipo de construção, da capacidade dos elementos estruturais para manter-se intacto, e a separação entre as proteções contra incêndios e outros sistemas do edifício. A distribuição interior, o modo de circulação dos ocupantes, os materiais de acabamento interior, e os serviços do edifício podem ser fatores importantes para o início, desenvolvimento e propagação do incêndio. Este capítulo, em especial, ajudará o investigador a investigar e documentar sistemas em edifícios relacionados com o incêndio.

Deveria compreender-se que este capítulo somente destaca informação geral do edifício. Na seção de referências se inclui um número de textos relacionados que proporcionará ao investigador a oportunidade de obter maior detalhe e compreensão

da construção e sistemas dos edifícios. Na edição n.º18 da NFPA Manual de proteção contra incêndios (Fire Protection Handbook), pode-se encontrar informação mais completa.

Além do desenho do edifício e elementos de construção, existem importantes considerações para o investigador do incêndio, relativas ao combustível. Por exemplo, durante a fase prévia a combustão súbita generalizada, no estágio de crescimento do fogo, a velocidade de liberação de calor de uma quantidade de combustível tem uma influência significativa na velocidade de crescimento do incêndio. (Ver Seção 3.5.)

## **5.2 Características de desenho, construção, e elementos estruturais na evolução do desenvolvimento do incêndio.**

**5.2.1 Geral.** O desenho arquitetônico de um edifício tem influência significativa em suas características de segurança contra incêndios. A distribuição interior, o modo de circulação dos ocupantes, os materiais de acabamento interior, e os serviços do edifício são todos eles fatores importantes na segurança contra incêndios. Outra consideração importante é como afeta o desenho do edifício a extinção manual de incêndios.

O modo em que se desenvolve e propaga um incêndio pode se ver influenciado pelo desenho do edifício e pelo modo que está desenhado, configurado, construído, e os materiais que tenham sido selecionados. A natureza da ocupação ou propósito para que se utiliza a estrutura, também pode afetar o modo em que se queima. O investigador deve avaliar o desenvolvimento e propagação do incêndio a luz do conhecimento de como está formado o edifício, que pode influenciar nestes fatores.

As mudanças dos tipos de ocupação podem criar ações de combate a luta contra incêndios e afetar o desenvolvimento do incêndio. Como exemplo, pode haver um negócio normal de venda de tintas em lojas de varejos, ocupação considerada perigosa. O incremento de carga combustível provavelmente afetará a intensidade e propagação do incêndio, com o desenho original pode ser insuficiente para suportar o incêndio.

**5.2.2 Desenho do edifício.** A propagação e desenvolvimento dentro de um edifício é principalmente o resultado do calor radiante e convectivo. Em incêndios

desenvolvidos em salas ou habitações, a maior parte da propagação do incêndio também é função do também é função do estado de confinamento das camadas superiores de gás quente. Para um determinado elemento combustível, o tamanho da habitação, o material de recobrimento da sala, a forma, a altura do teto, e a localização e área de portas e janelas, podem afetar profundamente a formação de jatos no teto, recuo da radiação, produção e confinamento de camadas elevadas de gás, ventilação, chama no telhado, e o tempo de chegada a combustão súbita generalizada de um incêndio em um compartimento. Todos estes fatores influenciam na forma em que se desenvolve um incêndio.

A compartimentação é um conceito principal na proteção contra incêndios. Durante muito tempo, os engenheiros de desenho de proteções contra incêndios e as organizações para normas contra incêndios, tiveram o objetivo de manter confinado um incêndio em seu local de origem e minimizar o movimento da fumaça em relação a outras áreas do edifício. O desenho de construções resistentes ao fogo, com portas corta-fogos em linhas e aberturas para unidades auxiliares nas paredes corta-fogos, e técnicas de construção que minimizam o movimento de fumaça e chamas, podem ajudar na compartimentação efetiva. Os desenhos que são menos seguros contra incêndios têm justamente o efeito contrário.

Os desenhos arquitetônicos extremos tais como os tribunais; grandes espaços fechados como estádios ou túneis; e cristal ou materiais incomuns em estruturas, paredes, telhados, ou materiais de acabamento, também possuem interessantes considerações para o investigador de incêndios, especialmente em análises do modo em que estas características têm afetado o crescimento e propagação do incêndio.

Muitos destes aspectos estão inicialmente sob o controle dos arquitetos do edifício ou dos projetistas dos sistemas. Pequenas mudanças nas especificações de uma estrutura podem ter profundos efeitos em toda a segurança contra incêndios do edifício. Quando for necessário e possível, o perito deve revisar o projeto do desenho e as exigências das normas contra incêndios para essa estrutura. As modificações nas áreas estruturais e na estrutura do edifício podem mudar a capacidade do edifício de resistir ao fogo. Por exemplo, os tetos falsos, criam um oco que pode ter uma influência significativa na saída do fogo e da fumaça.

**5.2.2.1 Cargas do edifício.** O efeito de cargas não desenhadas, tais como pesos mortos e cargas removíveis adicionadas, vento, água, e impacto de cargas, podem mudar a integridade estrutural do edifício. Os pesos mortos são os pesos dos materiais que são parte dos edifícios, tais como os componentes estruturais, os recobrimentos dos tetos, e o equipamento mecânico. As cargas removíveis são os pesos de cargas temporárias que devem notado no desenho da capacidade de suportar peso da estrutura, tais como mobiliário, aparelhos, equipamento, maquinaria, neve, e água da chuva. A neve no telhado é um elemento de carga removível, uma camada adicional de cobertura é um exemplo de peso morto. A função da estrutura do edifício é de resistir às forças. Enquanto que estas forças se mantém em equilíbrio, o edifício permanecerá estável, contudo quando o equilíbrio se perde, o edifício pode colapsar. As cargas no edifício podem desequilibrar-se quando o edifício está submetido ao fogo e se danificam os componentes dos elementos estruturais.

**5.2.2.2 Tamanho da sala.** Para uma determinada carga de incêndio, a velocidade de liberação de calor, o volume da sala, a altura do teto, o tamanho da abertura de ventilação, e a localização do incêndio, afetará a velocidade de crescimento do fogo na habitação. A velocidade de desenvolvimento em uma camada superior de gás quente, e a propagação do jato no teto desde a fumaça de incêndio, estão entre os fatores importantes que determinam a possibilidade ou momento em que a habitação sofrerá uma combustão súbita generalizada. A combustão súbita generalizada, por sua vez, tem grande efeito na propagação do fogo do ambiente de origem.

A ignição e combustão de uma carga de incêndio na habitação produz calor, chamas e gases quentes a uma determinada velocidade. A área e volume da habitação afeta o tempo necessário para chegar a combustão súbita generalizada: quanto menor for a área e o volume da habitação, mais rapidamente pode entrar em combustão súbita generalizada, e mais rapidamente o fogo pode propagar-se fora dela, sempre que outras variáveis permaneçam constantes. As salas ou recintos extremamente grandes podem nunca ter transferência de energia calorífica suficiente para causar combustão súbita generalizada.

**5.2.2.3 Compartimentação.** O modo mais comum de propagação do fogo em um edifício compartimentado é através de portas abertas, escadas e fossos de

elevadores sem recinto, penetrações desprotegidas em barreiras contra incêndios. Inclusive em construções combustível, drywall padrão do gesso em ripas protegendo as vigas de madeira na parede ou ripas de madeira no piso, proporcionam um aumento significativo da resistência ao desenvolvimento total do incêndio. Quando tais barreiras se constroem e mantêm-se adequadamente, e tem aberturas protegidas, normalmente contém o fogo de gravidade máxima prevista em ocupações de ligeiro perigo. Incluído uma barreira adequadamente desenhada, construída e mantida, não será confiável indefinidamente contra a propagação do fogo. O fogo também pode-se propagar horizontal e verticalmente mais além da sala ou área de origem através de compartimentos ou espaços que não contém elementos combustíveis. As superfícies combustíveis no telhado e paredes da habitação, escadas e corredores, que podem ser incapazes por si só de transmitir o incêndio (ou neles), se aquecem e produzem produtos de pirólise. Esses produtos somados ao do incêndio principal incrementam a intensidade e longitude das chamas. A propagação do fogo raramente é produzida por transferência de calor através dos conjuntos construtivos do solo ou do teto; pode ocorrer nos estágios finais de desenvolvimento do incêndio ou através de brechas nestes conjuntos.

O investigador quer analisar as razões pelas quais falharam ou não se produto da compartimentação do fogo, e que aspectos do desenho do edifício foram responsáveis pela falha.

**5.2.2.4 Espaços e interstícios escondidos.** Em muitos edifícios podem-se criar espaços escondidos e outros interstícios. Estes espaços podem criar velocidades incrementadas de propagação de incêndio, e duração prolongada do incêndio. Estes dois fatores agravam o dano que pode-se esperar.

Os espaços intersticiais em um edifício de muitos pisos associam geralmente com o espaço entre a estrutura do edifício e as paredes interiores e a fachada exterior, e com os espaços entre os tetos e a parte inferior, ao solo ou plataforma abaixo. Estes espaços podem carecer de barreiras contra incêndios, o que ajudaria na propagação vertical do incêndio. Deveriam examinar-se estes espaços no caso que existam estas barreiras, para determinar de que tipo são.

Os peritos deveriam considerar o impacto dos espaços ocultos quando realizam uma investigação. Um erro na consideração dos efeitos do movimento do

fogo através de espaços escondidos pode levar a má interpretação das marcas de incêndio. Se deve tomar precauções quando se examinam áreas tais como áticos, telhados, e falsos tetos em habitações que podem ocultar o incêndio ou a fumaça acima do incêndio fora de controle.

**5.2.2.5 Comparação entre o desenho no plano e a “construção real”.** O perito deveria saber que as especificações, planos, e desenhos esquemáticos de um edifício, preparados antes da construção, nem sempre são iguais a construção real. Depois de realizar-se uma inspeção in situ, o estado real da construção pode não estar de acordo com o desenho aprovado. Se é necessário ou possível, o perito deveria verificar o estado real da construção. Esta verificação pode realizar-se o exame da cena de incêndio, ou se este não é possível devido ao dano pelo incêndio ou a não disponibilidade da cena do incêndio, por entrevista com testemunhas.

**5.2.3 Materiais.** A natureza dos materiais selecionados e utilizados no desenho do edifício podem ter um efeito substancial no desenvolvimento e propagação do incêndio. É importante a natureza do material tanto por suas propriedades químicas como físicas. A facilidade com que o material entra em ignição e queima, como resiste ao calor, como resiste as mudanças físicas e químicas relacionadas com o calor, como conduz o calor, e como emite produtos tóxicos, são aspectos importantes para uma evolução geral do desenho da estrutura.

**5.2.3.1 Capacidade de entrar em ignição.** As considerações básicas de avaliação de um material utilizado no desenho de um edifício são: facilidade de entrar em ignição, temperatura mínima de ignição, e relação entre tempo e temperatura para ignição.

**5.2.3.2 Inflamabilidade.** Uma vez que o material tenha entrado em ignição, tenha sido com chamas ou com combustível sem chamas, também é uma consideração para o perito como se queima e transmite sua energia calorífica. Fatores tais como o calor de combustão, velocidade média e máxima de liberação de calor, e inclusive talvez a velocidade de perda de massa, podem ser considerações importantes de segurança geral contra incêndios e conveniência de uso. O arraste do ar tem um importante papel no modo em que se desenvolve o fogo sobre o material.

**5.2.3.3 Inércia térmica.** A inércia térmica de um material (calor específico, densidade, condutividade térmica) é um fator chave na consideração da reação de um material ao calor e sua facilidade de ignição. Estes fatores necessitam ser avaliados se o investigador está fazendo determinações sobre a adequação do material para sua utilização ou seu papel na transição a combustão súbita generalizada de uma sala em que o material está recobrindo.

**5.2.3.4 Condutividade térmica.** Uma boa condução de calor desde a superfície do combustível até seu interior, mantém a temperatura superficial mais que se tivesse uma má condução. A condução afeta a mudança de temperatura do combustível. Condução pode ser o meio de transferir calor a uma face não exposta de um material, como uma separação de aço.

**5.2.3.5 Toxicidade.** Embora não esteja diretamente relacionada com o desenvolvimento e propagação do fogo, a toxicidade dos produtos da combustão de um material é uma consideração muito importante na segurança geral contra incêndios de um desenho. Os materiais que emitem grandes quantidades de gases venenosos ou asfixiantes, ou produtos de combustão, podem incapacitar ou matar as vítimas do incêndio muito antes de alcançar as chamas ou o calor. A toxicidade é um elemento para os peritos envolvidos na avaliação de como afetam os ocupantes do desenho e estado de um edifício, materiais de construção e conteúdo. Em muitos incêndios, o monóxido de carbono é a espécie tóxica dominante. Isto é particularmente certo em produtos de incêndios produzidos em espaços que tenham sofrido combustão súbita generalizada.

**5.2.3.6 Estado físico e resistência ao calor.** Um fator para a avaliação do comportamento do fogo pode ser a qualquer temperatura, abaixo inspeção minuciosa, o material muda da fase sólida a líquida ou de líquido a gás. Em geral, os líquidos necessitam menos energia para aprender que os sólidos, e os gases necessitam todavia menos energia que os líquidos.

As características dos plásticos, tais como ser termoplástico (aqueles que se transformam de sólidos a líquidos e logo a gases inflamáveis) ou termoestáveis (os quais se pirolisam diretamente a gases inflamáveis), podem afetar sua seleção como elementos superficiais ou estruturais.

Os materiais que tendem a fundir-se e liquefazer-se durante o transcurso de um incêndio podem ser mais propensos a causar danos por colapso ou propagação do incêndio por líquidos inflamáveis. A seleção de tais materiais no desenho de uma estrutura pode ser uma consideração importante para o perito.

**5.2.3.7 Disposição, posição e localização.** Muitos materiais queimam de modo diferente, dependendo de sua disposição, posição ou localização dentro do edifício. Geralmente, os materiais queimam mais rapidamente quando estão em posição vertical que em horizontal. Por exemplo, o material para tapetes que se desenha e prova para utilizar em posição horizontal, em contato com uma superfície plana horizontal, pode queimar a uma velocidade muito abaixo do previsto máximo estabelecido pela norma. Quando o mesmo material do tapete monta-se verticalmente como um papel de parede ou cortina, frequentemente se excederá sua categoria de inflamabilidade. Também afetará um adesivo na velocidade de combustão do tapete.

As velocidades de propagação da chama, normalmente utilizadas em normas e regulamentos para quantificar a inflamabilidade de um material, frequentemente de acordo a ASTM E 84, Métodos normativos de prova para as características de combustão superficiais de materiais de construção (Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials), comumente chamados “Teste em túnel de Steiner”. O Teste em túnel de Steiner queima uma amostra de material em disposição horizontal, suspenso no teto de um túnel de Steiner por 24 pés de altura. Muitos dos materiais testados no túnel de Steiner não se desenham nem se pretende que se apliquem como revestimentos de tetos em desenhos de edifícios. A propagação real da chama do material utilizado em construção é frequentemente diferente e poderia não ter relação real com sua classificação ASTM E 84. Para materiais parecidos, a ASTM E 84 normalmente os classificará em gamas relacionados com a propagação da chama. Esta generalização se a falha do material testado cai rapidamente, como ocorre com materiais termoplásticos em espuma, como o poliestireno ou materiais laminares delgados.

**5.2.4 Ocupação.** Quando considera-se como eles afetam os elementos do edifício do modo em que o fogo se desenvolve e propaga, o investigador deveria considerar se a ocupação era aceitável para o desenho e estado do edifício. Uma mudança na ocupação de um edifício pode produzir muito mais carga de incêndio,

efeitos na ventilação, calor total da combustão, e velocidades de liberação de calor, que as esperadas originalmente. Por exemplo, um depósito que estava projetado originalmente para armazenar componentes de motores de automação, tenha uma reação ao fogo totalmente diferente se a ocupação se modifica diante de um armazenamento em altura de grandes quantidades de líquidos combustíveis. O projeto original poderá ser adequado para a primeira carga combustível mas inadequadas para a subsequente carga combustível com seu perigo aumentado.

**5.2.5 Modelo de inspeção de incêndios por variações de computador em componentes de construção.** Na análise dos efeitos do projeto do edifício sobre o desenvolvimento, propagação e dano final por um incêndio, pode ser muito útil a utilização de modelos de incêndio por computador. Com o uso dos modelos, o investigador pode ver os diferentes efeitos de um número variável de projeto. Modelando diferentes componentes de desenho do edifício, o investigador pode ver como as mudanças em um componente pode mudar o desenvolvimento e crescimento calculado do fogo.

**5.2.6 Dano por explosão.** A quantidade e natureza do dano a um edifício por uma explosão também se vê afetada pelo desenho da estrutura. Quanto mais forte seja a construção das paredes exteriores ou paredes interiores confinadas, mais o edifício pode resistir aos efeitos da explosão de baixa pressão ou de baixa velocidade de aumento de pressão. E vice-versa, haverá mais danos demolidor por explosões de alta pressão ou de alta velocidade de aumento pressão. A forma da explosão confinada em uma habitação também pode ter efeito no dano resultante. Veja o capítulo 18 sobre explosões para mais informações.

Em uma explosão de baixa potência, a mais janelas, portas, ou outras ventilações disponíveis dentro da estrutura confinada, experimentará um dano estrutural menos.

**5.3 Tipos de construção.** A exposição seguinte relacionada com os tipos de construção se baseia nos métodos de construção e materiais, mas que nas descrições utilizadas nos sistemas de classificação das normas de modelo de edificação. Quando for necessário, o perito deverá obter as classificações e descrições da construção do edifício, que são uma parte do código particular da edificação, obrigatório na jurisdição que ocorre o incêndio, e deveriam utilizar-se

como uma parte de documentação da cena. Para maiores detalhes, o investigador deve remeter-se a NFPA Manual de proteção contra incêndios (Fire Protection Handbook).

**5.3.1 Quadro de madeira.** Frequentemente se associa a construção de estruturas de madeira com as construções residenciais e construção comercial contemporânea de baixo peso. Os edifícios com partes estruturais de madeira e alvenaria com revestimento de madeira são considerados estruturas de madeira. A construção de estrutura ligeira de madeira normalmente se utiliza em edifícios de tamanho limitado. As ripas no piso em tais construções separam normalmente 406mm (16 polegadas) no centro, e nos suportes verticais normalmente entre 50,800 e 101,600mm (2 a 4 polegadas) ou entre 50,800 e 152,400 mm (2 a 6 polegadas) nos montantes das paredes estruturais, de novo separadas 406 mm (16 polegadas) no centro. A construção de estrutura em madeira tem pouca resistência ao fogo porque as chamas e os gases quentes podem penetrar nos espaços entre as ripas ou os montantes, permitindo a propagação do fogo fora da área de origem (Ver 4.16.1.3.). A construção em estrutura de madeira se classifica como construção tipo V, como se define a NFPA 220. Padrão sobre tipos de construção em edifícios (Standard on Types of Building Construction).

As construções em estrutura de madeira podem alinhar-se como uma membrana resistente ao fogo (por exemplo, placa de reboco, malha de arame e gesso, telhas minerais) para proporcionar cerca de 2 horas de resistência ao fogo quando se provado de acordo com ASTM E 119, Métodos padrão de ensaios de resistência ao fogo em construções de edifícios e materiais (Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials). Estas altas resistências ao fogo nas estruturas de construções são incomuns mas podem encontrar-se em ocupações especiais tais como hospitais particulares de um ou dois pisos.

**5.3.1.1 Construção de estruturas em plataforma.** A construção de estrutura em pavimentos é o método de construção mais comum utilizado atualmente para construções comerciais ligeiras e residenciais. Neste método de construção, os pavimentos ou pisos separados de desenvolvem segundo se constrói a estrutura. Primeiro se constrói as paredes estruturais; as ripas se colocam sobre as mesmas; logo se coloca um subsolo. Então se constrói as paredes para o primeiro piso, com

as vigas do colocadas sobre as paredes. Para o conjunto do teto sutiliza método de construção com caibros, traves horizontais ou treliças. Uma importante preocupação sobre o fogo, é o fato da utilização de materiais combustíveis na construção, é que há espaços ocultos em sótãos (superfície interior de elementos construtivos) e outras áreas por onde pode-se propagar o fogo sem detecção. A construção em pavimento proporciona por si só barreiras contra o fogo com seu deslocamento na vertical como resultado da configuração dos canais das vigas. Contudo, estas barreiras na construção de estruturas de madeira são combustíveis e podem ter sido danificadas durante a ocorrência do incêndio. Permitindo que o fogo se propague para outros locais. Também pode ocorrer propagação vertical do fogo em construções em pavimentos através da condução por instalações auxiliares, tais como eletricidade, encanamento e aquecedores, ventilação e ar condicionado. As aberturas para as conduções auxiliares-nos espaços das vigas nas paredes podem permitir fácil acesso do fogo de um piso a outro.

**5.3.1.2 Estrutura provisória (sistema rápido de construção em quadros anexados por pregos).** Neste tipo de construção, os montantes vão desde a parede de fundação até a cobertura. As vigas do piso se apoiam nas paredes com o uso de placas interligadas, que criam um canal aberto da viga com o piso, incluindo o cave e o sótão. Este tipo de construção é típica em muitos locais construídos antes de 1940.

Caso todas as normas de edificação tenha exigido barreiras contra incêndios durante muitos anos em todos os canais verticais nas construções com estrutura provisória. Quando possuem barreiras contra o fogo, os edifícios construídos com estrutura provisória respondem ao incêndio de forma similar aos edifícios construídos com estrutura de pavimentos. A barreira contra o fogo pode representar-se como painéis de madeira ou preenchimento do espaço vazio com materiais não combustíveis, historicamente com alvenaria ou terra, e mais recentemente com isolamento. Onde tais barreiras não estavam instaladas ou se retiraram tardeamente (tipicamente por causa da instalação de instalações auxiliares como caibros, aquecedores, ventilação, ar condicionado, ou outros serviços), a construção em estrutura provisória proporciona canais verticais sem obstruções, em espaços ocultos atrás do acabamento interior, para propagação rápida vertical do fogo sem ser detectada. A rápida propagação e extensão horizontal se intensifica

posteriormente pelas conexões abertas das ripas do piso com os canais verticais. O fogo pode propagar-se para cima a outros pisos ou espaços no piso. A construção em estrutura provisória também permitirá o colapso da parte superior e a ignição de níveis inferiores. O fogo que se inicia em níveis inferiores pode se estender pelos canais verticais abertos e sair em um ou mais pisos acima do lugar do local em que se iniciou o incêndio. A combustão pode ser mais extensa em níveis superiores que o lugar onde se iniciou o incêndio. Este resultado pode ser reconhecido pelo fogo no sótão que consome a parte superior da estrutura uma vez que se desenvolve em algum nível inferior onde foi originado.

**5.3.1.3 Tábuas e vigas, ou construção em madeira.** Nestas estruturas de tábuas e vigas, umas poucas partes alargadas representam as numerosas pequenas partes de madeira utilizados em estruturas típicas de madeira, isto é, madeiras de grandes dimensões com espaço maior entre elas (de 4 a 10 polegadas ou de 5 a 12 polegadas nos centros de 4 a 6 pés) substituição do piso padrão e/ou a estrutura do telhado partes de menos dimensão (vigas ou caibros de 2 a 8 polegadas ou 2 a 10 polegadas no centro de 16 polegadas). A madeira para pisos e tetos cobre-se de tábuas com espessura mínima de 2 polegadas, a diferença de  $\frac{1}{2}$  polegada,  $\frac{5}{8}$  polegadas ou  $\frac{3}{4}$  polegadas em forros de madeira compensada. Em vez das partições nas vigas de suporte de 2 a 4 polegadas que sustentam as vigas do solo ou do teto ou o sistema de caibros, as madeiras se sustentam com postes. Há um esqueleto identificável de madeira mais largo que são visíveis. Geralmente só existe uma quantidade limitada de espaços ocultos que permitem a propagação do fogo. Frequentemente, supõe-se que este método de construção é o ancestral das construções modernas com muitos pisos, já que a maior parte do suporte é estrutura e o resto é enchimento. O revestimento do acabamento exterior não tem valor estrutural. Muitas tábuas são macho e fêmea, que abrandam o avanço do fogo.

Este tipo de construção proporciona vãos para maiores distâncias do material de acabamento não suportado que a construção pode suportar. Esta propriedade pode levar ao fracasso nas secções estruturais com grandes partes da estrutura ainda em pé. Os acabamentos interiores nestas construções frequentemente tem grandes áreas superficiais expostas de construção combustível, que podem permitir a propagação da chama sobre sua superfície.

**5.3.1.4 Pilares e estrutura.** A construção com pilares e estruturas é parecida a construção de tábuas e madeiras em que a estrutura utiliza maiores elementos, e a estrutura incluída está preparada para segurar o acabamento exterior. Um exemplo desta construção é um celeiro, com o suporte principal proporcionado pelos pilares, e a estrutura uma rede para se aplicar o acabamento exterior.

**5.3.1.5 Madeira grossa.** A madeira grossa é um tipo de construção em que as partes estruturais, isto é, colunas, vigas, arcos, pisos, e telhados, são basicamente de madeira desprotegida, sólida ou laminada, com grandes áreas de secção transversal (de 8 a 6 polegadas na dimensão menor dependendo da referência). Não permite-se espaços ocultos no piso e telhados ou em outras partes estruturais, com pequenas exceções. Os conjuntos dos pisos frequentemente são grandes ripas e entalhados de madeira compensada (2 polegadas de espessura na aba e sulco que termina em compensado).

Quando se utiliza acabamento em madeira grossa em normas de edificação e classificações de seguradoras para descrever um tipo de construção, inclusive a exigência de que todos as paredes estruturais, exteriores ou interiores, são de alvenaria ou outros materiais não combustíveis classificados com resistência de 2 horas (Ver 5.3.3.). Muitos edifícios têm elementos de madeira grossa combinados com outros materiais tais como madeiras de dimensões mais pequenas ou aço sem proteção.

As casas contemporâneas construídas de troncos, utilizam registros recanteados para paredes exteriores e para muitos elementos estruturais. O resto da construção é normalmente construção de estrutura de madeira nominal 50,800 a 101,600mm (de 2 a 4 polegadas). As baías e espaços abertos e grandes áreas de acabamentos interiores combustíveis são comuns este tipo de construção. A propagação do fogo pode ser rápida devido ao acabamento interior, aos componentes de madeira amarrados na estrutura e espaços abertos. O propagação rápida e falha frequentemente aparece em conflito com as paredes e elementos estruturais de madeira muitas vezes estável.

**5.3.1.6 Construção residencial alternativa.** Embora a construção em estrutura de madeira é tradicionalmente associada com o edifício residencial, há outro modo e materiais utilizados.

**5.3.1.6.1 Casas pré-fabricadas (casas = Wiles).** Uma casa pré-fabricada é uma estrutura de secções transportáveis e que, durante o transporte, tem uma largura de 2,4 m (8 pés) ou mais, e 12,2 m (40 pés) ou mais de comprimento, ou ocupando 29,7 m<sup>2</sup> (320 pés) ou auxiliares, quando instalado. Esta estrutura é construída com um chassi (estrutura) e desenha-se para utilizar-se como habitação com ou sem uma base permanente quando ligado aos serviços fornecimento necessários. Nos Estados Unidos, a partir de 15 de junho de 1976, as casas pré-fabricadas devem ser concebidas e construídas em conformidade com 24 CFR 3280, "Normas de Segurança e construção de casas pré-fabricadas (padrão HUD)" ("Manufactured Home Construction and Safety Standards").

As casas pré-fabricadas consistem em quatro componentes principais ou subconjuntos: chassi, piso, paredes e teto. O chassi é a base estrutural da casa manufaturados, recebendo todas as cargas nas paredes verticais, teto e chão, e as transfere para as fundações ou para os dispositivos de estabilidade, que podem ser estribos ou sapatas. Geralmente, o chassi é composto por duas vigas longitudinais de aço, partes preparadas com travessas de aço. Suportes de aço em balanço a partir do lado de fora dos feixes principais levam largura do chassi ao valor geral aproximado da largura de superestrutura. O piso é composto por membros estruturais, colados com placas laminadas e cravejados com ripas, e cobertores de isolamento de fibra de vidro instalada entre as ripas, e barreira de vapor para vedação do fundo do piso. Frequentemente, os condutores e tubulações são instalados longitudinalmente dentro do solo. Em geral, o piso acabado é acarpetado revestimento personalizável, adaptável, ou telhas.

Em padrões mais recentes de casas HUD, tapume exterior é de metal, vinil, ou vigas de madeira, e superfícies interiores das paredes exteriores são mais frequentemente drywall. Em padrões anteriores de casas HUD (mais antiga), as paredes são geralmente com vigas de madeira com superfícies externas de alumínio, e as superfícies internas combustível das paredes são normalmente de painéis de madeira.

O teto na casa padrão HUD mais recentes consiste caibros de moldura de madeira e sistema de ripas no telhado, ou em sistemas armados em madeira. As pregas do teto, geralmente são placas de fibras orientadas ou de madeira compensada ligada ao topo dos caibros ou das armações. O acabamento do teto

geralmente é uma composição de tejemanil (partes de madeira oblongo mais delgadas em uma extremidade do que o outro). Nas unidades padrão HUD mais recentes, o drywall sujeitar-se diretamente para a parte inferior das vigas do teto ou o fundo das vigas da armação da cobertura.

O isolamento com celulose ou lã de rocha aberta, ou mantas de isolamento, fornecer o isolamento do telhado. Em casas antes do HUD padrão, mais velho, o acabamento exterior do teto somente seria de aço galvanizado ou alumínio. As superfícies internas do telhado podem ser de material combustível ou painel de gesso.

As placas suspensas montadas em chapas de aço reforçado conectam os sistemas entre a parede e o chão. Os alinhamentos diagonais de aço amarram o piso e teto como uma unidade completa.

As unidades mais antigas, consistentes em exteriores metálicos e interiores de painéis de madeira, pode experimentar incêndios de maior intensidade e velocidade que incêndios em estruturas construídas em um único tipo. O curto período de tempo de combustão completa das paredes e o teto chega rapidamente ao dano dos montantes das paredes e suportes de telhado e placas. Estas unidades somente possuem pequenas habitações que podem ser convertidos em maior carga combustível por pé cúbico do que a existente geralmente em outros pilares. O esqueleto metálico exterior produz aumento da radiação devolvida depois de ter sido exposto ao fogo interior. Nominalmente, o telhado de metal impede a auto ventilação vertical levando a um maior efeito de fogo.

Em casas modernas, a utilização de drywall em paredes e telhados, reduz a velocidade de propagação das chamas dos materiais ao redor dos equipamentos de calefação e cozinha, e detectores obrigatórios de fumaça, quando estão em operação, e mantidas, tendem a resultar em incidentes similares pelo fogo aos vistos em casas construídas em estrutura de madeira ao modo tradicional. Nas unidades mais antigas, antes dos padrões HUD, a ignição de acabamentos interiores feitos de materiais combustíveis adjacentes a equipamentos de aquecimento e cozinha, e a falta de detectores de fumaça, estão entre os problemas de incêndios identificados.

**5.3.1.6.2 Casa modulares.** Uma casa modular se constrói, toda em parte, em uma fábrica e se sobre bases fixas in-situ, de acordo com os padrões adotados,

administrados, e obrigados pelas agências reguladores, perante acordo recíproco com as mesmas, para as habitações convencionais construídas in-situ.

**5.3.1.6.3 Construção residencial em estrutura de aço.** Atualmente muitos construtores estão adotando a estrutura em aço para edifícios residenciais. Já que a construção com a aço moldado a frio está prevalecendo nos edifícios residenciais, as normas de modelos de construção estão incluindo as características estruturais e de segurança contra incêndio da estrutura de aço. A estrutura de aço tem muitas semelhanças com a construção em estrutura convencionais de madeira. Os métodos de estruturas de aço são praticáveis para sistemas de construção in-situ (estrutura provisória ou pavimento), e análise prévia de engenharia. O aço, como a construção de alvenaria, não é combustível, entretanto, a estrutura de aço pode perder sua capacidade estrutural diante de uma exposição severa ao calor. As provas têm demonstrado que as vigas e vigotas de aço expostas que podem existir em espaços não acabados, podem falhar em períodos curtos como 3 minutos durante o estado de combustão súbita generalizada.

**5.3.1.7 Elementos estruturais de madeira manufaturada.** As madeiras laminadas se comportaram de modo similar a madeira grossa de forma que o calor do incêndio começa a afetar negativamente a estabilidade estrutural. Se ocorre a falha, o perito deveria documentar as dimensões totais das vigas assim como as dimensões das peças coladas. As vigas laminadas são como a madeira grossa porque sua massa se manterá e suportará as cargas por mais tempo que as vigas de aço desprotegidas e a dimensão da madeira. As vigas laminadas em geral se desenham só para uso interior. Os efeitos do clima podem diminuir a capacidade de contenção de carga da viga e deveria considerar se a viga tenha estado exposta a água ou a outras condições similares.

As vigas de madeira em duplo “T” se constroem com pequena dimensão ou com análises de engenharia, como a parte superior e inferior da renda de viga, com painéis ou madeira prensada de fibras orientadas, como a alma da viga. Os conjuntos mais recentes de ripas do piso podem fazer em sua totalidade com cabos de viga laminada em sua parte superior e inferior com madeira compensada “chip”. Estas partes em geral são mais delgadas que as vigotas do piso e que as partes estruturais típicas que substitui. Como resultado, a combustão através da alma da viga e consequente falha pode dar-se mais rapidamente do que se prediz

geralmente com o uso de madeira dimensional. O uso de madeira pré-fabricada também aumenta a velocidade de combustão da alma da viga, como madeira compensada e painel de fibras orientadas, que pode ter uma falha no adesivo, causando delaminação e desintegração. A falha pode causar colapso breve dos conjuntos do teto/piso. As brechas na alma da viga para as instalações auxiliares podem permitir a propagação do fogo através desses espaços e chegar a uma falha mais cedo. Ao contrário que as armações de cobertura de madeira, as vigas de madeira em duplo “T” contêm o fogo no espaço entre as ripas durante um período de tempo.

As armações em cobertura de madeira são similares as armações de outros materiais em seu desenho e construção geral. As partes da armação frequentemente anexadas com pregos ou suportes (chapas de aço colocadas entre nós estruturais para fixar barras entre si). Os suportes podem levar a uma falha mais cedo que a combustão total das partes. Esta falha se dá porque os suportes conduzem o calor mais rapidamente na madeira, causando carbonização, e porque os dentes penetrantes fixadores são mais curtos. O carbonizado faz que a madeira “libere” os suportes, levando ao colapso da armação. A falha de uma armação induzirá cargas nas armações adjacentes que podem levar a um colapso rápido.

**5.3.2 Construção normal ou ordinária.** A diferença entre a construção normal e a estrutura reside sobre toda a construção das paredes exteriores. Na construção em armação, os componentes de contenção de carga das paredes são alvenaria ou outros não combustíveis. As estruturas das divisões internas, dos pisos, e dos tetos, são conjuntos de madeira e, em geral, utilizam os métodos de pavimento ou armações preparadas. A construção normalmente se classifica como construção Tipo III como se define na NFPA 220, padrão sobre tipos de construção de edifícios (Standard on Types of Building Construction).

Existe um número de fatores que afetam a propagação do fogo neste tipo de construção, incluindo materiais combustíveis e poços abertos verticais. Além destes aspectos, pode haver outros fatores que podem influir na propagação do fogo, incluindo tetos múltiplos, penetração de instalações auxiliares, falha estrutural, e colapso prematuro.

**5.3.3 Construção de carpintaria.** A construção de carpintaria é um tipo de construção de madeira grossa onde só há vigas, de modo que o vão do piso é um pavimento. Isto cria pequenos vãos no edifício mas produz uma forte resistência a ignição e uma habilidade melhorada para manter sua carga e para resistir a combustão total durante o incêndio. A construção de carpintaria no total é parecida mas produz maiores compartimentos com a utilização de vigas e vigotas. A construção de carpintaria no total tem maior resistência a combustão total e tem a habilidade de manter sua capacidade de carga durante o incêndio, embora a capacidade normalmente se considera um pouco menor que a construção de carpintaria total.

**5.3.4 Construção não combustível.** A construção não combustível se utiliza principalmente em edifícios comerciais, industriais, lojas e de muitos casas. Os componentes estruturais principais não são combustíveis. O principal aspecto de interesse da construção não combustível é que a estrutura em si mesma não adicionará combustível ao incêndio e não contribuirá diretamente na propagação do fogo. A construção não combustível pode ou não ser resistente ao fogo, embora toda a construção tem a mesma resistência inerente ao fogo.

Os materiais frágeis, tais como tijolos, pedras, ferro moldado, e concreto não reforçado, são fortes na compressão mas fracos em tensão e esforço. As colunas e as paredes, mas as vigas, podem ser construídas com estes materiais. Os materiais dúcteis tais como o aço e deformaram antes da falha durante o incêndio. Se esta é a categoria de elasticidade da parte, recuperará sua forma prévia sem perda de resistência depois de retirar a carga. Se esta é a categoria de plasticidade, a parte deformará permanentemente, mas pode continuar suportando a carga. Em qualquer dos eventos, o alongamento ou deformação pode produzir danos ou colapso do edifício.

**5.3.4.1 Construção em Metal.** Normalmente nos espaços não acabados tem vigas e vigotas de aço expostas. Tenha visto por provas que estes elementos expostos falham em curto espaço de tempo de 3 minutos em uma exposição típica ao fogo traz uma combustão súbita generalizada.

Os elementos estruturais utilizados na construção não combustível são principalmente aço, alvenaria, e concreto. Podem-se encontrar elementos de ferro

forjado em edifícios mais velhos, e cobre e ligas tais como latão e bronze se utilizam principalmente em decoração mais que em aplicações de contenção de carga. Raramente encontra-se alumínio como elemento estrutural, embora utilize-se em construção de muros, cortina e como forração tanto em construção combustível como em não combustível. O alumínio se fundirá a uma temperatura muito abaixo da alcançada nos incêndios. Uma consideração sobre o alumínio e o aço é que podem conduzir a eletricidade se em contato com corrente elétrica. Esta condução pode levar ao que parece ser um ponto de origem secundário. O concreto e a alvenaria geralmente absorvem mais calor que o aço pois estes materiais necessitam de mais massa para obter a resistência necessária comparada com o aço. O concreto e a alvenaria são bons isolantes térmicos, já que não se aquecem nem transferem calor rapidamente através deles mesmos. O aço é um bom condutor de calor, pois absorverá e transferirá calor muito mais rápido que a alvenaria ou o concreto.

O aço perderá sua habilidade de suportar uma carga a uma temperatura muito menor que o cimento ou a alvenaria, e falhará por temperatura muito abaixo das encontradas em um incêndio. Os elementos estruturais de aço podem deformar-se, ceder ou colapsar como resultado da exposição ao fogo. O ferro forjado suportará maiores temperaturas que o aço mas inclusive as colunas de ferro forjado podem deformar-se quando estão expostas a incêndios de edifícios. A susceptibilidade de um elemento estrutural de aço de danificar em um incêndio depende da intensidade e duração do incêndio, o tamanho do elemento de aço, e a carga suportada.

Embora todos os conjuntos da construção possuem certa resistência inerente ao fogo, os conjuntos classificados em relação ao fogo são tipos que tenham sido provados pelos procedimentos específicos estabelecidos para relações por hora de fogo. As categorias de resistência ao fogo podem referir-se a habilidade dos sistemas estruturais para suportar uma carga durante um incêndio ou para prevenir a propagação do incêndio. Determinam-se em base a uma prova específica, e não indicaram necessariamente durante quanto tempo seguirá operando um sistema em um incêndio em desenvolvimento.

**5.3.4.2 Construção de concreto ou alvenaria.** Outros materiais principais de construção incluem o concreto e a alvenaria. Estes materiais tem uma resistência inerente aos efeitos do fogo devido a sua massa, alta densidade, e baixa

condutividade térmica. O concreto e a alvenaria são utilizados de muitas formas e aplicações. Os conjuntos de alvenaria e concreto tem elevada resistência a compressão e relativamente baixa resistência a tensão. Consequentemente, ambas necessitam ser reforçadas para resistência a tensão.

As falhas pelo fogo nestes tipos de materiais estão em geral relacionadas com falhas no reforço e falha na conexão entre componentes. A falha de reforços pode dever-se a transferência de calor através do concreto ou alvenaria, ou pelo espaçamento entre superfícies e exposição do reforço as temperaturas do incêndio. Geralmente as conexões se fazem com aço, e suas falhas se originam a temperaturas muito muito abaixo da categoria encontrada em incêndios estruturais.

**5.4 Conjuntos de construção.** Conjuntos, como utiliza-se neste capítulo, pode ser descrito como uma coleção de componentes, tais como elementos estruturais, para formar uma parede, piso/teto, ou outros. Os componentes podem ser conjuntos tais como portas que formam uma parte de uma unidade completa maior. A forma em que os conjuntos reagem com o fogo, influencia com frequência em como cresce e se propaga um incêndio, e como mantém sua integridade estrutural durante o incêndio. Frequentemente os conjuntos são interdependentes, e a falta de um pode contribuir a falha do outro.

Os conjuntos podem estar ou não classificados segundo sua resistência ao fogo; entretanto, muitos conjuntos proporcionaram muita resistência ao fogo. Também deve considerar-se que muitos conjuntos não estão classificados em relação a penetração da fumaça, exceto os portões de controle de fumaça. A documentação da cena do incêndio deveria incluir o que havia ali para posterior comparação com as exigências das normas em vigor.

Um conjunto sem classificação indica que não sabemos o que indicariam as provas padrão do incêndio, dando o tempo de falha pelas condições de prova do incêndio.

Os conjuntos se classificam para alguns critérios de prova de incêndio e baixas condições de prova específicas. As condições de incêndio reais desenvolvidas na estrutura podem ser mais grave e fazer com que a estrutura falhe em um lapso menor de tempo que as condições de horas atribuído como resultado das provas de incêndio. Os danos em um conjunto não são indicadores da causa do

incêndio; contudo, é apropriado determinar as circunstâncias associadas com a falha do mesmo.

Quando se avalia os conjuntos depois de um incêndio, se deveria levar em consideração alguma deficiência local de um componente em um conjunto total, como um buraco na parede, telhas perdidas no teto, ou inclusive uma porta aberta bloqueada.

**5.4.1 Conjuntos Piso/Teto/Cobertura.** Os conjuntos piso/tetos falham de diversos modos, incluindo o colapso, desvio, distorção, transmissão de calor, ou penetração do incêndio permitindo propagação vertical do incêndio. A falha depende de uma série de fatores, incluindo o tipo de elementos estruturais; a proteção dos elementos; e os vãos, cargas, e espaço entre vigas. Os conjuntos de pisos classificados se provam contra a exposição do fogo desde a parte inferior, não desde a superior. Há dados experimentais limitados sobre incêndios queimando abaixo, que podem se dar em um número de mecanismos tais como radiação de camada ou propagação por gotejamento. As cargas móveis e o peso da água pode contribuir ao colapso do piso e teto.

As penetrações se encontram regularmente em conjuntos pisos/tetos. As penetrações se utilizam frequentemente para proporcionar acesso para as instalações auxiliares, sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado, e outras funções. As penetrações nos conjuntos piso/teto classificadas contra incêndios tem exigência de estar fechadas para manter sua classificação. As penetrações não fechadas facilitam a passagem do incêndio e fumaça através do conjunto piso/teto.

Os conjuntos da cobertura afetam a estabilidade estrutural durante o incêndio mais que a resistência a propagação do fogo. As coberturas podem ter maior impacto na dinâmica do fogo se falham durante o incêndio.

**5.4.2 Paredes.** As paredes desenvolvem várias funções relacionadas com a segurança contra incêndios, das quais a mais óbvia é a compartimentação, que tende a limitar a propagação do incêndio. As paredes de compartimentação são construídas em vários padrões, desde partições não classificadas a paredes cortafogo barricadas independentes.

As paredes podem estar classificadas ou não contra incêndios, e se são ou não paredes estruturais. Aliás, as paredes estruturais podem estar classificadas contra incêndio inclusive embora sua função seja deter a propagação do incêndio. A parede corta-fogo não será efetiva se não há continuidade através do teto e a seção do sótão da estrutura.

Uma parede contra incêndios é uma parede que separa edifícios ou subdivide um edifício para prevenir a propagação do incêndio, e que está classificada em relação de resistência ao fogo e estabilidade estrutural.

Uma barreira contra incêndios é uma parede, diferente da parede contra incêndios, que representa uma determinada resistência ao fogo. As paredes corta-fogos e as barreiras contra incêndios não necessitam cumprir as mesmas exigências como barreiras contra fumaça.

As barreiras contra fumaça são membranas contínuas, tanto verticais como horizontais, tais como uma parede, um piso ou um conjunto de teto, desenhado e construído para restringir o movimento da fumaça. Uma barreira contra a fumaça poderia estar ou não classificada como resistente ao fogo. Tais barreiras devem proteger as aberturas.

Normalmente se encontram penetrações nos conjuntos das paredes. Frequentemente as penetrações se utilizam para proporcionar para portas, instalações auxiliares, sistemas de ventilação, aquecimento, ar condicionado, encanamento, dados a fim e comunicações, e outras funções. Se exige que as penetrações nos conjuntos de paredes classificadas contra incêndios estejam fechadas para manter sua classificação. As penetrações não seladas facilitam a passagem do fogo e fumaça através do conjunto da parede, permitindo que o fogo se propague horizontalmente.

Não exige-se que uma barreira contra incêndios se construa com materiais não combustíveis. As paredes barreiras contra incêndios construídas com materiais combustíveis incluem o uso de vigas de madeira com paredes de gesso tipo X na superfície exterior. Onde a estrutura tem conjuntos de meação suportes de carga, os materiais combustíveis podem ser utilizados novamente. Neste caso, tenho paredes separadas por montantes construídos; o acabamento exterior é drywall; Entre as paredes dos montantes se acrescenta compensado; e existe um espaço aerado

entre as paredes. Muitas das exigências para uma parede barreira contra o fogo implica colocar gesso tipo X em ambos lados da parede para torná-la resistente ao fogo.

Há outras paredes que se encontram na estrutura. Embora estas paredes não sejam submetidas a provas de fogo para classificar-se, proporcionaram alguma resistência a propagação do incêndio dentro do edifício.

**5.4.3 Portas.** As portas podem ser um fator chave na propagação do incêndio. As portas podem ser feitas com vários materiais e estar classificados ou não contra incêndios. Deve-se notar que Se há uma abertura de porta em uma parede ou parte classificada como contra incêndio, se exigirá que conte com uma porta corta fogo adequada, instalada como um conjunto completo. Os conjuntos da portas corta-fogo se exige que tenham frames, dobradiças, travas e fechaduras classificados e vidros caso existam (e se permitido). As portas corta-fogo podem ser de madeira, aço, ou aço com um miolo isolado de madeira e material mineral. Contudo muitas portas tem um valor isolante baixo, outras podem ter uma relação de transmissão de calor de 121°C, 232°C e 343°C (250°F, 450°F e 650°F). Isto significa que as portas limitam o aumento de temperatura no lado não exposto respeitando esse valor enquanto for exposta a uma relação de temperatura-tempo de 30 minutos. Esse valor de isolamento ajuda na evacuação, particularmente em escadarias ocas de edifícios de vários pisos, e proporciona ajuda contra a autoignição de material combustível próximo ao lado não exposto às aberturas. Ademais, a classificação da porta, para que seja efetiva na limitação da propagação do incêndio de um compartimento a outro, a porta deve estar fechada. A posição das portas podem mudar durante e depois do incêndio por várias razões, incluindo sistemas de fechamento automático, movimento de pessoal e atividades de combate a incêndio.

**5.4.4 Espaços Ocultos.** Os espaços ocultos são espaços inacessíveis da estrutura tais como o espaço por sobre o teto, por debaixo do solo, mesmo ou entre paredes. Os espaços ocultos proporcionam uma via oculta para que o fogo cresça e se propague sem que se identifique exatamente seu início. Quando o fogo sai do espaço oculto já, a princípio, já terá se propagado extensamente através de toda a estrutura. Os fogos em espaços ocultos são difíceis de extinguirem. OS espaços ocultos se encontram em quase todo tipo de construção e podem ter instalados

dispositivos de segurança contra incêndio como chuveiros automáticos, barreiras e alarme de detecção automática. A presença, funcionamento e ausência destes dispositivos de proteção podem ter um efeito dramático na progressão do incêndio. Nestes espaços ocultos identificados como não combustíveis, todos os componentes, materiais, o equipamento usado na construção do espaço devem ser conjuntos não combustíveis ou pelos menos resistentes ao fogo, ou devem ser recobertos com camada protetora eficiente contra incêndio. Os espaços ocultos normalmente classificados como não combustíveis podem conter alguns materiais combustíveis como madeira tratada com retardantes de incêndio, cabeamento de comunicação e energia e tubulações plásticas. Os incêndios podem iniciar-se e propagar-se por espaços ocultos que estão classificados como não combustíveis.

## CAPITULO 6        A ELETRICIDADE E O FOGO

**6.1 Introdução.** Neste Capítulo é feita uma análise dos sistemas e equipamentos elétricos. O principal objetivo desta análise são as instalações monofásicas em edifícios com correntes alternadas 120/240 volts. Estas voltagens são comuns em edifícios residenciais e comerciais. Neste capítulo se explicará os princípios básicos da física relativos à eletricidade e ao fogo.

Antes de começar uma análise dos equipamentos elétricos específicos, se parte do princípio de que a responsabilidade pessoal de determinar a causa do fogo será definida na área ou ponto de origem. Os equipamentos elétricos como fonte de ignição devem ser estudados em pé de igualdade com outras fontes e não como o início ou fim. A presença de cabeamentos elétricos no lugar de um incêndio não indica necessariamente que o fogo se mudanças no aspecto de cabos e equipamentos, que podem induzir a hipóteses falsas se não for feita com muito cuidado.

Os cabos e equipamentos elétricos bem utilizados e protegidos por fusíveis e disjuntores devidamente dimensionados e que funcionem bem, normalmente não apresentam risco de incêndio. Contudo, podem ser uma fonte de ignição se próximo a eles existem materiais facilmente combustíveis quando se instalado ou utilizado de forma inadequada. Se algum aspecto do cabeamento não está de acordo com a NFPA 70, *Norma Elétrica Nacional*, poderia ou não estar relacionado com a causa do incêndio.

## 6.2 Eletricidade Básica

**6.2.1** O objetivo deste tópico é apresentar os conceitos e terminologia básicos da eletricidade de maneira breve e concisa, para contribuir para sua melhor compreensão.

**6.2.2** A água que passa por uma tubulação tem certa semelhança com a corrente elétrica que passa por um sistema. Por isso podemos compreender, guardadas as devidas proporções, um sistema hidráulico com um sistema elétrico, para melhor compreensão.

**6.2.3** A tabela 6.2.3 reúne os sistemas básicos de um sistema hidráulico com os correspondentes elétricos.

Tabela 6.2.3 Comparação entre os sistemas hidráulicos e o sistemas elétricos

Elementos do sistema hidráulicos	Elementos do sistema elétrico
Bomba	Gerador
Pressão	Voltagem (potencial de força eletromotriz)
Quilos por cm quadrado	Volts
Manômetro	Voltímetro
Água	Elétrons
Fluxo	Corrente
Litros por Minuto	Amperes (A)
Fluxímetro	Amperímetro
Válvula	Interruptor
Fricção	Resistência (ohms)
Perdas por atrito	Queda de tensão
Tamanho da tubulação (diâmetro interior)	Secção do cabo (nº AWG)

**6.2.4** Em um sistema hidráulico se utiliza uma bomba para criar a pressão hidráulica necessária para que a água corra pelas tubulações. Em um sistema elétrico se utiliza um gerador para criar a pressão elétrica necessária que impulsiona os elétrons através do cabo. Essa pressão elétrica é a voltagem ou tensão. A pressão hidráulica se expressa em quilos por centímetro quadrado e se pode medir com um manômetro. A pressão elétrica se expressa em volts e se mede com um voltímetro.

**6.2.5** Em um sistema hidráulico, o que flui é a água. Em um sistema elétrico som os elétrons, e esse fluxo chama corrente elétrica. A quantidade de água que passa por um sistema se expressa em (l/min) e se pode medir com um fluxometro. A quantidade de corrente elétrica que passa se expressa em ampères (A) e se pode medir com um amperímetro. A corrente elétrica pode ser contínua (c.c), como aquela proporcionada por uma bateria, ou alternada (c.a), como a que é administrada pelas companhias elétricas.

**6.2.6** A corrente continua passa em uma única direção, como a água que circula por um sistema. A corrente alterna <sobe e desce> a uma determinada frequência. Nos EUA se utiliza uma frequência de 60 hertz (Hz) ou seja, 60 ciclos por segundo. Na maioria das aplicações que falaremos neste texto, podemos imaginar os circuitos de c.a como se forem circuitos de c.c. Uma exceção são os transformadores e muitos motores elétricos, que não funcionam com corrente contínua. Ademais, os circuitos trifásicos e monofásicos que são muito resistentes, não podem ser analisados do mesmo modo que os circuitos de corrente continua ou circuitos monofásicos normais de corrente alternada. A explicação das diferenças entre a corrente continua e a corrente alternada não está presente neste manual.

**6.2.7** As tubulações são os meios pelo qual se transmite a água. No sistema elétrico, esse meio é constituído sobre todos os cabos.

**6.2.8** No sistema hidráulico fechado (por exemplo, que não seja o sistema contra incêndio, em que a água sai por uma extremidade), a água circula, voltando à bomba onde é enviada novamente ao circuito. Se uma válvula se fecha, a circulação para em todo o sistema. Quando a válvula abre, reinicia-se a circulação. Um sistema elétrico é também um circuito fechado, porque a corrente deve circular no sistema completando todo o circuito. Caso o interruptor seja aceso, o circuito se abre e a corrente passa. Se se apaga o interruptor, o circuito se abre e a corrente é interrompida em todo o sistema. Essa queda de voltagem se denomina força potencial ou eletromotriz, como se mostra a figura 6.2.8.

**6.2.9** As perdas por atrito com a tubulação produzem quedas de pressão. O atrito elétrico nos cabos e outros elementos do circuito, que decidem a resistência, produzem também uma queda da pressão elétrica ou <quedas de tensão>. Para expressar a resistência com a queda de pressão, se aplica a lei de Ohm (ver 6.2.13).

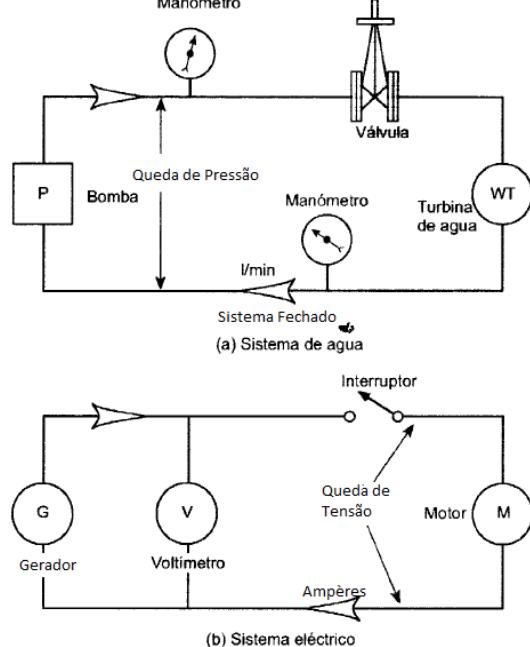
Quando passa eletricidade por um material condutor como um cabo, um tubo ou cano de metal se gera calor. A quantidade de calor depende da resistência do material pelo qual passa a corrente. Alguns equipamentos elétricos, como as estufas, são projetados para que a resistência converta eletricidade em calor.

**6.2.10** A quantidade de água em uma tubulação com pressão constante é determinada pelo tamanho da tubulação. A uma mesma pressão, uma tubulação maior permite que passem mais litros de água por minuto que uma pequena. Do mesmo modo, um cabo maior (de maior seção) permite que passe mais corrente que um menor. Nos EUA, a seção dos cabos vem dada em número AWG (American Wire Gauge). Quanto maior é a AWG, menor o diâmetro do cabo. Por exemplo, os cabos telefônicos e outros circuitos, passam pouca corrente, são nº AWG 22. Nos circuitos residenciais se usam cabos de maior diâmetro, como os nº AWG 14, 12 ou 10. Quanto maior seja o diâmetro de um cabo (e portanto sua seção), menor é o número AWG e menor é a resistência do cabo. Isso supõe que um cabo de cobre nº AWG 12 permite passar mais corrente que outro de nº 14 (*Veja a figura 6.2.10*).

**Figura 6.2.10. Cabos. Tamanho AWG (American Wire Gage), diâmetros da seção e resistência dos cabos mais corriqueiramente utilizados nos edifícios.**

	Fiação de cobre Diámetro	Resistencia en ohmios por 1000 pies (305 m) a 158°F (70°C)
14 AWG —— ● —— .064 pul. (1.63 mm)	3.1	
12 AWG —— ● —— .081 pul. (2.06 mm)	2.0	
10 AWG —— ● —— .102 pul. (2.60 mm)	1.2	

Figura 6.2.8 Componentes típicos de sistema aquoso e sistema elétrico



**6.2.11** A capacidade de um condutor é a corrente que pode circular por ele, com segurança, quer dizer, sem um aquecimento excessivo. Isto depende da temperatura do ambiente em que o cabo está trabalhando, assim como outros fatores similares como o contato com o solo, ar livre e outros. Por exemplo, na tabela 3.10.16 da NFPA 70, National Electrical Code, se indica que a capacidade de um cabo de cobre nº AWG com isolante TW (termoplástico resistente a umidade) é de amperes

Esta classificação se baseia na temperatura ambiente de 30°C (86°F) em que se tenham instalado um cabo ao ar livre com não mais de três fios. Qualquer mudança – como maus condutores em um cabo, maior temperatura ambiente ou isolamento do cabo – que reduzam a perda de calor ambiente, diminuirá sua capacidade. Este mesmo tamanho de cabo se classifica a 50 amperes com isolamento THWN (termoplástico resistente à umidade e ao calor); o isolamento THWN tem uma classe de temperatura de 75°C (16°F), diferente do isolamento TW, 60°C (140°F). A categoria de temperatura deste isolamento é a temperatura máxima que pode suportar um cabo durante um grande período de tempo sem sofrer degradação, em qualquer ponto de sua extensão. Os valores da capacidade de um condutor dependem do aquecimento do cabo causado pela corrente elétrica, da temperatura ambiente em que se opera o cabo, da classe de temperatura de isolamento e da quantidade de calor dissipado deste cabo pelos seus arredores. A

corrente que passa através de um condutor de alumínio gera mais calor que a mesma corrente passando através de cabos de cobre do mesmo diâmetro, já que a capacidade do condutor de alumínio é menor que para um condutor de cobre do mesmo tamanho. Ademais, a capacidade de um cabo diminui quando se opera em elevadas temperaturas ou quando se recobre com material que proporcione isolamento térmico. Em contrapartida, a real capacidade de um cabo será maior que o pensado no projeto. A capacidade real do cabo utilizado pode ser uma consideração importante na descoberta da causa de uma falha elétrica.

**6.2.12** Alguns materiais que compõem os cabos conduzem mais corrente, com menor resistência que outros. A prata é melhor condutora que o cobre, o cobre melhor que o alumínio, o alumínio melhor que o aço, etc. Isto significa que um cabo de cobre nº AWG 12 oferece menos resistência que um de alumínio nº AWG 12. Com um mesmo tamanho AWG e igual corrente, se gerará menos calor em condutor de cobre que em um de alumínio.

**6.2.13** A lei de Ohm estabelece que a voltagem (ver figura 6.2.13) em um circuito é igual à corrente multiplicada pela resistência:

$$E = I \times R$$

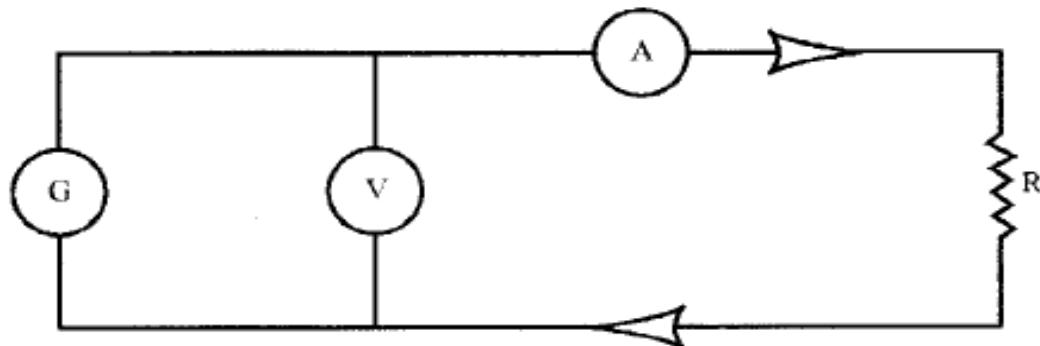
Donde:

E= Voltagem

I= Corrente

R= Resistência

**Figura 6.2.13 Lei de Ohm em um circuito simples**



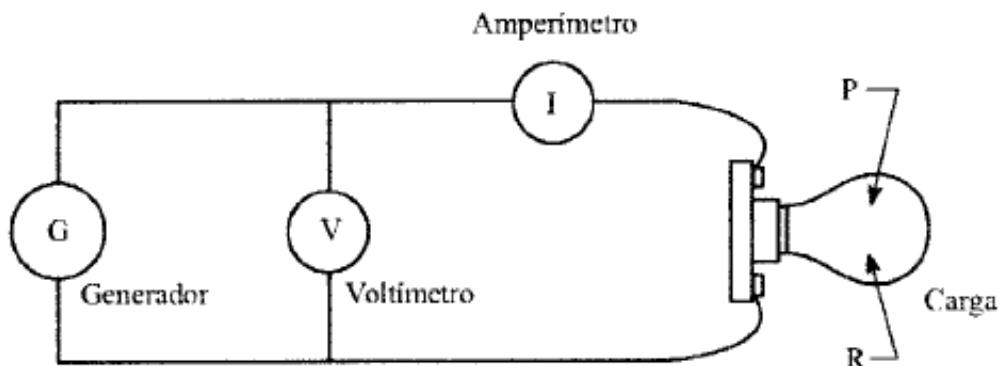
$$R \text{ (resistencia)} = V \left[ \frac{\text{voltaje}}{\text{amperaje}} \right]$$

$$V \text{ (voltaje)} = I \text{ (amperaje)} \times R \text{ (resistencia)}$$

$$I \text{ (amperaje)} = \frac{V}{R} \left[ \frac{\text{voltaje}}{\text{resistencia}} \right]$$

**6.2.14** Quando os elétrons se movem (corrente elétrica) através de uma resistência, consomem energia elétrica. Essa energia pode aparecer sob diferentes formas, como luz de uma lâmpada ou o calor de um cabo. A velocidade que se consume a energia se chama potência. A potência é expressa em watts. Uma lâmpada de 100 watts produz mais luz e calor que uma de 60 watts. (Veja figura 6.2.14)

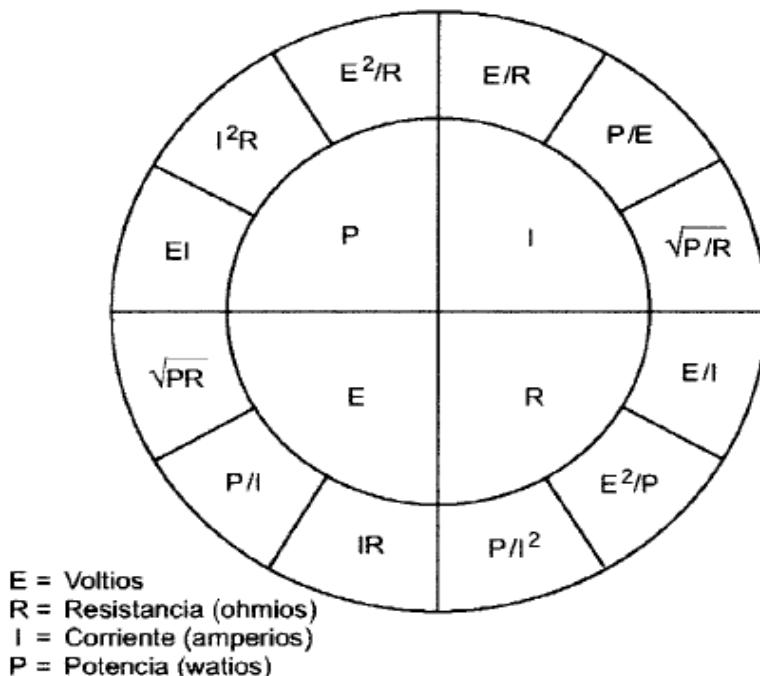
**Figura 6.2.14 A potência em Wats (W) consumida por uma lâmpada, é um produto do quadrado da corrente (I) pela resistência (R) da lâmpada**



A energia pode expressar-se de muitos modos diferentes. Para equipamentos elétricos, a energia só se mede em watts por segundo ou watts por hora. Um watt por segundo é igual um 1 joule, e um watt por hora é igual a 3600 joules (3.413 unidades térmicas britânicas)

**6.2.15** A potência ( $P$ ) nos sistemas elétricos se mede em watts. Os aparelhos com uma resistência, como um secador de cabelo ou uma lâmpada, se classificam segundo seus watts. A potência se calcula como se vê na Roda de Ohm, figura 6.2.15. A relação entre potência, corrente, voltagem e resistência são importante para o investigador de incêndios, porque ele tem que saber em cada caso quanto amperes se passaram. Na roda da figura 6.2.15 se verifica várias destas relações. Se por exemplo, se tem conectados vários aparelhos em uma extensão ou a diversas plugs de um mesmo circuito, o investigador poderá calcular a corrente extraída do circuito para ver sua amperagem ou corrente foi superada.

**Figura 6.2.15 Roda de Ohm para circuitos com resistência**



Por exemplo, um secador de cabelo a 120 v tem uma potência nominal de 1.500w.

$$\text{corriente } (I) = \frac{\text{potencia } (P)}{\text{voltaje } (E)} = \frac{1500 \text{ watos}}{120 \text{ voltios}} = 12,5 \text{ amperios}$$

$$\text{resistencia}(R) = \frac{\text{voltaje }^2(E)^2}{\text{potencia } (P)} = \frac{120^2 \text{ voltios}}{1500 \text{ watos}} = 9,6 \text{ ohmios}$$

Para comprovar os dados, fazer os seguintes cálculos:

$$\text{voltios } (E) = I \times R = 12,5 \times 9,6 = 120 \text{ V}$$

$$\text{watos} = (I)^2 \times R = (12,5)^2 \times 9,6 = 1500 \text{ W}$$

**6.2.16** O seguinte exemplo mostrará como encontrar a amperagem total, assumindo que a proteção do circuito e o aquecedor estão conectados e transportando corrente. Um aquecedor elétrico portátil e panela elétrica estão conectados a uma extensão nº AWG 18. O aquecedor é de 1.500 W e a panela de 900 W. Nas equações anteriores temos visto que a corrente é igual a potência dividida pela voltagem

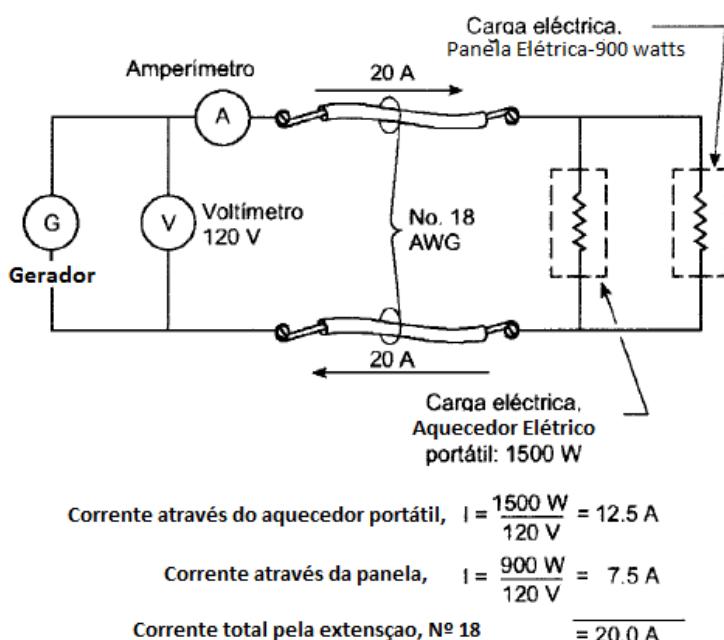
$$\begin{aligned} \text{amperios } (I) &= \frac{\text{watos } (P)}{\text{voltios } (V)} \circ \frac{1500}{120} \\ &= 12,5 \text{ A Para o aquecedor} \\ \text{amperios } (I) &= \frac{\text{watos } (P)}{\text{voltios } (V)} \circ \frac{900}{120} \\ &= 7,5 \text{ A Para a panela} \end{aligned}$$

A amperagem total de um circuito é a soma das correntes de todos os aparelhos conectados ao mesmo. A amperagem total de um circuito com três conexões é a soma das correntes destas conexões. Do mesmo modo, a amperagem total de uma tomada é a amperagem de todos os aparelhos conectados à mesma.

Neste outro exemplo (veja figura 6.2.16), as correntes calculadas são de 12,5A e 7,5A, de modo que a amperagem total da extensão quando funcionando todos os aparelhos é de  $12,5 + 7,5 = 20,0$  ampéres. As configurações corrente

permitidas (NFPA 70, National Electrical Code, Tabela 400-5(a)) indicam que a corrente máxima de uma extensão nº 18 AWG deverá ser de 10 ampéres. Portanto, para cada extensão, passou-se mais corrente que o permitido. A questão é determinar se esse excesso de corrente causou uma sobrecarga que deu lugar a um aquecimento perigoso. Em uma situação como a da figura 6.2.16, aonde parece que existe sobrecarga, é necessário demonstrar que essas condições criam um aumento de temperatura suficiente para causar a ignição. Uma sobrecarga não é uma prova absoluta de causa de incêndio. Se houve a sobrecarga, esse caso poderia ser considerado como a fonte de calor, no entanto ela estava oculta, por exemplo, embaixo de uma almofada ou entre o colchão que impediu a dissipaçāo do calor.

**Figura 6.2.16 Cálculo da corrente total.**



Uma situação parecida ocorre quando existe um curto-circuito entre dois cabos. Por definição, um curto-circuito é uma conexão de resistência relativamente baixa. Como temos visto na Lei de Ohm, quando diminui a resistência aumenta a corrente. Contudo, um curto-circuito não produz grandes sobrecargas, os dispositivos de proteção do circuito evitam normalmente que essa corrente passe durante um tempo suficiente para produzir superaquecimento.

### 6.3 Instalações elétricas nos edifícios.

**6.3.1 Generalidades.** Essa sessão dá uma descrição do serviço elétrico em sua entrada e transmissão através do edifício. Pretende-se ajudar o investigador no

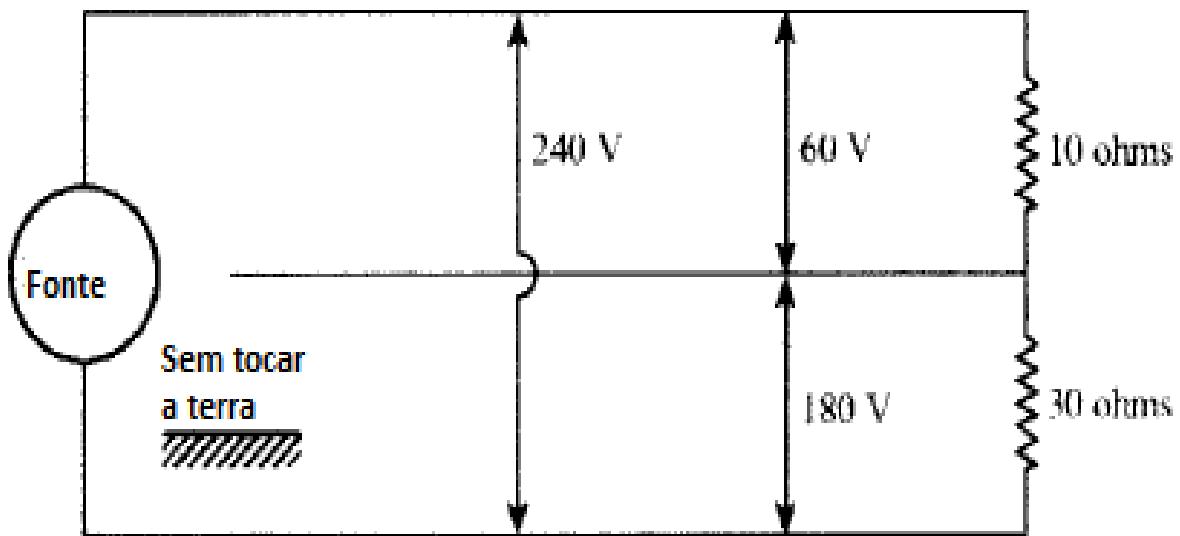
reconhecimento dos diferentes dispositivos e conhecimentos gerais de quais são suas funções. Focaremos na instalação elétrica monofásica de 120/240V, com informações limitadas sobre serviços trifásicos e de alta tensão. Esta sessão não proporciona informação detalhada das normas, as quais deveriam ser obtidas por meio de documentos apropriados

### **6.3.2 Serviço elétrico.**

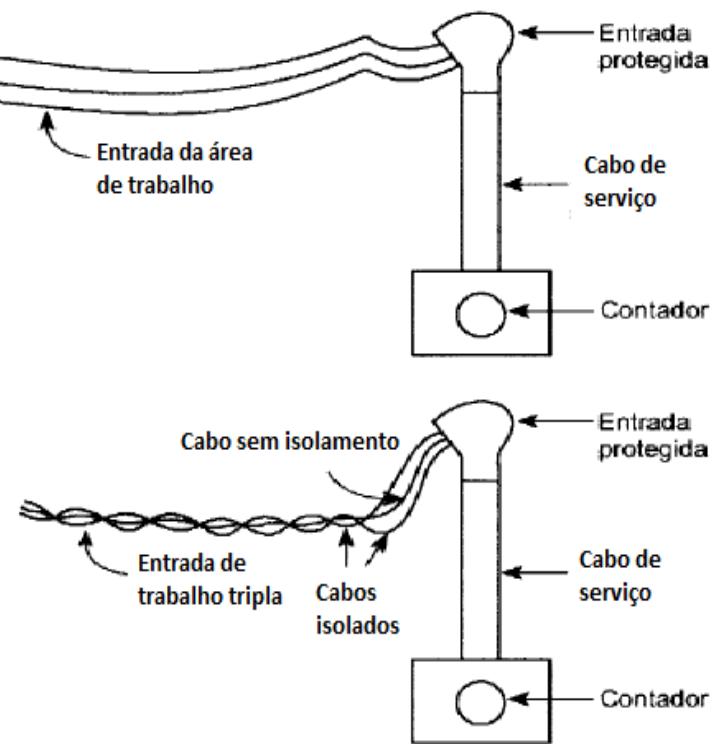
**6.3.2.1 Serviço monofásico.** A maioria dos edifícios residenciais e pequenos edifícios comerciais recebem eletricidade de um transformador através de três cabos, que podem ser aéreos ou subterrâneos. Dois dos cabos estão isolados, denominados fases ou pólos, transportam a corrente alternadamente em direções opostas (mudando 120 vezes por segundo em cerca de 60 ciclos), de modo que vão e voltam no mesmo instante, porém em direções opostas (180° fora da fase). Essa corrente alternada se chama fase simples.

O terceiro cabo se conecta a terra para atuar como cabo neutro, que pode ser sem isolamento. A voltagem entre qualquer um dos pólos e o terra, é de 120 volts, como se mostra na figura 6.3.2.1 (a). A voltagem entre os pólos é de 240 volts. Os cabos que entram no edifício têm vários filamentos, para que possam transportar, seguramente, grandes quantidades de corrente. Tal como se mostra na figura 6.3.2.1 (b), podem ser desligados separadamente, o dos condutores ativos podem estar enrolados ao redor do neutro em uma configuração denominada tripla.

**Figura. 6.3.2.1 (a) Relação de voltagens em serviço 120/240v**

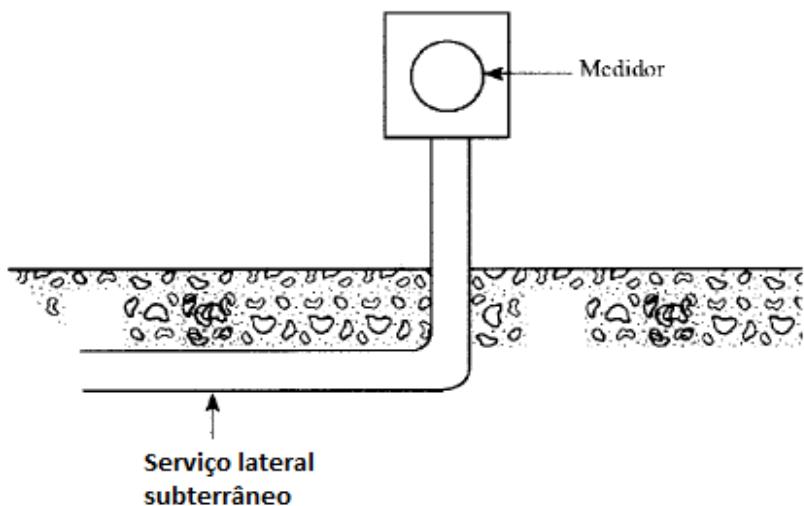


**Figura 6.3.2.1 (b) Serviço Aéreo**



Os cabos aéreos vêm desde o transformador localizado em um poste, que se denomina entrada de serviço. Se vierem desde um transformador embaixo do solo, estarão enterrados e se chamará serviço lateral (Ver Figura 6.3.2.1 (c)).

**Figura 6.3.2.1 (b) Serviço aéreo**

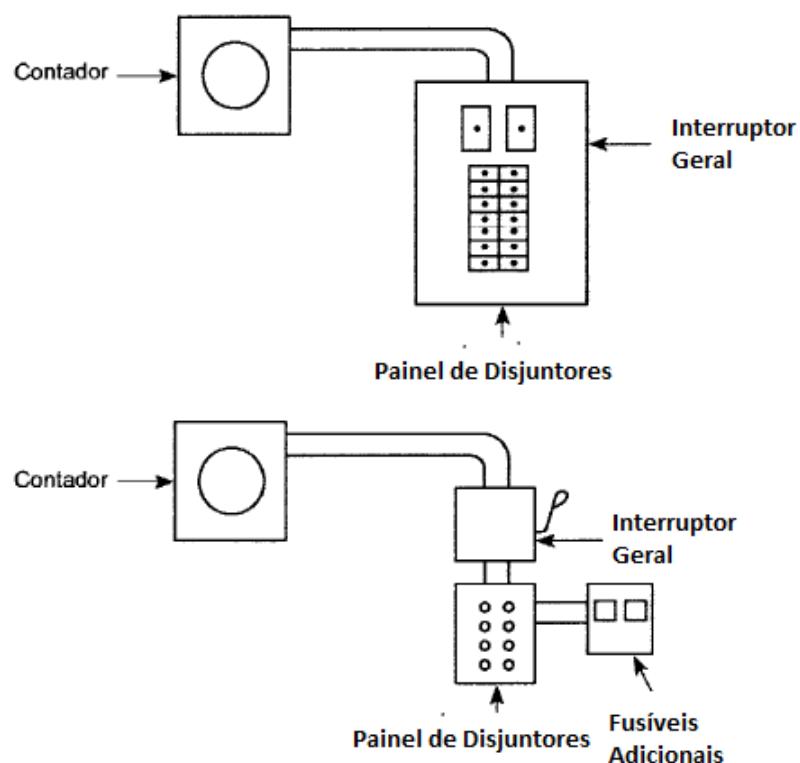


**6.3.2.2 Serviço trifásico.** Os edifícios industriais e grandes centros comerciais, grandes residenciais multifamiliares e outros edifícios de grande porte, normalmente tem fornecimento elétrico trifásico. O serviço trifásico consiste em três correntes alternadas que vão e vem em diferentes instantes (desordenados uma em relação à outra). Haverá três cabos de corrente e normalmente um quarto, que é o neutro. A voltagem entre os cabos de corrente é, normalmente, de 480, 240 ou 208 volts. A voltagem entre os condutores e o fio terra depende do sistema de cabeamento e podem ser de 277, 208 ou 120 volts. O sistema de quatro condutores 480/270 volts é um serviço normal para edifícios industriais e grandes centros comerciais. Nestes edifícios, os sistemas de iluminação modernos operam normalmente em 277 volts. Nos edifícios muito grandes, pode haver mais de um serviço elétrico de entrada. Em muitos edifícios industriais, o serviço de entrada de voltagem pode ser muito alto (por exemplo, 4000 volts). Depois, os transformadores dentro do edifício reduzem a voltagem para sua utilização, incluindo 120 V para luzes e transformadores.

**6.3.3 Caixa e Contador.** Os cabos de entrada de serviço entram em uma entrada protegida contra as condições climáticas, desenhada para evitar que entre água no sistema, e logo abaixo por um canal de serviço até o contador. Existe um medidor de watts por hora no contador da caixa que conecta os cabos de serviço de modo que a eletricidade possa circular em toda a estrutura. Nas estruturas mais modernas, o contador fica normalmente no exterior. Desde a caixa do contador, os cabos vão aos equipamentos de serviço pela estrutura, como mostra a figura 6.3.3.

Em instalações maiores, os cabos de entrada podem conectar-se diretamente ao equipamento de serviço sem passar pelo contador. Nesse caso, o contador controla desde os transformadores de corrente que controlam cada entrada de cabo e percebem o consumo de corrente.

Os transformadores de corrente circundam cada entrada de cabo e percebem a transformação de corrente.



**6.3.4 Significado.** A entrada de serviço pode ser significativa na investigação de incêndios porque o dano ao isolamento dos cabos pode resultar em uma avaria continuada de alto poder (por curtos circuitos ou falhas de conexão com o terra). Entre o transformador e a proteção principal na estrutura, normalmente não existe proteção dos cabos contra sobrecargas, que pode originar uma avaria e continuar depois de iniciada. Uma vez que se produz a avaria, causando ou resultando em fogo, as avarias que se seguem podem destruir toda a parte de serviço.

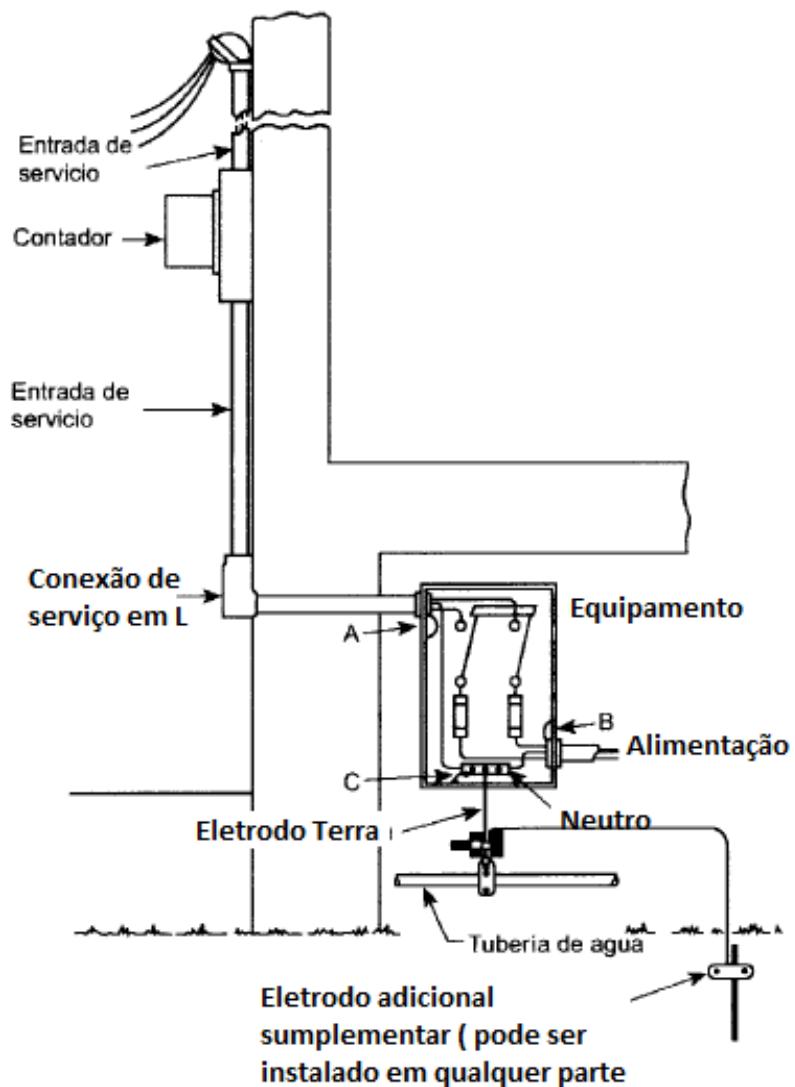
**6.4 Equipamentos de serviço.** Desde a caixa do contador, os cabos vão aos equipamentos de serviço, com um interruptor geral e fusíveis ou desconectores do circuito (ver figura 6.3.3). O equipamento de serviço deve localizar-se próximo a um lugar onde os cabos penetram a estrutura. O equipamento de serviço tem três

funções: proporcionar meios de desconectar a corrente em todo o sistema elétrico, dar proteção contra avarias elétricas, e dividir a distribuição de força em vários circuitos ramificados. O interruptor geral e os cortadores de corrente principais são aqueles que podem desconectar toda a eletricidade do edifício. A eletricidade se distribui através dos circuitos ramificados do resto da edificação, desde a caixa de fusíveis até os seccionadores de circuitos.

**6.5 Aterramento.** Toda a instalação elétrica deve estar conectada a terra. A conexão consiste em fazer um contato elétrico sólido entre o sistema elétrico e o solo. O aterramento ocorre por uma conexão equipotencial do desconector ou painel de fusível com uma tubulação metálica que se estende ao menos 3 metros no solo na parte exterior. Na ausência de condução metálica deve-se utilizar um eletrodo de aterramento. O eletrodo de aterramento pode ser um tubo de condução ou barra de aço galvanizado, ou uma faixa de cobre de ao menos 2,4 metros de comprimento enterrada abaixo de onde se encontra a unidade.

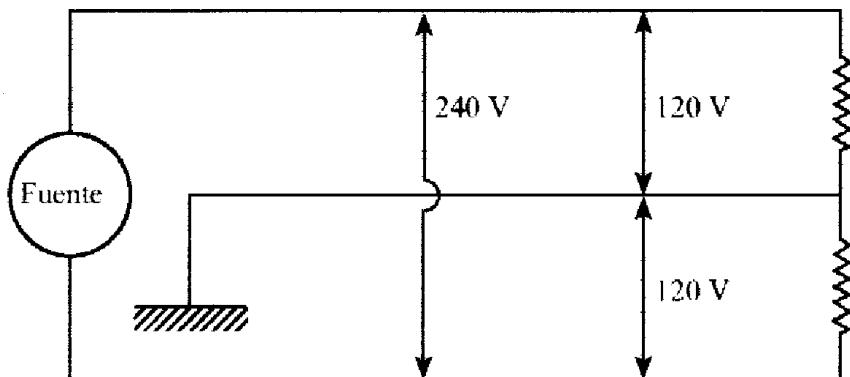
Em todas as instalações, o equipamento de serviço deve conectar-se a terra junto com a condução de água fria. O aterramento é a conexão dos elementos da edificação com a fiação para mantê-los com a mesma voltagem, a qual necessariamente será zero, caso se conecte à terra. A conexão do aterramento se consegue utilizando um fio de cobre ou alumínio desde a caixa de fusíveis a uma braçadeira que está presa firmemente à condução de água fria ou ao eletrodo de aterramento. Há um exemplo na figura 6.5. O objetivo de se conectar a terra um sistema elétrico é assegurar que qualquer cômodo ou objeto metálico exposto ao sistema conectado não se carregue eletricamente. Se um condutor não conectado a terra (condutor ativo) encosta-se a um objeto encostado à terra, a sobrecarga resultante de falha na terra desprotegerá o sistema.

**Figura 6.5** Aterramento típico de uma pequena instalação. A B e C são conexões que proporcionam um caminho para terra.



**6.5.1 Neutro Flutuante.** Um sistema elétrico que não está devidamente aterrado pode ainda ser usado, mas haverá um ponto fixo de tensão zero (terra) entre as duas fases. Haverá ainda 240 V entre as duas fases, mas em vez de se ligar a 120 V a tensão de cada fase para a terra, você pode mudar para qualquer outro valor que é adicionado a 240 V (ver Figura 6.5.1.). Todas as linhas para circuitos neutros serão afetadas. Tensões em fases dependem das cargas das duas fases, a qualquer momento. Por exemplo, as tensões podem ser entre 60 e 180 volts, como mostrado na Figura 6.5.1. A maior tensão pode superaquecer ou queimar qualquer equipamento, e a tensão mais baixa pode danificar alguns equipamentos eletrônicos. Os ocupantes podem ter visto luzes incandescentes que eram muito claras ou equipamentos que de alguma forma superaqueceram ou estragaram.

**FIGURA 6.5.1** Exemplo de relação de voltagem em serviços de 120/240v com neutro enterrado.



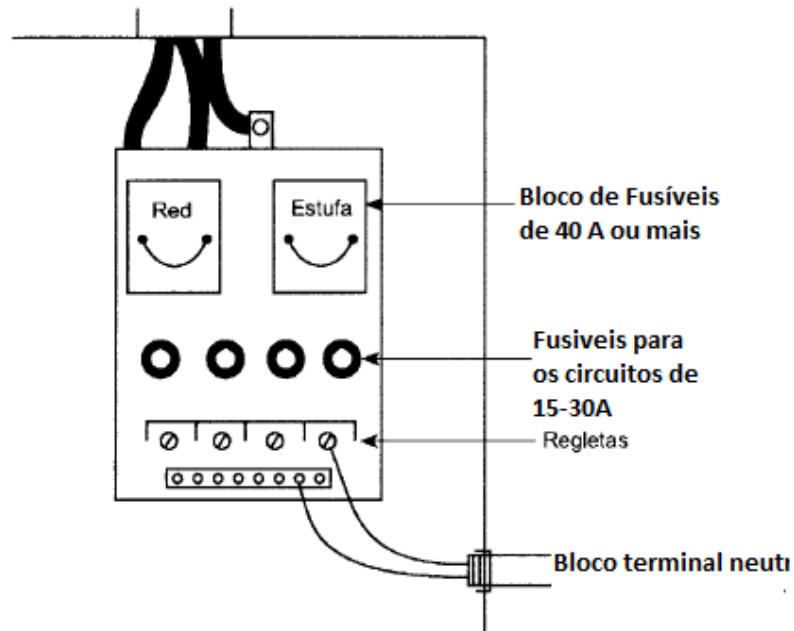
**6.6 Proteção contra excesso de corrente.** Fusíveis e disjuntores oferecem proteção contra curto circuito, aterramento deficiente, e cargas de corrente que podem ser prejudiciais (ou seja, sobrecarga). No geral, este dispositivo de sobrecorrente deve ser instalado onde cada condutor não aterrado (fase) é conectado à fonte de alimentação e o dispositivo deve operar automaticamente. Os dispositivos de sobrecorrente estão ligados aos condutores que são montados sobre ou dentro da parede. Veja os exemplos nas figuras 6.6(a), 6.6(b), 6.6(e), e 6.6(d).

Dispositivos de proteção têm duas faixas de corrente, a normal e o intervalo de interrupção atual. O intervalo normal de corrente é o nível de corrente para além do qual o dispositivo se abre, como 15, 20 ou 50. O intervalo de interrupção é o nível de corrente que o dispositivo pode interromper de forma segura. Um valor típico para disjuntores é de 10.000 A.

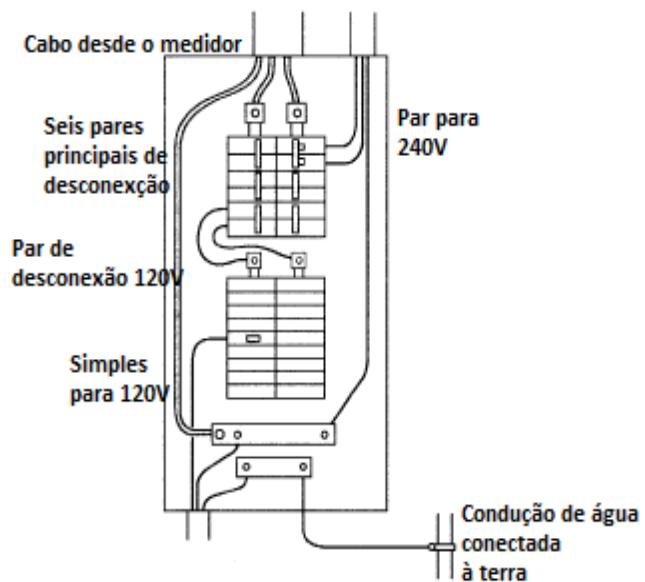
**6.6.1 Fusíveis.** Os fusíveis são basicamente dispositivos mecânicos com um elemento fusível em um pequeno recinto. O elemento fusível é feito de um condutor ou tira de metal com uma resistência suficiente de modo a ser aquecido para fundir em um nível de corrente selecionado. Os fusíveis não têm nenhuma ação mecânica; operam apenas as propriedades físicas e elétricas do elemento fusível. Alguns fusíveis podem conter mola para ajudar na remoção do fusível quando se fundem. Elementos fusíveis duplos contém um elemento que opera de forma mais eficaz com sobrecargas e o outro que opera mais com curtos circuitos. Os fusíveis normais são de uso único, porém alguns fusíveis grandes tem elementos complacentes. Há dois tipos de fusíveis: o tipo rosca que se encaixa em uma base, e o tipo cartucho que se

adapta a um suporte. Isso pode ser visto nas figuras 6.6.1(a), 6.6.1 (b) e 6.6.1(c)

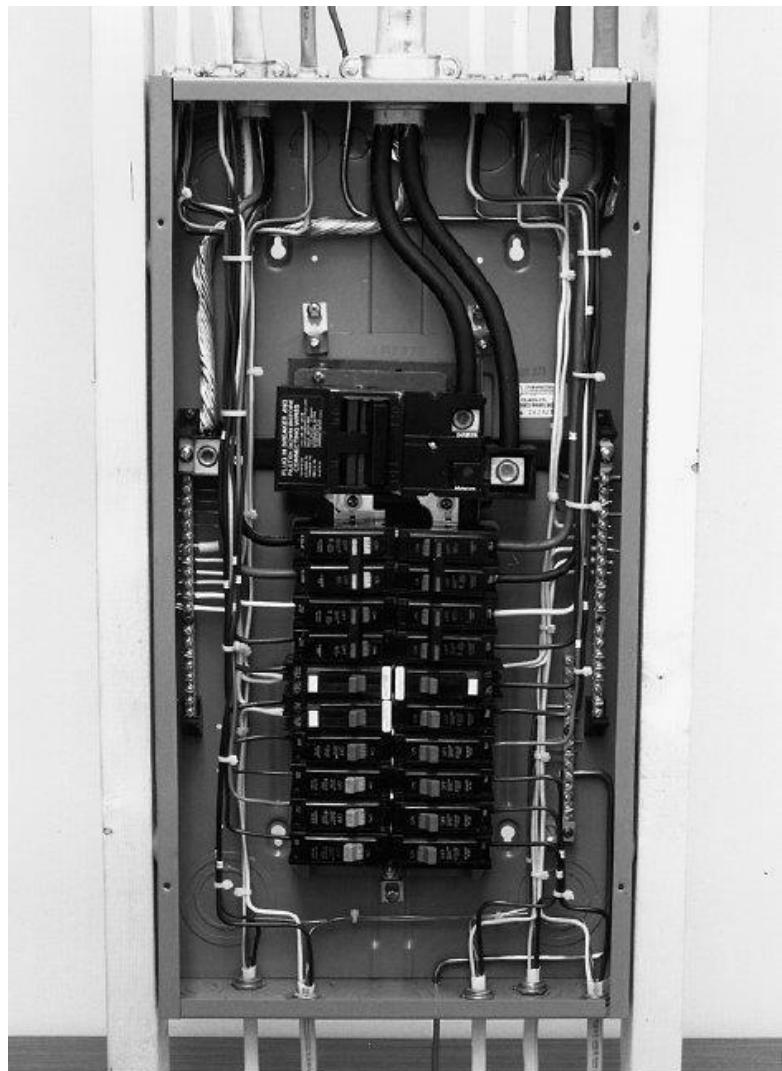
**FIGURA 6.6(a) Painel de Fusíveis**



**FIGURA 6.6 (c) Instalação habitual de um painel de disjuntores**



**Figura 6.7 Painel de disjuntores**



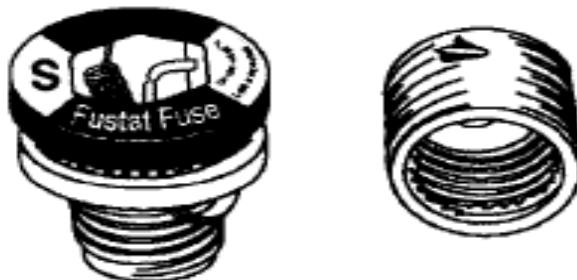
**FIGURA 6.6.1(a) Fusível típico Edison descartável de um elemento, só para substituição.**



**FIGURA 6.6.1(b) Fusível típico Edison descartável de dois elementos, só para substituição.**



**FIGURA 6.6.1(c) Fusível descartável de tipo S e adaptador.**  
**É aceito o fusível deste tipo com retardo, porém não é obrigatório**



Os fusíveis se dispõem em um quadro consistente em faixas, anéis de conexão, suportes de fusíveis e estruturas de suporte. As instalações residenciais normalmente terão uma combinação de fusíveis tipos rosca para circuitos de 30A ou menos e fusíveis com categorias maiores, para correntes acima de 30A. As classes de interrupção em fusíveis sem tempo de retardo estão na ordem de 100.000A porque detectam a avaria em menos de meio ciclo.

**6.6.1.1 Fusíveis de Rosca.** Tem-se utilizado fusíveis tipo rosca para circuitos desenhados para 30A ou menos. Os fusíveis têm bases Edison de modo que todas as amperagens se adaptariam a mesma base. Os fusíveis de 30A podem ser colocados apenas onde se planejou fusíveis para 15A. Por essa característica dos fusíveis e a facilidade com que se ser retirados (por exemplo, com uma moeda de piquenique), não são permitidos nas instalações novas. Tais fusíveis estão disponíveis, todavia para reimplantar fusíveis queimados em instalações existentes.

**6.6.1.2 Fusíveis tipo S.** Em um esforço de minimizar instalação inadequadas de fusíveis, se desenvolveram fusíveis tipo S. Estão desenhados para que seja difícil

manipula-los. Também se apresentam com adaptadores que permitem instala-los em porta-fusíveis do tipo Edison. Se um adaptador está bem instalado, não é fácil quebra-lo sem estragar. Os adaptadores estão desenhados para que não possam usar fusíveis do tipo Edison no porta-fusíveis, para evitar utilizar um fusível de maior amperagem em um adaptador pensado para outro de menor amperagem e para fazer dificultar a ponte do fusível A NFPA 70, especifica que os porta fusíveis, para fusíveis de rosca de 30A ou menos, não devem ser utilizados a menos que seja feito para usar fusíveis tipo S, com o uso de um adaptador.

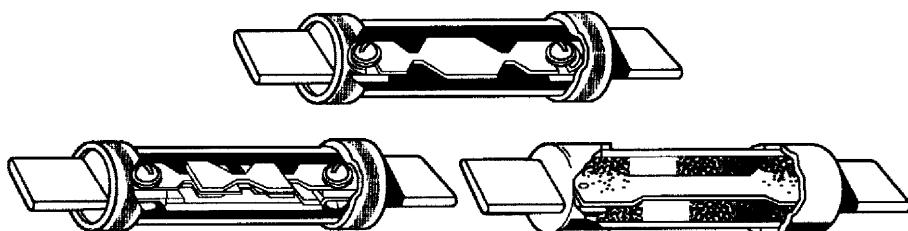
**6.6.1.3 Fusíveis com dispositivo de retardo.** Se um fusível é do tipo S ou tem uma base de Edison, além de um dispositivo de retardo, permite aumentos atuais instantâneas, por exemplo, fechando motores sem danificar. Embora estes aumentos de correntes instantâneos possam ser até seis vezes maiores do que a corrente normal, não é prejudicial porque eles duram muito pouco tempo. Isto permite a utilização de fusíveis com menor dispositivo de retardo que protegem mais do que a outra amperagem maior. A segunda deveria permitir flexibilidade para esses aumentos. No caso de um curto-circuito ou falha de aterramento que leva a um aumento na corrente, fusíveis com dispositivo de atraso trabalham e deixam em aberto o circuito. Fusíveis com dispositivo de retardo podem ser projetados com elementos duplos ou com modificação do elemento fusível.

**6.6.1.3 Fusíveis com dispositivo de retardo.** Se um fusível é do tipo S ou tem uma base de Edison, além de um dispositivo de retardo, permite aumentos atuais instantâneas, por exemplo, fechando motores atuais sem saltar. Embora estes aumentos de correntes instantâneos possam ser até seis vezes maiores do que a corrente normal, não é prejudicial porque eles duram muito pouco tempo. Isto permite a utilização de fusíveis com menor dispositivo de retardo que protegem mais do que a outra amperagem maior. A segunda deveria ter permitir flexibilidade para esses aumentos. No caso de um curto-circuito ou falha de aterramento que leva a um aumento na corrente ocorrem fusíveis de atraso trabalham e deixam em aberto o circuito. Fusíveis com dispositivo de retardo podem ser projetados com elementos duplos ou com modificação do elemento fusível

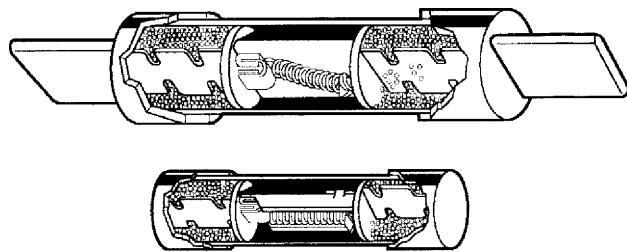
**6.6.1.4 Fusíveis cartucho.** São usados em circuitos pensando para mais de 30 A. Tal como mostrado na Figura 6.6.1.4 (a) e 6.6.1.4 (b), que consiste em um cilindro contendo elemento fundível e tampas ou folhas em cada extremidade para

fazer contato elétrico em seu suporte. Fusíveis cartucho podem ser feitos para ação imediata ou com ação retardada. Eles também vêm em tipos de uso único ou reutilizáveis. Podem ser encontrados em painéis de fusíveis das instalações residenciais para altas cargas, como aquecedores de água e fogões, e na desconexão principal. Os fusíveis de grande classificação, 100 A, mais comuns em instalações comerciais e industriais.

**FIGURA 6.6.1.4(a)** Três tipos de fusíveis de cartucho. Acima, um fusível normal removível com atuação por queda de voltagem; no centro, fusível removível com tempo de retardo; abaixo, fusível de um só uso.



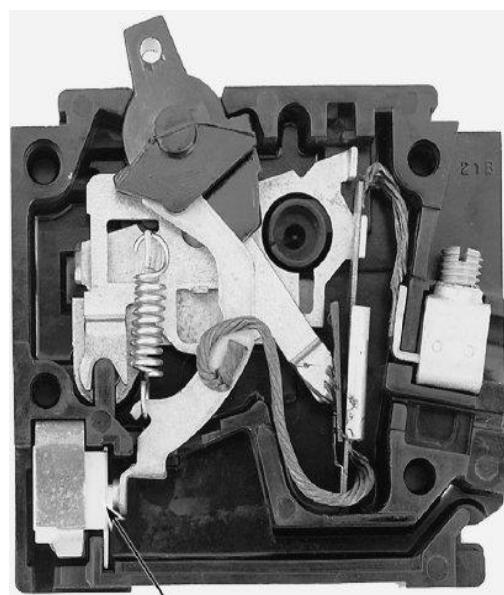
**FIGURA 6.6.1.4(b)** Fusíveis de cartucho com duplos elementos, folha e tampa de contato.



**6.6.2 Disjuntores** Um disjuntor é um interruptor que se aciona automaticamente em caso de sobretensão, ou manualmente com uma manivela. Os disjuntores são projetados para que seu mecanismo interno se dispare em caso de aumento da corrente, contudo o dispositivo permaneça operante caso a corrente retorne. As posições de conexão e desconexão aparecem na tampa deste mecanismo. [Ver Figuras 6.6.2(a) e 6.6.2(l)]. Na maioria dos disjuntores, a posição de disparo se localiza no centro [Ver Figura 6.6.2(c)]. Normalmente, um disjuntor em serviço não pode ser desconectado manualmente. No entanto, caso o defeito seja

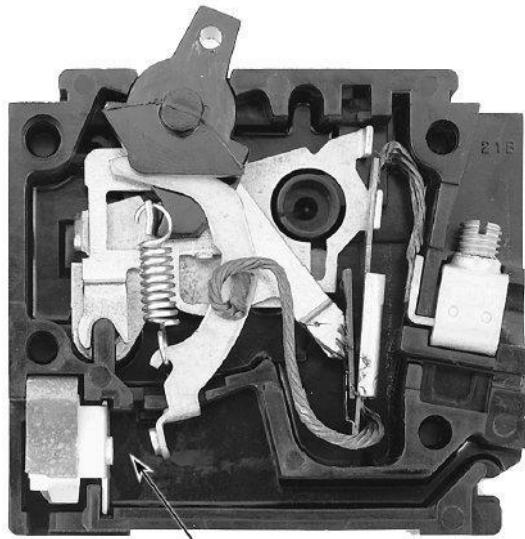
corrigido pode rearmar-se a posição conectado a cada vez que for disparado por sobrecorrente.

**FIGURA 6.6.2(a)** Disjuntor residencial de 15 amperes em posição fechada (ativado).



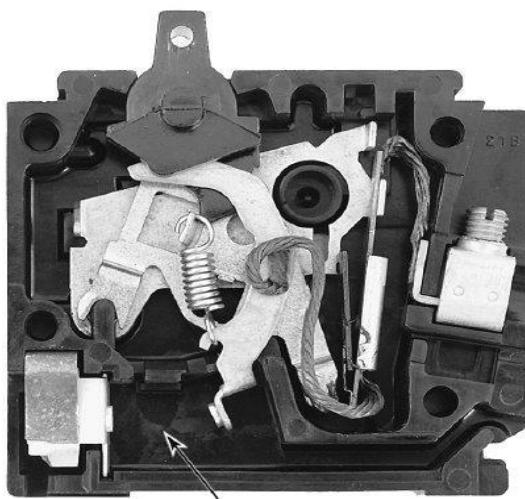
A maioria dos disjuntores residenciais são do tipo magneto térmico. O elemento térmico, normalmente um bimetal, protege contra sobrecargas enquanto o magnético protege contra curtos circuitos e falhas no aterramento de baixa resistência, momento em que a falha implica em alta corrente. Os disjuntores são mecanismos mecânicos que requerem movimentos de seus componentes para operar. É possível que falhem e não se abram, especialmente se não são utilizados por muito tempo ou se estão em uma atmosfera corrosível.

**FIGURA 6.6.2(b)** Disjuntor residencial de 15 amperes em posição aberta (desconectado).



Contatos abertos, desconectados.

**FIGURA 6.6.2(c)** Disjuntor residencial de 15 amperes em posição aberta (funcionando).



Contato aberto, funcionando.

As carcaças dos disjuntores são geralmente feitas de plástico fenólico moldado, que não funde e não contribui para a combustão, mas pode ser destruída pelo impacto de fogo. Os disjuntores em painéis de controle são conectados diretamente aos terminais, e alimentados a partir da desconexão principal. Uma placa protetora sobre a fila de disjuntores só mostra seus topos, de modo que não há partes vivas expostas ou painel de fiação.

**6.6.2.1 Disjuntores principais.** O desconector principal em um painel de disjuntores é um par de disjuntores, de amperagem capaz de suportar a corrente

total da instalação, normalmente entre 100 e 200 amperes em residenciais. As alças dos disjuntores (um em cada fase) se conectam juntas ou se modelam como uma só unidade, de modo que só é necessária uma ação para desconectar ambas as fases. Ademais, se uma fase tem uma falha que ativa o disjuntor, a conexão conectará outro disjuntor. O serviço trifásico utiliza três disjuntores principais em um só corpo ou com as alças unidas e três linhas para alimentá-los.

Muitos tipos de painéis de controlo, com tiras de distribuição são utilizados [ver Figura 6.6 (c).]. Normalmente têm 6 disjuntores bipolares ou disjuntores conectados pares juntos para fazer circuitos de 240 Volts. Eles devem ser conectados para desconectar toda a energia para a instalação. Um par serve como um disjuntor principal para o filtro de linha principal que alimenta circuitos de 120 volts. Painéis de controle com blocos de distribuição não são permitidos em novas instalações.

**6.6.2.2 Disjuntores em ramos.** Os disjuntores conectados para circuitos de ramos individuais se classificam para a corrente máxima prevista (amperagem). Os circuitos de 120 V se alimentam desde o disjuntor principal, posto que os circuitos de 240V se alimentam desde o disjuntor bipolar, ou um par de disjuntores de amperagem igual com as alças unidas. A iluminação geral e dos circuitos de receptáculo será de 15 a 20 amperes. Os equipamentos eletrônicos maiores tais como estufas ou aquecedores de água terão disjuntores de 30, 40 ou 50 amperes. Alguns equipamentos pequenos poderiam ter circuitos específicos com disjuntores de 15,6 e 20 amperes. Os serviços trifásicos utilizam três tiras para alimentar os disjuntores. Os motores e outros equipamentos que usam força trifásica se alimentarão com três disjuntores de circuitos em ramos de igual amperagem com as alças unidas.

**6.6.2.3 Interruptor do circuito para falhas de aterramento. (GFCI).** Nas novas instalações, um dos disjuntores deve ter um acionamento principal que contenha um botão < aperte para testar>. Este disjuntor é para falhas de aterramento e se aciona quando se produz qualquer falha de pequena ordem 5 miliampéres, para proteger melhor as pessoas contra descargas elétricas de qualquer nível de amperagem neste circuito. Por mais que seja útil com disjuntores tradicionais. Estes circuitos foram pensados para banheiros, salas, cozinhas e outros locais onde uma pessoa pode estar em contato com o solo e utilizando

equipamentos elétricos em suas adjacências.

**6.7 Circuitos ramificados.** Circuitos individuais que alimentam a iluminação, aos locais e a vários equipamentos elétricos fixos são circuitos ramificados. Cada um deveria ter sua própria proteção contra sobrecorrente. Consiste em um condutor não aterrado (condutor quente) conectado a um guarda e condutor solo (neutro) ligado ao bloco de aterramento. Tais condutores conduzem correntes a ser utilizado no circuito. Além disso, deveria haver um condutor com aterramento. Normalmente não conduz nenhuma corrente porém está ali para permitir que a falha da corrente vá para terra, ficando assim protegido. Algumas instalações poderiam ter um aterramento através de um condutor metálico, e outras instalações muito antigas poderiam não ter nenhum condutor conectado à terra. A falta de diferentes meios de aterramento não tem efeitos na operação dos dispositivos alimentados por este circuito.

**6.7.1 Condutores.** Os condutores das instalações elétricas são normalmente de cobre e alumínio, porque são econômicos e bons condutores de eletricidade. O capítulo 21 tratará dos condutores de outros elementos de condutores de outros metais para usos especiais.

**6.7.2 Tamanhos dos Condutores.** Os tamanhos dos fios condutores se medem pela American Wire Gauge (AWG). Quanto maior seja o número AWG, menor será o tamanho do fio. Os condutores dos circuitos ramificados para iluminação e pequenos aparelhos elétricos são normalmente de cobre sólido, número 14 AWG para circuitos de 15 amperes e número 12 AWG para circuitos de 20. Os circuitos de maior amperagem terão maiores condutores, tais como número 10 ou 8 AWG, como mostrado na tabela 6.7.2. Os condutores de número 6 AWG ou menores terão multifilamentos para adequar a flexibilidade.

**Tabela 6.7.2 Capacidade e utilização de circuitos secundários.**

Tamanho do cabo	Capacidade Cobre	Utilização Cobre recoberto de alumínio e alumínio.
14	12	15
		Condutores de circuito secundário que alimentam as instalações de cozinhas
12	10	20-25
		Pequeno circuito com aparelhos com extensões para frigoríficos, tostadores, fritadoras elétricas, cafeteiras e similares
10	8	30
		Grandes aparelhos como fornos e secadoras
8	6	40
6	4	55

Tem-se usado cabeamento de alumínio, que pode ser encontrado em algumas instalações. Dado o problema de aumento de temperatura das conexões não se utiliza alumínio em circuitos sem conectores previamente aprovados, apesar de se utilizar cabos de alumínio, tais como 3/0 e 4/ 0 para a saída e entrada do sistema.

O tamanho do condutor permitido em um circuito depende principalmente da capacidade do dispositivo protetor. Ademais, o tipo de isolamento e o involucro de um condutor afeta os tamanhos permitidos. O condutor não deve menor que o tamanho permitido, no entanto pode ser maior. A razão principal para regulação do tamanho é prevenir que o condutor esquente e danifique seu isolamento. Já que os fios elétricos têm uma determinada resistência, será gerado calor quando assim que a corrente passar por eles. Os condutores pequenos têm mais resistência que os condutores grandes, por isso esquentam mais. As tabelas da NFPA 70 – *Código Elétrico Nacional (National Electrical Code)*, mostram que a quantidade de corrente é permitida em vários tamanhos de condutores com vários tipos de isolamento.

**6.7.3 Condutores de Cobre.** Os cabos e condutores de cobre estão cheios deste elemento em estado puro. O cobre é esquentado e vai passando por um trefiladora cada vez mais fina até se chegar à seção desejada de um cabo. As impurezas ou aleatoriedades fazem com que o cobre seja pior condutor de eletricidade. O cobre puro se funde a 1.082°C (1.980°F). Portanto, em um incêndio o

cobre se funde através de sua superfície a temperaturas inferiores a 1.082°C, pois está mesclado com o óxido de cobre que se formou no contato com o ar.

Por isso, os condutores de cobre tendem a fundir pontos de sua superfície podendo formar extremidades pontiagudas, glóbulos e zonas mais estreitas.

**6.7.4\* Condutores de Alumínio.** Os cabos ou condutores de alumínio estão cheios de alumínio em estado puro. O alumínio puro se funde a 660°C (1.220°E). Em sua superfície se forma uma película de óxido de alumínio, que não se mistura com o alumínio puro que fica por baixo. Portanto, não reduz sua temperatura de fusão e o alumínio tende a fundir-se em todo o comprimento do condutor, sem uma parte central se fundir como acontece com o cobre. O alumínio fundido atravessa a capa de óxido e se resfria, dando formas estranhas quando se solidifica. Estas formas incluem extremidades pontiagudas, e glóbulos em forma de lágrima arredondada.

O alumínio tem menor condutividade que o cobre. Portanto, para a mesma capacidade no circuito, um condutor de alumínio deve ser de tamanho AWG duas vezes maior que um condutor de cobre. Por exemplo, o AWG, nº 10 de alumínio é equivalente ao de capacidade AWG nº12 de cobre.

**6.7.4.1 Condutores recobertos de cobre.** Tem-se utilizado condutores de alumínio recobertos de cobre, embora não seja comum. Dado que são condutores de alumínio com apenas uma capa superficial de cobre, suas características de fusão são similares aos condutores de alumínio.

**6.7.5 Isolantes.** O isolamento dos condutores evita que a corrente parta para rotas não desejadas e que ocorra voltagem em locais perigosos em lugares onde poderia ser um risco para as pessoas. O isolamento pode ser praticamente de qualquer material que se possa aplicar sobre o cabo, que não conduza eletricidade e que conserve suas propriedades durante o tempo em que estiver submetido a altas temperaturas. Pode-se ver um resumo dos tipos de isolamento na Tabela 310-13 da NFPA 70, Código Elétrico Nacional (*National Electrical Code*). Se os cabos sem isolamento e as partes carregadas se mantêm separadas, o ar serve de isolante. As altas voltagens a contaminação do ar por poeira, poluição, ou produtos da combustão, podem anular os efeitos isolantes do ar.

O tipo de isolamento em condutores individuais se marca com um código, junto com categoria de temperatura, o fabricante e outras informações. Os cabos

forrados com elementos não metálicos têm as identificações impressas no forro. A tabela 310.13 da NFPA 70 mostra o código do material isolante.

Os isolamentos em condutores aparecem em varias cores, alguns dos quais indicam usos específicos. Um fio de aterramento deve ser verde. Um condutor conectado a terra 13(neutro) pode ser branco ou cinza claro. Um condutor não conectado a terra (fase) pode ser de qualquer cor exceto verde, brando e cinza. Nos circuitos de 120 volts, normalmente é preto. E os circuitos de 240 volts com cabo não metálico, as fases ativas são normalmente preta e vermelha.

Quando se classifica os cabos individuais através de um canal, as cores podem ser de uma ampla variedade, especificamente se mais de um circuito está no canal analisado.

**6.7.5.1 Polyvinylcloride ou. Cloreto de polivinil (PVC)** é um isolante termoplástico muito utilizado nos cabos. Deve-se mesclar com plastificantes para dar flexibilidade, também se aplicam pigmentos e outros modificados. O PVC não oxida com o tempo, porém pode perder pouco a pouco os plastificantes e tornar-se duro e frágil. Em um incêndio, se carboniza e libera gases corrosivos como o cloreto de hidrogênio.

**6.7.5.2 Borracha.** A borracha foi o material isolante mais usado nos últimos 50 anos. A borracha contém pigmentos e vários modificantes e antioxidantes. Com o tempo, pode oxidar e parecer mais frágil, sobretudo caso esquente durante grandes períodos de tempo. A borracha nestas condições tem pouca resistência e pode romper e deixar o condutor a vista. Os isolantes de borracha se carbonizam quando expostos ao fogo e a temperaturas muito altas. Se a borracha é queimada, deixa cinzas.

**6.7.5.3 Outros Materiais.** Também se utilizam como isolantes o polietileno e outras poliolefinas semelhantes, sobre todos os maiores cabos que se utilizam em casas. Assim como outros isolantes (sobretudo o PVC) se podem por coberturas de nylon que aumente sua estabilidade térmica. Os isolantes de silicone e poliolefinas fluoradas (por exemplo, TEFLON) se utilizam em condutores que se supõem terem sido instalados onde persistem elevadas temperaturas, especialmente em equipamentos elétricos.

## **6.8 Tomadas e Dispositivos**

**6.8.1 Interruptores.** Os interruptores se instalam para conectar ou desconectar a corrente em parte dos circuitos que administram eletricidade aos equipamentos e luzes instalados. Muitas vezes, uma ou mais tomadas são alimentadas desde o interruptor de modo que um abajur pode ser ligado e desligado. O condutor ativo (preto) liga ambos os terminais das tomadas ao mesmo tempo em que o condutor neutro (branco) vai da luz até ao dispositivo que o controla. Por segurança, sempre deveria ser colocado um interruptor na passagem do condutor negro, assim, o interruptor funcionará corretamente se se põe no caminho do condutor branco. Os interruptores podem ter terminais fixados por parafusos ou somente encaixados.

**6.8.2 Tomadas.** As tomadas para circuitos de 15 e 20 amperes, ilustrados nas figuras 6.8.2(a) e 6.8.2(b), são duplas. As tomadas para equipamentos elétricos maiores (30 amperes ou mais) são simples. Atualmente, as tomadas devem ser polarizadas, incluindo as que têm aterramento, apesar de muitas tomadas não polarizadas e sem aterramento serem identificadas nas edificações antigas. O tipo de tomada com ligação à terra tem um terceiro furo para conectar plugues de equipamentos elétricos com um pino terra. Nas tomadas polarizadas o espaço do neutro é maior do que a fase de abertura. Pode-se inserir um plugue de dois pinos com um pino neutro de largura (polarizado) em um único soquete com a lâmina de fenda grande, e não na ordem inversa. Todos plugues aterrados são polarizados.

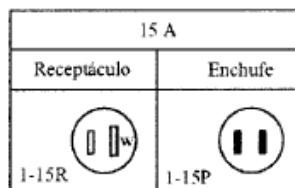
Em áreas onde haja problema de segurança para as pessoas, tomadas podem ter um disjuntor incluído no aterramento (ver 6.6.2.3.).

**6.8.3 Outras tomadas, dispositivos e equipamentos.** Os dispositivos ou fios de iluminação se conectam a caixas elétricas na parede ou no teto, segundo seja apropriado, com um interruptor de parede em sua parte individual do circuito. Podem-se montar termostatos nas paredes para controlar unidades de calefações instaladas de forma permanente.

Nas instalações industriais e comerciais, grande parte do equipamento elétrico está conectado permanentemente ao cabeamento principal. Dado a grande quantidade de corrente que conduz, grande parte dos equipamentos podem conectar-se e desconectar-se com contadores mais que com interruptores diretamente.

Nas instalações onde se podem produzir atmosferas explosivas, deve-se utilizar tomadas e dispositivos antideflagrantes. As caixas de plugs, os dispositivos e os equipamentos conectados se espalham de modo que se incluem no sistema uma concentração explosiva de gases, uma ignição interna não liberará uma fagulha que pode deflagrar uma explosão.

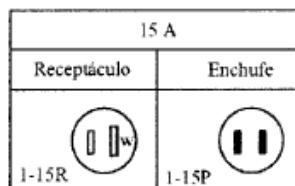
**FIGURA 6.8.2(a) Tomada sem aterramento**



**FIGURA 6.8.2(b) Tomada com aterramento**

15 A		20 A	
Receptáculo	Enchufe	Receptáculo	Enchufe
			
5-15R	5-15P	5-20R	5-20P

**FIGURA 6.8.2(a) Tomada sem aterramento**



**FIGURA 6.8.2(b) Tomada com aterramento**

15 A		20 A	
Receptáculo	Enchufe	Receptáculo	Enchufe
			
5-15R	5-15P	5-20R	5-20P

## 6.9 Ignição por energia elétrica

**6.9.1 Generalidades.** Para que se produza uma ignição por uma fonte elétrica, tem que ocorrer seguinte:

- 1) O cabeamento elétrico, equipamento ou os componentes devem ter energia elétrica, seja por um cabeamento de entrada no edifício, um sistema de emergência, uma bateria ou qualquer outra fonte.

2) A fonte elétrica deve haver produzido calor e temperatura suficientes para aquecer um material combustível próximo ao ponto de origem.

A ignição por uma fonte elétrica supõe gerar calor e temperatura suficientes (fonte de ignição adequada) mediante a passagem de corrente, para que comece a queimar o material no ponto de origem. Esse calor e temperatura podem ser gerados por uma grande variedade de meios como arcos elétricos, curtos circuitos, excessiva corrente através dos cabos e equipamentos, aquecimento de resistência ou por fontes de calor normais como panelas, aquecedores e equipamentos de cozinha. Os requisitos para a ignição são que a temperatura da fonte de calor se mantenha acendida o suficiente para levar os objetos ao redor a combustão e que haja ar suficiente para que continue a combustão.

A presença de energia de ignição não é suficiente para assegurar a ignição. Há que se levar em conta a distribuição e conservação desse calor. Por exemplo, uma manta elétrica estendida em uma cama pode dissipar calor continuadamente sem perigo. Se a mesma manta se enrola, esse calor se concentra em um espaço menor. A maioria do calor ficará retida nas camadas exteriores da manta, o que fará que se eleve sua temperatura e eleve a possibilidade de ignição. Em contraste com os 180 watts de uma manta elétrica típica, os watts de um chuveiro podem fazer que haja incandescência com temperaturas de filamentos próximo aos 2.204°C (4.000°F).

Ao considerar a possibilidade de ignição elétrica, a temperatura e a duração do calor devem ser suficientes para que se comece a pirolisar os primeiros combustíveis. Há que se avaliar o tipo de geometria do combustível para estar seguro de que havia calor suficiente para gerar vapores combustíveis e para que a fonte de calor estivesse suficientemente quente para que se queimassem os vapores. Se não se pode determinar a razão pela qual o componente elétrico causou a ignição, tem-se que investigar outras causas.

### **6.9.2 Aquecimento por resistência**

**6.9.2.1 Geral** Quando a corrente elétrica passa por um material condutor, produz algum calor. Na seção 6.2.13 temos explicado a relação entre a intensidade, voltagem, resistência e potência (esquentamento). Se estiverem bem desenhados e cumprirem as normas, as instalações e sistemas elétricos tem uma resistência tão

baixa que permitem que as partes e conexões pelas quais passam a corrente, não se esquentem. Algumas partes específicas, como o filamento de um chuveiro ou um elemento de calefação, estão desenhadas precisamente para que esquentem muito. Assim, quando distribuídas e fabricadas corretamente e usadas conforme as instruções, estes equipamentos não causarão incêndios.

O uso de condutores de cobre ou alumínio de tamanho suficiente (AWG nº12 de cobre para 20 amperes, por exemplo), nas instalações elétricas faz com que sua resistência seja baixa. Em condições normais, todo o calor que se gera poderá ser dissipado facilmente pelo ar que o rodeia. Quando os condutores estão isolados termicamente e operam em corrente normal, pode haver energia suficiente para causar uma falha ou ignição.

**6.9.2.2 Dispositivos produtores de calor.** Se forem mal usados ou quando tem algum defeito, os aparelhos podem causar incêndios. Por exemplo, os combustíveis perto de uma lâmpada, a falha de aquecimento ou de controle de temperatura de uma cafeteira, uma fritadeira cujo controle de temperatura falha ou é desativado (veja o capítulo 21).

**6.9.2.3 Conexões defeituosas.** Se uma conexão é mal feita, como um parafuso solto de um terminal em um circuito, esta aumenta a resistência de contato fazendo com que seja aqueça, produzindo um óxido de interface. O óxido conduz a corrente e permite que o circuito funcione mas a sua força é muito maior do que a dos metais. Então, desse ponto começa a aquecer e pode começar a pegar fogo. Se há combustível perto o suficiente eles podem queimar. Geralmente, a ligação é de uma caixa ou de um computador e a probabilidade de ignição vai ser muito pequena. A potência em conexões bem desenvolvidas com calor na fiação pode ser de 30 a 40 watts com correntes de 15-20A.

**6.9.3 Aumento de corrente e de tensão.** O aumento da corrente é o estado pelo qual um condutor passa mais corrente do que é permitida em condições de segurança. A magnitude e duração do aumento de intensidade determinam se é produzida uma possível fonte de ignição. Por exemplo, até 25 amperes de corrente em um condutor de cobre 14 AWG, não deve apresentar nenhum perigo, exceto em circunstâncias em que não pode dissipar o calor, por exemplo, em cabos isolados ou conjuntos. Uma subida de 120 ampères em um condutor de 14 AWG é que você

pode colocar o alerta, queimando combustíveis que estejam nas adjacências.

Se o aumento da corrente se mantém por muito tempo (sobrecarga) pode ser que o condutor chegue a sua temperatura de fusão. Quando o condutor se funde e se rompe, produz um breve arco fechado. A fusão abre o circuito e evita que continue esquentando o cabo.

Para que se produza um aumento de corrente grande, deve haver uma falha que pontue as cargas normais (curto-círcuito) ou o circuito é acometido por muitas cargas. Para que se produza um aumento de corrente que dure bastante, o dispositivo de proteção (fusíveis e disjuntores) não tem que funcionar ou tem que ter sido alterado. A ignição por sobrecarga é rara em circuitos com condutores do mesmo tamanho, porque a maioria das vezes o dispositivo protetor se abre, impedindo que siga esquentando o cabo antes de chegar a condições de ignição. Se forem instalados condutores menores entre as cargas e o dispositivo de proteção, que pode esquentar até seu limite de temperatura, sem que se dispare o dispositivo de proteção. Veja por exemplo o ponto 6.2.16.

**6.9.4 Arcos elétricos.** Uma descarga de arco é uma temperatura alta eletroluminescente entre dois fios que não se tocam. As temperaturas do arco podem atingir vários milhares de graus, dependendo da intensidade, da queda de tensão e do tipo de metal que são feitos. Para obter um arco, mesmo se a distância entre os fios for muito pequena, deve haver pelo menos uma diferença de voltagem de 350 volts. Em sistemas de 120/240 volts aqui considerados, os arcos não formam espontaneamente em circunstâncias normais (ver seção 6.12). Apesar das elevadas temperaturas que são formados em arco, estes não são adequados para ignorar muitos combustíveis. Na maioria dos casos, os arcos são tão breves e localizados que não tocam em combustível sólido, como vigas de madeira. Combustíveis com uma grande área de superfície/peso, como enchimento de algodão ou lenço de papel, e gases ou vapores combustíveis podem queimar em contato com um arco elétrico.

**6.9.4.1 Arcos de Alta Voltagem.** Um sistema de 120/240 volts pode produzir altas tensões por contato acidental entre o sistema de distribuição e o equipamento instalado. Se uma descarga ou um aumento momentâneo for mantido, pode produzir um arco de um aparelho em que a separação do cabo não apresenta nenhum perigo de 240 volts, mas vários milhares. Se houver materiais facilmente inflamáveis no

caminho do arco, você pode declarar um incêndio.

Um raio pode produzir grandes surtos em instalações elétricas. Como as correntes e tensões produzidas ou relâmpagos são muito elevadas podem produzir arcos em vários lugares, causando danos mecânicos e colocando em risco em diferentes tipos de combustíveis (ver 6.12.8).

**6.9.4.2 Eletricidade Estática.** A eletricidade estática é uma carga estacionária que se acumula em alguns objetos. Ao passar sobre um tapete em uma atmosfera seca, são produzidas cargas estáticas que dão lugar a arcos que conduzem à descarga. Outros tipos de atrito também causam eletricidade estática, por exemplo, para remover suas roupas, ou em correias transportadoras em fluidos em movimento (veja a Seção 6.12).

**6.9.4.3 Arcos de fechamento.** Os arcos fecham pequenas descargas que ocorrem quando um circuito elétrico é aberto, por exemplo, desligar a luz ou desconectar um dispositivo. Normalmente, o arco não é no interruptor, mas ao puxar uma tomada. Motores com escova produzem arcos quase continuamente entre o mesmo e o switch. Em um circuito de 120/240 V, um arco de fechamento é imediato e fora rapidamente. Estes arcos são tão breves e baixos que só prenderiam gases, vapores ou poeiras.

A soldadura do arco, primeiro tem que tocar a barra de proteção para que se pense em passar corrente elétrica. Depois se separa a barra de metal a soldar a uma certa distância o que produz um arco fechado. Se essa distância não é muito grande, o arco se mantém. Um arco de soldadura tem potência suficiente para queimar qualquer combustível que haja ao redor. Ainda assim, para que se mantenha um arco em um equipamento de soldar, se requer características especiais que não ocorrem na maioria dos sistemas 120/240V.

Outro tipo de arco de fechamento ocorre nas falhas de aterramento e nos curtos circuitos. A subida de intensidade funde os materiais no ponto de contato e, à medida que se separam, produzem um arco entre eles, que se resfria imediatamente, porém sua energia pode fazer com que sejam disparadas partículas de metal fundido.

**6.9.4.4\* Arco de Pegada** Arcos também podem ser produzidos em superfícies de materiais não condutores que estão contaminados com sal, pó eletricamente

condutivo ou líquido. Acredita-se que a pequena corrente de fuga através destes contaminantes pode causar degradação do material fazendo com que haja descarga ou ignição de materiais combustíveis. Este tipo de arco é um fenômeno conhecido a altas tensões e também foi produzido em estudos experimentais como em circuitos AC  $\sim$  120/240 V

A corrente elétrica circulará através da água ou mescla de solo quando a agua ou mistura contenham contaminantes, como sujeira, pó, sal, ou depósitos minerais. Esta fuga de corrente pode promover mudanças que levam à formação de arco. A maior parte do tempo a corrente que foge através de uma via úmida ou contaminada pode causar suficiente calor para que se seque a via, onde não circulará nenhuma corrente cessando o aquecimento. Se a mistura se reabastece de forma que se mantem a corrente, podem formar depósitos de metais ou produtos de corrosão, ao longo da fiação elétrica. Esse efeito é mais visível em situações de corrente direta. Um arco mais energizado através dos depósitos poderia causar um incêndio.

**6.9.5 Faíscas.** As faíscas são partículas luminosas que se formam quando um arco funde o metal e este dispersa as partículas ao redor. O termo faísca se utiliza normalmente para descargas de alta tensão como nas velas de um motor. Para a investigação dos incêndios elétricos, é usado o termo faísca para as partículas lançadas pelos arcos, embora que se chame arco a descarga elétrica luminosa através de um espaço vazio.

Os curtos circuitos e as falhas de aterramento em correntes de alta intensidade, com quando um cabo sem tocar a terra (por exemplo, condutor ativo) toca a terra do neutro, produzem-se descargas violentas. Como no curto-circuito pode haver muita pouca resistência, a falha da corrente pode ser de centenas ou milhares de amperes. A energia que se dissipa no ponto de contato é suficiente para fundir os metais próximos, quando um vazio ou arco visível, dando lugar a faíscas. Na maioria dos casos, os mecanismos de proteção se abrem (desconectando o circuito) em fração de segundos, evitando que se repita.

Quando os arcos se produzem entre cobre e aço, as faíscas de metal fundido começam a esfriar imediatamente quando vão pelos ares. No entanto, se há alumínio revestido na situação, as partículas podem arder pelo ar e seguir muito

quentes ate que se queimam completamente ou se esfriam por cair sobre algum material. Por tanto, as faíscas de alumínio podem queimar combustíveis que não são queimados com o cobre ou aço. No entanto, as faíscas dos arcos são uma fonte de ignição ineficaz e só podem queimar combustíveis muito finos e em condições favoráveis. Além da temperatura, o tamanho da partícula determina a quantidade total de calor e sua capacidade para queimar. Por exemplo, as faíscas que saltam de um arco de soldadura podem queimar vários combustíveis porque tem um tamanho relativamente grande e, portanto, contem uma grande quantia de calor. Os arcos nos cabos de entrada podem produzir mais e maiores faíscas que 10 arcos produzidos no meio do sistema ramificado.

**6.9.6 Falhas de alta resistência.** As falhas de alta resistência são eventos de larga duração em que as falhas de corrente não são suficientemente alta para superar a proteção do circuito contra correntes elevadas, ao menos em suas fases iniciais. Uma falha de alta resistência pode ser capaz de produzir energia suficiente para queimar combustíveis em contato com o ponto de aquecimento. É difícil encontrar uma prova de falha por alta resistência depois de um incêndio. Um exemplo de falha de alta resistência é um condutor com corrente que entra em contato com um objeto conectado a terra defeituosamente.

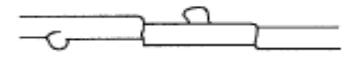
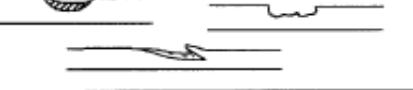
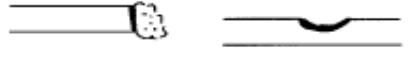
## **6.10 Interpretação dos danos nos sistemas elétricos.**

**6.10.1 Generalidades.** A atividade eléctrica que pode provocar incêndios podem causar danos característicos que podem ser reconhecidos mais tarde. A prova desta atividade eléctrica pode ser útil para localizar a área de origem. O dano pode ser produzido nos fios, contatos, terminais, caixas ou outros componentes. No entanto, durante um incêndio podem causar uma série de danos por eventos não-elétricos. Esta seção fornece orientação para tentar estabelecer se o dano oferecido observado é a causa do incêndio ou deu resultado. Essas diretrizes não são absolutas e, muitas vezes a evidência física não permite desenhar definitivamente a Figura 6.10.1 ilustra alguns dos tipos de danos que podem ser encontradas.

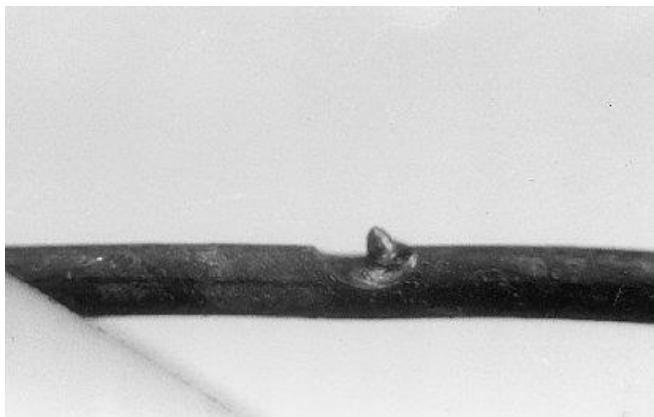
**6.10.2\*Arcos por curtos-circuitos e falhas de aterramento.** Quando um fio através do qual a corrente flui tocar em um fio terra ou objetos metálicos e entrar em contato com quase zero de resistência, é produzido no ponto de descarga de arco de contato uma fusão. Isto pode ser devido ao isolamento amolecido pelo calor

devido a fogo. A alta passagem de corrente pode derreter metais em pequenas áreas dos cabos ou outros objetos de metal, produzindo uma ruptura e um arco. Por exemplo, um fio de cobre maciço aparece como se tivesse sido feita uma marca com uma lima redonda, como mostrado na Figura 6.10.2 (a) a marca pode ou não atravessar o cabo, de modo que, quando o fio é tocado, pode quebrar. Sob o microscópio, verifica-se que a superfície da referida marca está derretida. Às vezes, uma gota de cobre aparece porosa.

**FIGURA 6.10.1** Guia para interpretação do dano a cabos elétricos

Tipo de dano	Efeitos	Resultado de	Causa do Incêndio?
Arco elétrico através da carbonização		Aquecimento direto por incêndio	Não, sempre é resultado de incêndio
Arco de Partida		Aquecimento de 205°C, porém não por incêndio direto	Normalmente, não
Sobrecorrente		Curto circuito ou falha em dispositivo	Sim, porém também pode ser resultado de incêndio
Incêndio		Cabo exposto a incêndio existente	Não
Conexão por aquecimento		Conexão não apertada	Sim
Mecânica		Arranhões ou parte arrancada por algum objeto	Não
Outros		Alumínio fundido no cabo	Não

**FIGURA 6.10.2(a)** Um condutor de cobre sólido com uma ranhura devida a um curto-circuito.



Os arcos fundem os metais somente no ponto de contato inicial. As superfícies adjacentes podem não ter se fundido, a não ser que o tenham sido atingidas por um incêndio ou outros motivos posteriores. Caso se fundam depois, pode ser difícil identificar onde se produziu o curto-circuito ou falha inicial. Se os cabos estavam isolados antes da falha, e se suspeita que a falha seja a causa do fogo, será necessário determinar se falhou o isolamento ou se danificou e deixou os cabos expostos. Se o cabo ou outro objeto metálico não tem isolamento no momento da falha, pode haver gotas de metal nas superfícies adjacentes.

Os condutores presos, como o das lâmpadas e cordões de alguns aparelhos elétricos, apresentam efeito de curto-circuito e falhas de aterramento menos consistentes que aqueles dos condutores maciços. Um condutor trançado pode apresentar marcas somente em alguns filamentos, alguns filamentos fundidos, ou em todos os filamentos. [Ver *Figura 6.10.2(b)*.]

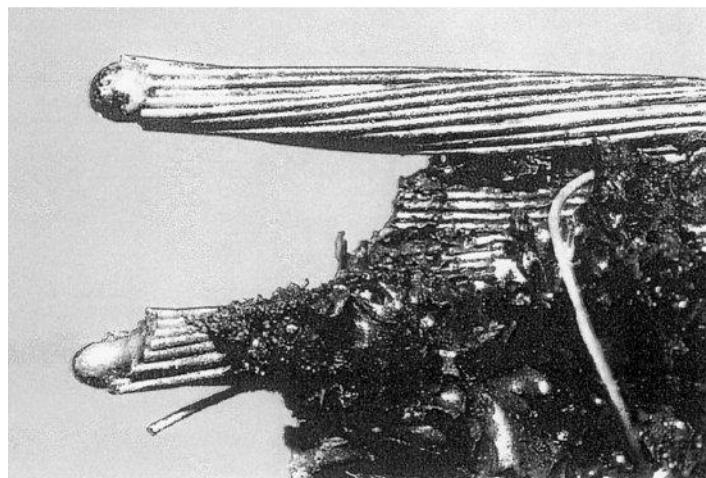
**FIGURA 6.10.2(b)** Cabo de cobre trançado de uma lâmpada atingida por curto-circuito.



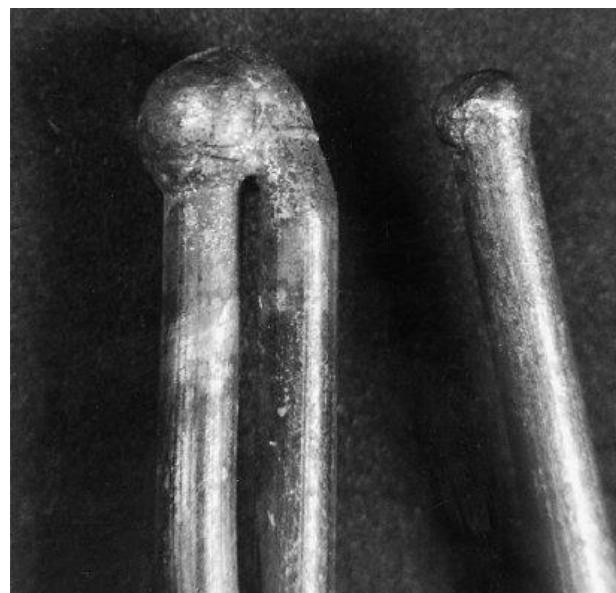
**6.10.3\* Arcos carbonizados.** O isolamento dos fios expostos a uma chama ou calor radiante vai carbonizar antes de derreter. Essa parte carbonizada ao ser exposta ao fogo é suficientemente condutora para que ocorra através de seus pequenos espaços, arcos que podem deixar pontos fundidos, dependendo da duração e da repetição do arco. Arcos são geralmente produzidos em vários pontos que podem destruir vários centímetros do condutor, derreter ou danificar vários pedaços pequenos.

Quando os condutores são submetidos a temperaturas muito elevadas localizadas, como um arco em uma zona carbonizada, as extremidades do cabo podem ser fundidas e formar bolhinhas em forma de pérola, como mostrado na figura 6.10.3 (a). O grânulo pode fundir dois condutores, como mostrado na figura 6.10.3 (b). Se os condutores estão uma caixa podem aparecer buracos na caixa. As pérolas se diferenciam dos glóbulos os quais são criados pelo aquecimento não localizado, como uma sobrecarga ou incêndio em diferente. As pérolas são conhecidas por sua linha de demarcação, distinto e identificável, entre pérola fundida e a não fundida adjacente ao condutor. Exemplos são mostrados nas Figuras 6.10.3 (c), 6.10.3 (d), 6.10.3 (e) e 6.10.3 (f).

**FIGURA 6.10.3 (a)** Cabo de cobre fundido por arco no isolamento carbonizado com uma gota grande que funde todos os condutores.



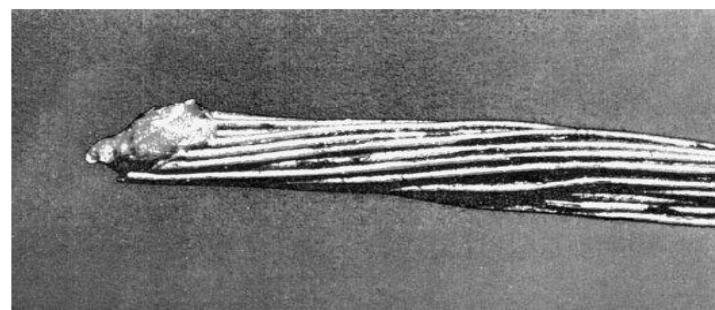
**FIGURA 6.10.3(b)** Cabo de cobre fundido por arco no isolamento carbonizado com uma gota grande que funde todos os condutores juntos.



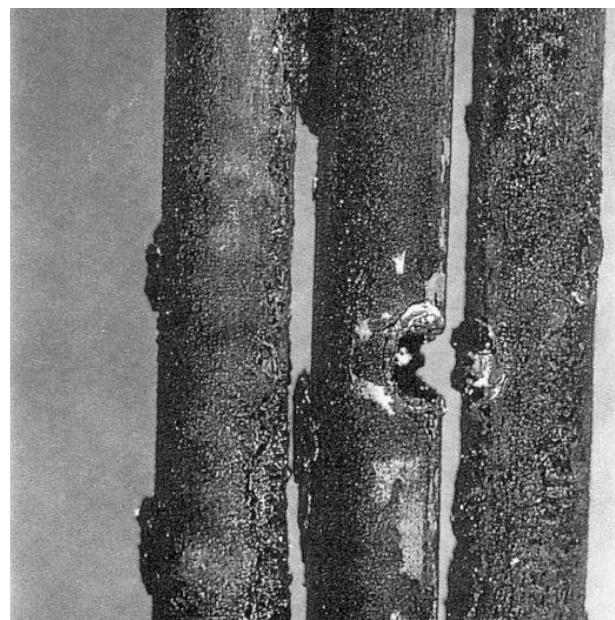
**FIGURA 6.10.3(c)** Cabo de cobre trançado fundidos por arco através do isolamento carbonizado com as tranças rematadas em gotas.



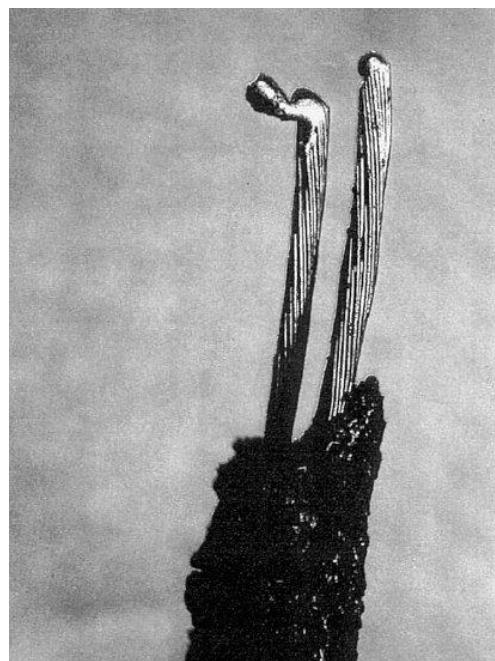
**FIGURA 6.10.3(d)** Dano por um arco em um isolamento carbonizado de um cabo AWG 18.



**FIGURA 6.10.3(e)** Dano pontual em um cabo AWG 14 causado por um arco em um isolamento carbonizado (prova de laboratório).



**FIGURA 6.10.3(f)** Dano a um cabo AWG 18 por arco em isolamento carbonizado (prova de laboratório).



Não chegará corrente aos condutores distantes da fonte de energia no ponto em que os condutores se fundem.

Estes condutores provavelmente quebraram entre os escombros com toda a parte de seu isolamento. Se o dispositivo de proteção não funciona, o resto dos cabos entre o ponto onde foi produzido o arco e a fonte de alimentação podem seguir ativos, favorecendo que se produzam novos arcos através da parte carbonizada. Os primeiros arcos surgem na parte mais afastada da fonte de alimentação. Para localizar o primeiro arco é necessário observar os condutores em toda sua extensão. Isto indicará o primeiro ponto do circuito que foi afetado pelo fogo e pode ser útil para determinação da área de origem. Nos circuitos ramificados, pode-se ver vários furos de vários centímetros no condutor, nos pedaços metálicos e aonde se produziu o arco.

Se a falha foi produzida nos condutores de entrada de serviço, pode haver bastantes centímetros de cabos fundidos em partes, ou destruídos por arcos repetidos, pois nesse ponto não há proteção contra aumentos de corrente. No condutor pode-se ver um buraco alargado seguido de vários buracos de tamanhos diferentes.

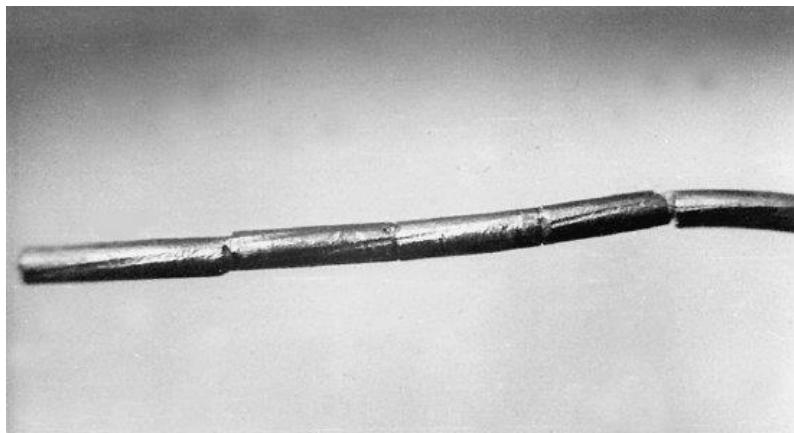
#### **6.10.4\* Reaquecimento das conexões.** Os pontos de conexão são os

lugares de onde mais provavelmente se dará o superaquecimento no circuito. A causa mais provável será uma perda de conexão ou a presença de óxidos resistivos no ponto de conexão. Por exemplo, uma conexão reaquecida em uma tomada dupla se oxidará mais que o resto das conexões desta tomada. Os cabos e os terminais podem apresentar fissuras nas superfícies ou pode haver suportado uma continua perda de massa Esse efeito se é muito visto, mas provavelmente trás fogo quando os condutores de cobre estão conectados aos terminais. Se as conexões têm terminais de latão ou alumínio é mais provável que se fundam ao invés de apresentarem rachaduras. Esse derretimento pode ser produzido pelo calor produzido pela resistência ou por fogo. Ver seção 6.10.6.3

**6.10.5\* Sobrecargas.** As correntes que superam a capacidade nominal de um condutor produzem efeitos proporcionais ao nível e duração do aumento. Os aumentos de intensidade e magnitude suficientes para causar danos magnitude e duração ou causar perigo de incêndio, se chamam sobrecargas. Em qualquer circunstancia, caso se suspeite que um incêndio tenha sido produzido por sobrecarga tem que se examinar os dispositivos de proteção. O lugar mais provável em que se pode ter ocorrido uma sobrecarga são nas extensões. Não é provável que apareçam sobrecargas em circuitos de cabeamento com proteção adequada para sobrecorrente.

As sobrecargas causam o aquecimento interno do cabo, a toda sua extensão e diâmetro e pode causar uma cavidade. Esquentar o suficiente para que queimem os combustíveis que estão em contato com ele, ao derreter o isolante. As sobrecargas muito altas podem fundir o cabo. Se o cabo se funde e se divide em dois, se abre o circuito e deixa de produzir calor. Os outros lugares tiverem começado a fundir-se se esfriam também. Esse efeito é observado nos condutores de cobre, alumínio e Nickromo (ver figura 6.10.5). A existência de varias rupturas é um bom indicativo de fortes sobrecargas.

**FIGURA 6.10.5** Condutores de alumínio afetados por sobrecargas apresenta várias rupturas.



A sobrecarga é mais corrente nos cabos de entrada de serviço que no circuito ramificado, porem geralmente é consequência do fogo. As falhas nos cabos de entrada produzem faíscas e podem se fundir no lugar da falha, a não ser que os condutores estejam em contato continuo para que se produzam as sobrecargas altas que dão lugar a fusão de grandes seções do cabo.

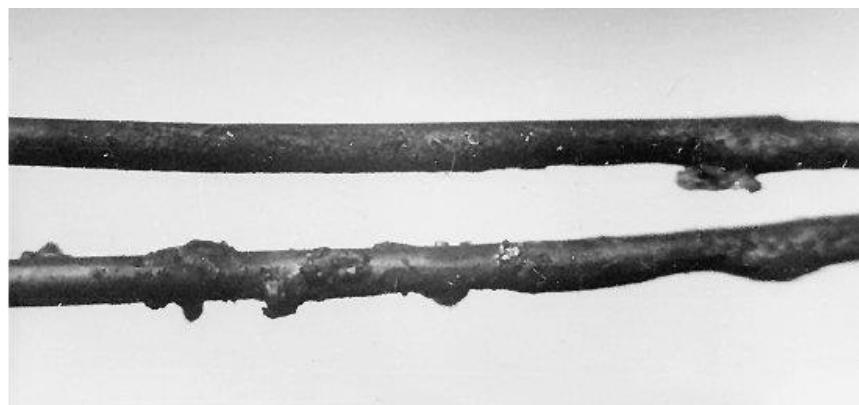
**6.10.6 Efeitos não causados pela eletricidade.** Os cabos podem ser afetados antes e durante um incêndio por outras causas que não são a eletricidade, e que só podem distinguir-se da mesma.

**6.10.6.1 Cor da superfície dos condutores.** Quando o isolamento de um condutor de cobre se vê afetado e quebra por qualquer meio, o calor fará que aquela superfície do condutor se oxide desde a cor rocha até a preta. Se forem ácidos, se formam as cores verdes e azuis. O ácido mais comum provém da decomposição do PVC. Estas cores não têm valor para estabelecer as causas de um incêndio, porque quase sempre são resultados do próprio incêndio.

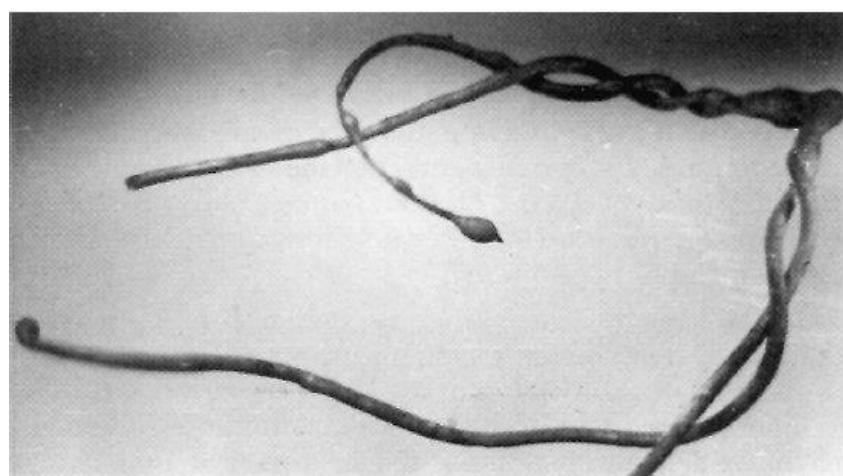
**6.10.6.2 Fusão pelo fogo.** Quando exposto ao fogo ou brasas, condutores de cobre podem derreter. Em princípio, uma protuberância e distorção da sua superfície [ver Figura 6.10.62 (a)] é produzida. As estrias que estavam na área da origem dos cabos desaparecem. O próximo passo é que o cobre é fundido na superfície e algumas gotas se formam. Se for seguido por fusão, áreas mais estreitas (gargalos e gotas) podem ocorrer [Figura 6.10.6.2 (b)]. Nestas circunstâncias, a superfície do cabo tende a ser suave. As formas de cobre solidificam. Os glóbulos causados por exposição ao fogo são irregulares em forma e tamanho. Elas são muitas vezes afiadas e pontiagudas. Não há linha que distinga as áreas atingidas e não atingidas.

**FIGURA 6.10.6.2 (a)** Condutores de cobre aquecidos por fogo até sua

temperatura de fusão, mostrando zona de cobre fundido, arrombamento e sem distorção superficial.



**FIGURA 6.10.6.2 (b)** Condutores de cobre aquecidos pelo fogo, mostrando glóbulos em cores verdes e azuis.



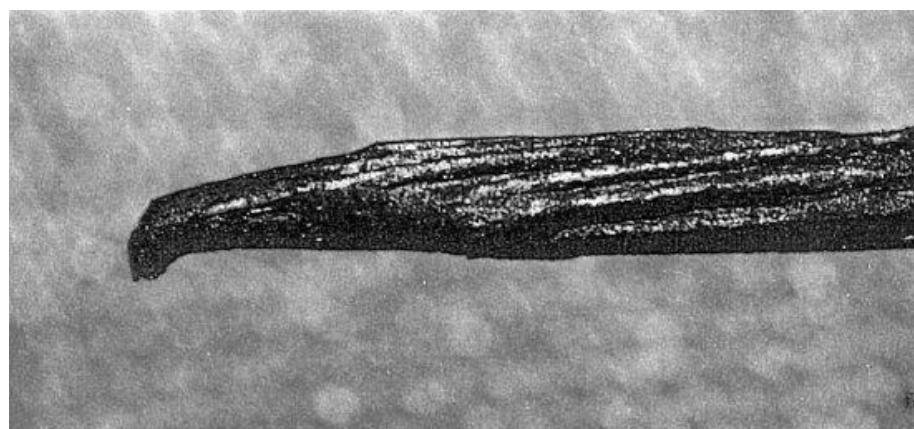
Condutores flexíveis atingem sua fusão tornando-se mais rígidos. Se seguido por aquecimento, o cobre pode ser fundido entre os fios, de modo que o condutor fica sólido com uma superfície áspera que denota os fios que o formam, como se mostra na Figura 6.10.6.2 (c). Além disso, caso siga se aquecendo irá ocorrer o incêndio, estreitamento e formação dos glóbulos típicos de condutores sólidos. Às vezes, uma lupa para observar esses efeitos é necessária. Os condutores de maior seção que derretem em um incêndio podem ter também os filamentos pelo calor ou permanecerem separados e mais finos. Em alguns casos, alguns fios podem apresentar em seu exterior um glóbulo parecido com uma perola porque o dano produzido pelo cabo se deve à fusão. As figuras 6.10.6.2 (d) e 6.10.6.2 (e) mostram alguns exemplos.

**FIGURA 6.10.6.2 (c)** Condutor de cobre trançado no qual a fusão produzida

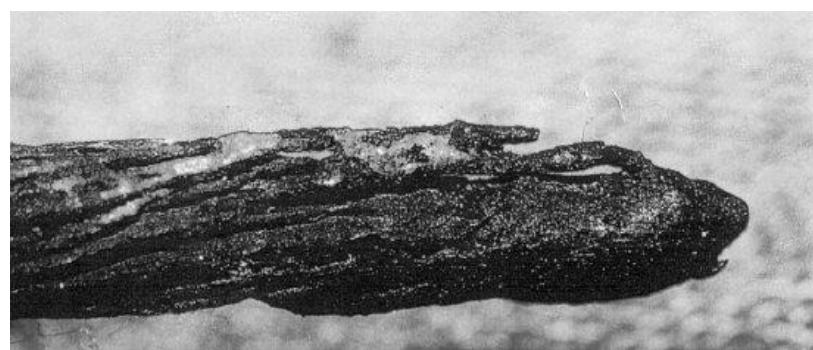
pelo fogo fez com que todos os filamentos se fundissem.



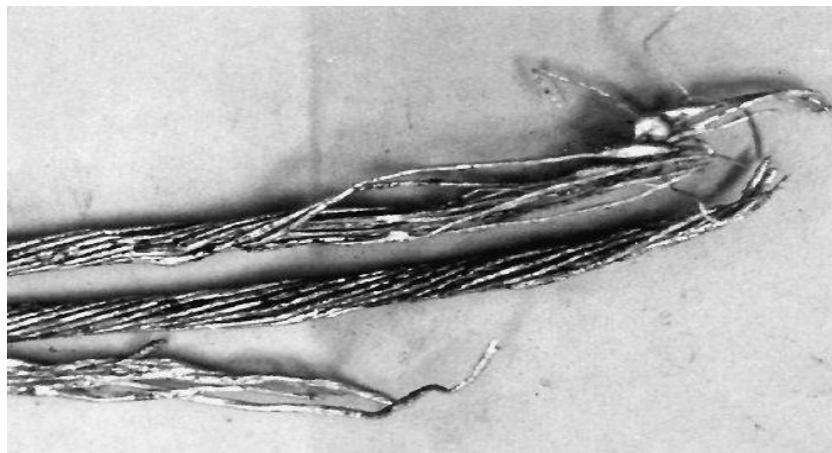
**FIGURA 6.10.6.2 (d)** Cabo de cobre trançado fundido pelo fogo.



**FIGURA 6.10.6.2 (e)** Outro exemplo de cabo de cobre trançado fundido pelo fogo.



**FIGURA 6.10.6.2 (f)** Cabos de alumínio fundidos pelo fogo, mostrando áreas mais finas, áreas mais bulbosas e extremos pontiagudos.



**6.10.6.3\* Ligas.** Caso se fundam em presença de outros metais, o alumínio e o zinco podem formar ligas. Se durante um incêndio caem gotas de alumínio em um condutor de cobre exposto e se esfriam, o alumínio ficará ligeiramente ligado a superfície do cobre. Se este ponto é reaquecido pelo fogo, o metal penetra no óxido e forma uma liga que funde a menor temperatura que o metal puro. Depois do incêndio, um ponto onde houve uma liga de alumínio resistente e cinza aparece em sua superfície com uma cor prateada ou um pouco mais brilhante. A liga cobre-alumínio é frágil e se o cabo é dobrado por esse ponto, pode quebrar. Se a liga é fundida durante o fogo, deixa um orifício alinhado com a mesma liga. A presença dessas reações pode ser confirmada por análise química.

Os condutores de alumínio que se fundem pelo calor do fogo nos terminais causam corrosão nos mesmos. Não há maneira de distinguir visualmente se a corrosão foi produzida pela liga ou pelo superaquecimento do terminal. O zinco forma com o cobre uma liga chamada bronze, de cor amarelada e não tão frágil como o alumínio.

O cobre e a prata também formam ligas. Isto pode ocorrer a temperaturas inferiores de seu ponto de fusão. As ligas podem estar em contato com interruptores elétricos, protetores térmicos, contadores, e elementos similares.

Os condutores de cobre terminados em conexões ou terminais que contém soldas, podem ter áreas de ligas, glóbulos, extremidades arredondadas ou corrosão depois do fogo. Estes efeitos vêm causados pela interação entre o cobre e a solda.

**6.10.6.4\* Danos mecânicos.** Os danos mecânicos e as marcas que se formam nos condutores através de meios mecânicos, podem se distinguir em geral dos arcos examinando-os sob um microscópio. Os danos mecânicos se apresentam

normalmente como listras feitas pelo que o causou. As marcas feitas nos condutores apresentam deformações ao seu redor. Os danos e marcas mecânicas não aparecem nas superfícies fundidas causadas por energia elétrica.

**6.11 Identificações de fundição por arco em condutores elétricos.** Os condutores elétricos fundidos podem ser examinados para determinar se o dano é à prova de arco elétrico ou fundição por fogo.

**6.11.1 Fundição causada pelo arco elétrico.** O arco elétrico produz altas temperaturas e aquecimento localizado no caminho do arco, o que geralmente derrete os condutores elétricos nos lugares onde o arco faz o contato com eles. Uma vez que o próprio arco é geralmente pequeno e de curta duração, o dano no arco é encontrado, com uma fina linha de demarcação entre as porções fundidas e não fundidas do condutor. Uma lupa é necessária para detectar a fronteira entre as áreas fundidas e não fundidas num condutor.

O resultado do dano por arco pode ser entalhes em ambos os lados dos condutores [veja *Figura 6.10.2(a)* e *Figura 6.10.3(e)*] ou formas arredondadas ou irregulares nos extremos dos condutores fundidos [veja *Figuras 6.10.3(a), 6.10.3(b), 6.10.3(c), 6.10.3(d), 6.10.3(e)*]. O arco produz muitas vezes faíscas que se espalham a partir do ponto do arco e que podem ser coletados em áreas próximas.

**6.11.2 Fundição causada por fogo.** A diferença da fundição causada por um arco daquela que se funde pelo fogo é que o dano se propaga a grandes áreas sem uma linha determinada de demarcação entre as regiões fundidas e não fundidas (veja 6.10.6.2). Os condutores fundidos pelo fogo podem mostrar glóbulos irregulares ou arredondados ou extremos afiados ásperos ou lisos.

**6.11.3 Considerações e precauções.** Os experimentos de laboratório, em combinação com o conhecimento básico das ciências químicas, físicas e elétricas, indicam que muitas crenças previstas são incorretas ou corretas somente sob circunstâncias limitadas.

**6.11.4 Condutores infradimensionados.** Às vezes, se acredita que os condutores infradimensionados, como por exemplo, um AwG 14 em um circuito de 20 ampères, podem aquecer e causar incêndios. Na capacidade de todos os condutores se inclui um amplo fator de segurança Embora se suponha que a capacidade máxima de um condutor AWG 14 é de 15 ampères, o calor que pode

produzir uma passagem de corrente de 20 ampères não é necessariamente a causa de um incêndio. Essa temperatura pode deteriorar o isolamento mais rapidamente, mas não derreter nem causar sua ruptura e aparição do cabo sem que haja outros fatores que geram ou retenham o calor. A presença de condutores infradimensionados ou com seu isolante fundido, não demonstra que tenham sido causa do incêndio (veja 6.2.1.6).

**6.11.5 Condutores de seção reduzida ou esticados.** Os condutores que tenham uma seção menor por estarem dobrados ou golpeados, são considerados às vezes como possível causa do incêndio por ter aquecido excessivamente nesse ponto. Tanto os cálculos como os experimentos têm demonstrado que o maior calor que se pode produzir é insignificante. Às vezes, se pensa também que o alongamento dos condutores dentro do duto pode contribuir a reduzir sua seção de modo que diminua sua capacidade. Os condutores de cobre não se estiram tanto sem se romper no ponto mais frágil. Qualquer alongamento que se produza antes que se deforme o forro de plástico, não causa nenhuma diminuição significativa da seção em um aquecimento excessivo.

**6.11.6 Coleção de provas.** Os danos aos condutores elétricos devem ser tratados como provas potenciais. A parte danificada de condutores relevantes deve ser documentada na cena do fogo antes que seja alterada. A documentação deve incluir a localização do dano e se a fiação era de um circuito de ramo ou de um dispositivo elétrico.

Se o condutor danificado se soltou do seu circuito, não se deve realizar o corte na parte danificada. Ao contrário, se deve cortar bastante longe da área danificada para incluir uma seção do condutor fundida e intacta. Não se deve limpar os condutores.

### **6.11.7 Isolamento deteriorado**

Quando os isolantes termoplásticos se deterioram com o tempo ou pelo calor, tornam-se mais frágeis e, se são dobrados, se rompem. Essas rachaduras não permitem fuga de corrente, a não ser que por elas penetre uma solução condutora. Os isolantes de borracha se deterioram mais facilmente do que os termoplásticos e perdem sua resistência mecânica. Por isso os isolantes de borracha dos filamentos de lâmpadas podem ser mais perigosos porque degeneram-se e rompem-se. No entanto, uma simples ruptura em um isolante de borracha, como em um termoplástico, não produz fuga de corrente, a não ser que entre por ela uma solução condutora.

### **6.11.8\* Grampos em contato com um condutor**

As vezes se pensa que se os grampos que fixam os cabos forem muito apertados, produzirão aquecimento ou algum tipo de falha, porque rompem o isolamento e podem chegar a tocar o cabo. Um grampo bem instalado com o topo achatado não pode quebrar o isolamento. Se o cabo dobrar, seu topo poderá atravessar o isolante e tocar o cabo, produzindo um curto-círcuito ou avaria. Essa circunstância seria evidente depois do incêndio, pois o grampo teria sua ponta dobrada e tanto nela quanto no cabo haveriam pontos fundidos, a não ser que fossem destruídos pelo fogo. O curto-círcuito faria o mecanismo de proteção abrir o circuito e evitaria mais danos. Não haverá continuidade de calor no contato, e o breve arco de fechamento poderia incendiar o isolamento no condutor ou na madeira na qual está grampeado.

Se um grampo está mal colocado de modo que uma parte do grampo penetra o isolante e entra em contato com um condutor com corrente e outro conectado à terra, será produzido um curto-círcuito. Se o grampo romper o condutor com corrente, poderá ocorrer um aquecimento neste ponto.

### **6.11.9 Curto-círcuito**

Às vezes se pensa que um curto-círcito (baixa resistência e alta corrente) em uma instalação vai queimar o isolante dos cabos e propagar o fogo. Normalmente, o rápido arco de abertura que será produzido antes que salte o dispositivo protetor não pode esfriar o isolante o suficiente para que sejam gerados gases combustíveis, pois o centro do arco pode alcançar milhares de graus. Se a proteção contra a

sobrecorrente está com defeito ou se destrói, o curto-circuito pode converter-se em sobrecarga e, como tal, converter-se em fonte de ignição.

#### **6.11.10 Cabo com pérolas**

É um erro crer que uma pérola na extremidade de um cabo indica por si só uma causa de incêndio.

#### **6.12 Eletricidade Estática**

##### **6.12.1 Introdução à Eletricidade Estática**

A eletricidade estática é a carga elétrica de um material mediante o contato físico e a separação e os efeitos que causam as cargas elétricas positivas e negativas geradas neste processo. Isso se deve à transferência de elétrons (cargas negativas) entre os corpos em contato, ficando um carregado positivamente ao ceder elétrons e o outro, que os recebe, com a mesma carga negativa. As fontes comuns de eletricidade estática incluem:

- (1) Materiais pulverizados que passam por condutores ou transportadores pneumáticos.
- (2) O vapor, ar ou gás que passam por aberturas de tubos, quando o vapor está úmido ou o ar ou gás contêm partículas em suspensão.
- (3) Eletricidade não condutora ou fitas transportadoras em movimento.
- (4) Veículos em movimento.
- (5) Líquidos não condutores que passam por tubos ou que transbordam ou caem.
- (6) fricção de roupas entre si ou contato de sapatos com o solo ou revestimentos ao andar.
- (7) Tempestades que produzem violentas correntes de ar e diferenças de temperatura que dão lugar a movimentos de água que gerem raios.
- (8) Movimentos de todo tipo que envolvem mudanças de posição relativas às superfícies de contato, geralmente de líquidos ou sólidos distintos.

### **6.12.2 Geração de eletricidade estática**

A geração de eletricidade estática não é possível de se evitar, pois isso tem pouca importância porque essa geração de cargas elétricas não significa por si mesma um risco de incêndio ou explosão. Para que haja ignição deve existir uma descarga ou combinação instantânea de cargas positivas ou negativas, que produza um arco elétrico em uma atmosfera combustível.

Quando uma carga elétrica em uma superfície de um corpo não condutor fica ali sem poder escapar, isso se chama eletricidade estática. Uma carga elétrica em um corpo condutor que está em contato apenas com outros não condutores tampouco poderá escapar e permanecerá imóvel. Em qualquer caso, diz-se que esse corpo está carregado e a carga pode ser positiva (+) ou negativa (-).

#### **6.12.2.1\* Líquidos inflamáveis**

Também se gera eletricidade estática quando um líquido se move em contato com outros materiais, por exemplo, quando circula por tubos ou é agitado, pulverizado ou filtrado. Em certas condições, sobretudo com hidrocarbonos líquidos, pode-se acumular eletricidade estática no líquido. Se essa acumulação de carga é suficiente, pode-se produzir um arco elétrico. Se esse arco for produzido na presença de uma mescla de ar e vapor inflamáveis, poderá haver ignição.

Líquidos filtrados com alguns microfiltros ou filtros de argila aumentam de maneira notável a possibilidade de serem geradas cargas estáticas. As provas e experiências demonstram que alguns filtros deste tipo podem gerar cargas de 100 a 200 vezes superiores às cargas geradas por outros tipos de filtros.

A condutividade elétrica de um líquido é uma medida de sua capacidade de criar, acumular e reter uma carga elétrica. Quanto menor sua condutividade, maior será a capacidade do líquido gerar e reter uma carga. No item 6.12.2.1 são apresentados alguns líquidos comuns que possuem baixa condutividade e por isso representam um risco de acumulação de eletricidade estática. Como referência, a água destilada tem uma condutividade de 100 milhões de pico-siemens.

**Tabela 6.12.2.1 Líquidos comuns com baixa condutividade**

PRODUTOS CONDUTORES TÍPICOS	CONDUTIVIDADE POR METRO
Hidrocarbonetos puros	0.01
Destilados leves	0.01 até 10
Querosene de aviação comercial <sup>a</sup>	0.2 até 50
Queroseneb	1 até 50
Gasolina com chumbo	acima de 50
Aditivos anti-estáticos de combustível <sup>b</sup>	50 até 300
Óleos pretos	1000 até 100,000

\*Pico-siemen é recíproco ao ohms. Um pico-siemen equivale a 1 trilhão ( $1 \times 10^{12}$ ) de siemen.

<sup>a</sup>API RP 2003, *Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents*.

<sup>b</sup>Bustin and Duket, *Electrostatic Hazards in Petroleum Industry*.

### 6.12.2 Cargas na superfície de um líquido

Se for bombeado ou transferido de qualquer maneira, a um depósito, um líquido eletricamente carregado, as cargas de mesma polaridade do líquido serão repelidasumas contra as outras para a superfície exterior, não apenas a que está em contato com as paredes do recipiente, mas a parte superior da superfície adjacente ao espaço de ar ou vapor, se houver. Estas últimas cargas, chamadas de cargas superficiais, podem causar sérios problemas em muitas situações. Na maioria dos casos, os recipientes são metálicos e por isso condutores de eletricidade.

Embora o recipiente esteja conectado à terra, o tempo que existe para as cargas dissiparem-se, chamado tempo de dissipaçāo, pode ser de alguns segundos a vários minutos, de acordo com a condutividade do líquido e a velocidade e modo com que transfere ao recipiente, a saber, a velocidade que se acumula a carga eletrostática.

Se a diferença de potência entre qualquer parte da superfície do líquido e a superfície metálica do recipiente é suficientemente alta, o ar que está por cima do

líquido poderá se ionizar e um arco pode descarregar na superfície do recipiente. Sem embargos, um arco deste tipo é menos provável que alguma parte que seja sobressalente ou que seja colocada no líquido. Estes objetos são conhecidos como produtores de arcos. Os arcos produzidos deste modo não deixam de ser produzidos embora o tanque esteja conectado à terra.

Se o depósito do recipiente não estiver conectado à terra, a carga pode se transmitir também ao exterior e produzir um arco com qualquer outro objeto próximo à superfície exterior do depósito, agora carregada.

#### **6.12.2.3\* Carga por transferência**

A carga por transferência é um termo utilizado para descrever um produto carregado em um depósito ou recinto que anteriormente possuía outro produto de diferente pressão de vapor e ponto de ebulição. Essa carga por transferência pode produzir uma ignição se achar um líquido com menor pressão de vapor ou maior ponto de inflamação, por exemplo, óleo combustível, em um depósito com um vapor inflamável de um carregamento anterior, como a gasolina. As descargas estáticas produzidas normalmente durante a operação podem fazer com que haja a mescla vapor-ar que estava no líquido com ponto de inflamação mais baixo.

#### **6.12.2.4 Pintura por pulverização**

A pulverização à alta pressão de líquidos inflamáveis, como a pintura à pressão, pode produzir importantes cargas eletrostáticas na superfície pintada e no bico da pistola de pintar, se não estiver conectada à terra. Se o material que se pulveriza puder criar uma atmosfera inflamável, como acontece com as pinturas com dissolventes inflamáveis, uma descarga estática pode fazer que haja a mistura pintura-ar.

Em geral, os dispositivos de pintura por pulverização sem ar à alta pressão tem mais possibilidade de criar uma acumulação perigosa de cargas estáticas que os pulverizadores por ar comprimido à baixa pressão.

#### **6.12.2.5 Gases**

Se um gás em circulação é contaminado por óxidos metálicos, partículas ou por gotas de outro líquido, podem ser produzidas acumulações de eletricidade estática. Uma corrente de gás contaminado dirigida contra um objeto condutor fará

que esse objeto seja carregado a não ser que esteja conectado à terra ou unido ao tubo de descarga. Se acumularem-se cargas em quantidade suficiente, poderá produzir-se um arco que, se houver presença de uma atmosfera combustível, pode produzir a ignição.

#### **6.12.2.6 Poeiras e fibras**

Durante a manipulação e processos industriais das poeiras e fibras, podem-se gerar cargas estáticas. A poeira despejada em uma superfície ou produzida pela agitação de materiais pulverizados, como os cereais, pode produzir uma acumulação de cargas estáticas nos corpos condutores com os quais entrar em contato.

A energia mínima necessária para que haja uma nuvem de poeira é aproximadamente 10 a 100 milijoules (mJ). Portanto, muitas poeiras podem apresentar uma energia menor do que as produzidas nas descargas estáticas de máquinas ou incluídas no corpo humano.

#### **6.12.2.7 O corpo humano**

O corpo humano pode acumular eletricidade estática que, em locais secos (menos de 50% de umidade relativa) pode produzir descargas de vários milhões de volts.

#### **6.12.2.8 Roupa**

A roupa pode acumular fortes cargas estáticas que, ao separar uma peça de outra, mesmo de tecidos distintos, produzirão faíscas. Alguns materiais, como os polímeros sintéticos, em alguns casos, com pouca umidade, podem acumular eletricidade estática. O uso de tecidos sintéticos em locais combustíveis pode ser fonte de ignição.

### **6.12.3 Arcos incendiários**

Diz-se que um arco incendiário existe quando há energia suficiente para prender em uma mistura combustível. Um arco incendiário possui energia suficiente para causar ignição, sobretudo se produzido em um local combustível.

Quando a energia armazenada é suficiente e a distância entre os corpos carregados é pequena, a energia armazenada libera-se, produzindo um arco. Essa energia armazenada está relacionada com a capacidade do corpo carregado e a diferença de potencial, de acordo com a fórmula:

$$E_s = C \cdot V^2 / 2$$

onde:

$E_s$  = energia em joules

C= capacidade em farads

V= voltagem em volts

A energia de um arco estático é contada em milijoules (mJ).

#### **6.12.4\* Energia de ignição**

A capacidade de um arco elétrico para produzir ignição depende em grande parte de sua energia e de uma energia mínima de ignição do combustível exposto. A energia de um arco estático será grande parte da energia total acumulada. Parte dessa energia será gasta em resfriar os eletrodos. Com eletrodos planos, a voltagem mínima para que se produza um arco a uma distância de 0,01 mm é de 350 volts. Se aumentar a distância, a voltagem terá que ser maior. Por exemplo, para que se produza uma faísca a 1 mm será necessário uns 4.500 volts.

Apesar de produzirem-se descargas de 350V em distâncias muito pequenas, a prática demonstra que, devido à parda de calor nos eletrodos, é necessária uma diferença de potencial mínima de 1500V para que um arco seja incendiário.

Poeiras e fibras requerem uma energia de descarga de 10 a 100 vezes a que necessitam os gases e vapores para produzir ignição nos arcos incendiários. Para saber as energias mínimas de ignição de alguns materiais pode-se consultar as tabelas 3.3.4 e 18.13.2.

#### **6.12.5 Controle de acumulações de Eletricidade Estática.**

Uma carga estática pode eliminar-se ou dissipar-se naturalmente. A estática carga pode ser removido ou pode dissipar-se naturalmente. A carga estática não permanece se não estiver em um corpo eletricamente isolado de seus arredores.

### **6.12.5.1 Umidificação**

Muitos materiais comumente encontrados que não são geralmente considerados como condutores elétricos, tais como: papel, tecidos, tapetes, roupas e celulose e outras poeiras podem conter valores de umidade em equilíbrio com a atmosfera circundante. A condutividade elétrica desses materiais aumenta em função do seu teor de umidade.

Sob condições de umidade relativa elevada (50% ou mais), estes materiais e a atmosfera vão chegar a ter equilíbrio e conter umidade suficiente para fazer a condução adequada para evitar a eletricidade estática e um significativo acúmulo de poeiras. Com baixas humidades relativas de cerca de 30% ou menos, esses materiais secam e se tornam bons isolantes, de modo que acúmulos estáticos são mais prováveis.

Outros materiais como plástico ou poeiras de borracha ou máquinas, que não absorvem vapor de água podem fazer superfícies isolantes e acumular cargas estáticas mesmo que a umidade relativa do ar se aproxime de 100%. Sem embargos, a condutividade do ar não aumenta consideravelmente quando diminui-se a umidade.

### **6.12.5.2 Conexão e aterramento**

Uma conexão equipotencial é a que conecta eletricamente dois ou mais objetos. Aterrramento é o processo de conectar eletricamente um ou mais objetos condutores ao potencial da terra e é uma forma específica de conexão equipotencial.

Um objeto condutor também pode ser ligado a outro objeto condutor que já está conectado à terra. Alguns objetos como tubulações subterrâneas ou grandes depósitos metálicos apoiados ao solo estão intrinsecamente conectados à terra por seu contato com direto.

A conexão equipotencial minimiza as diferenças de potencial elétrico entre os objetos. O aterrramento minimiza diferenças de potencial entre os objetos e a terra. Exemplos destas técnicas incluem o contato metal-metal entre objetos fixos e captadores entre objetos em movimento e a terra.

Os investigadores de um incêndio não devem supor que uma conexão está bem aterrada apenas pela aparência ou contato dos objetos em questão. Testes

elétricos específicos devem ser feitos para confirmar as condições de ligação ou de aterrramento.

Se houver suspeita que um arco estático é a fonte de ignição, devem ser feitos exames e ensaios da ligação. Recomenda-se seguir as instruções da NFPA 77, Prática Recomendada sobre Eletricidade Estática.

#### **6.12.6 Condições necessárias para produção de ignição por um arco estático**

Para uma descarga de eletricidade estática ser uma fonte de ignição, cinco condições devem ser cumpridas:

- (1) Deve haver um meio eficaz de geração de carga estática.
- (2) Tem de haver um meio de acumulação e manutenção de uma carga de potencial elétrico suficiente.
- (3) Deve haver um arco de descarga elétrica estática de energia suficiente. (Veja a Seção 16.3.).
- (4) Deve haver uma fonte de combustível na mistura adequada com um mínimo de energia de ignição inferior à energia do arco elétrico estático. (Veja a Seção 16.4.)
- (5) A fonte do arco e a fonte de combustível devem ocorrer em conjunto no mesmo local e no mesmo tempo.

#### **6.12.7 Investigação de ignições por eletricidade estática**

Muitas vezes, a investigação de possíveis ignições elétricas estáticas depende da descoberta e análise de evidências circunstanciais e eliminação de outras fontes de ignição.

Ao investigar a eletricidade estática como uma possível fonte de ignição, o investigador deve identificar se as cinco condições necessárias para a ignição existiram ou não.

Uma análise do mecanismo deve ser feita. Esta análise deve incluir a identificação dos materiais ou instrumentos que fizeram com que houvesse esse acúmulo, sua condutividade elétrica, seu movimento relativo, contato e separação, ou qualquer outro meio pelo qual os elétrons são trocados.

Também deve identificar se foi possível acumular cargas elétricas de voltagem suficiente e se foi possível produzir um arco incendiário. Deve examinar o estado das conexões, aterramento, e a condutividade dos materiais nos ar que acumularam a carga ou no lugar onde há descarga do arco.

Registros locais de condições meteorológicas, incluindo de humidade relativa, devem ser obtidos e a possível influência sobre o acúmulo de estática ou dissipaçāo deve ser considerada.

A localização do arco elétrico estático deve ser determinada o mais exatamente possível. Ao fazê-lo, raramente há qualquer evidência física do arco de descarga real, se ela ocorreu. Ocasionalmente, há relatos de testemunhas que descrevem o arco no momento da ignição. No entanto, o investigador deve esforçar-se para verificar relatos de testemunhas através da análise de provas materiais e circunstanciais.

O investigador deve determinar se a descarga do arco poderia ter energia suficiente para ser uma fonte de ignição para o combustível inicial. A tensão potencial e a energia do arco em relação ao tamanho da folga de arco deve ser calculada para determinar se o arco incendiário é viável.

A possibilidade de o arco incendiário existir deve ser estabelecida no mesmo lugar e ao mesmo tempo.

#### **6.12.8\* Raios.**

Raios é uma outra forma de eletricidade estática em que a carga se acumula nas nuvens e na terra. O movimento de gotas de água, poeira e partículas de gelo nos ventos fortes e correntes ascendentes de uma tempestade vai criando uma polarizada carga eletrostática nas nuvens. Quando esta carga está suficientemente potente, se produz uma descarga elétrica em forma de raio entre as nuvens carregadas e objetos de potencial diferente.

Os raios podem ser produzidos entre duas nuvens ou entre uma nuvem e a terra. Nesta caso, são geradas na nuvem cargas de polaridades distintas, apesar que na terra são criadas cargas induzidas pela carga da nuvem. O resultado é como um enorme condensador que, quando acumula uma carga suficiente, produz a descarga.

#### **6.12.8.1 Características de um raio.**

Tipicamente um raio é formado por um núcleo de plasma de 1,27 a 1,9 cm de diâmetro (1/2 até ¾ polegadas), rodeado por uma capa de 10,2 cm (4 polegadas) de ar ionizado superquente. Um raio pode produzir correntes de 24.000 amperes, mas também pode chegar a 200.000 e 15 milhões de volts.

#### **6.12.8.2 Queda de raios.**

Os raios caem nos objetos mais altos da terra que se encontram no caminho da descarga. Um raio pode entrar em um edifício de quatro maneiras:

- (1) Porque há algum objeto metálico, como uma antena de TV, um ar condicionado que fique acima do telhado.
- (2) chocando-se diretamente no edifício.
- (3) Chocando-se com um arbusto ou outro edifício alto nas proximidades.
- (4) porque choca com cabos elétricos que cercam o edifício.

O raio geralmente segue um objeto condutor até a terra. Em diversos pontos do seu percurso pode bifurcar-se, por exemplo quando encontra um objeto metálico de um cabo, sobretudo se esse objeto é utilizado como aterramento do sistema elétrico do edifício.

#### **6.12.8.3 Danos produzidos por um raio.**

Um raio produz danos devido a duas propriedades características: primeiro, a enorme carga elétrica potencial e energia na queda de um raio; e segundo o calor e temperatura extremamente altos que geram suas descargas. Estes efeitos podem ser:

(a) Uma árvore pode ser destruída pela ação explosiva de um raio e seu calor evapora imediatamente a umidade que havia no tronco da árvore, causando uma explosão.

(b) os cabos de cobre que não estão projetados para suportar os milhares de amperes que um raio produz, podem fundir-se, romper-se ou evaporar-se totalmente pelo efeito da sobrecorrente da descarga de um raio. Também é característica dos cabos que sofrem enormes aumentos de tensão que se rompam e desconectem em

vários pontos de sua longitude, devido aos enormes campos magnéticos gerados por essas correntes.

(c) quando o raio cai sobre um edifício de concreto armado, a eletricidade pode ser transmitida através das hastes de aço do concreto, onde encontra menos resistência. A enorme energia e temperatura podem destruir o concreto, por sua força explosiva.

#### **6.12.8.4 Redes de detecção de relâmpagos.**

As redes de detecção de raios existentes podem ajudar no estabelecimento do tempo e lugar da queda de um raio (em um raio de 500 metros). Também disponibiliza dados históricos, incluindo informações de qualquer queda de raios detectada dentro de um período de tempo específico anterior ao incêndio.

### **CAPITULO 7 SISTEMAS DE GASES COMBUSTÍVEIS EM EDIFÍCIOS**

#### **7.1 Introdução.**

Os sistemas de gases combustíveis se encontram em quase todos os lugares, armazéns, comércios ou estruturas de uso industrial. Normalmente proporcionam combustíveis para o conforto ambiental, aquecimento de agua e processos de fabricação. Podem ser fontes de combustíveis para fogos nessas estruturas. O investigador de incêndios ou analista deve ter uma compreensão básica de gases combustíveis e os aparelhos e equipamentos que são utilizados. Normalmente se considera a *NFPA 54, Código Nacional de Gás Combustível* e *NFPA 58, Código de Gás Liquefeito Petróleo* são os líderes principais sobre normas neste tema.

#### **7.1.1 Impacto de Gases Combustíveis nas investigações do fogo e explosões.**

Os sistemas de gases combustíveis dos edifícios podem influenciar na forma como se queima um edifício, de quatro maneiras: como uma fonte de combustível inicial, como uma fonte de ignição inicial, como combustível e fontes de ignição e como fatores que influenciam a propagação do fogo. Todas elas complicam o processo de investigação. O investigador deve saber, pelo menos, os fundamentos dos sistemas de gases combustíveis, como eles trabalham, e como eles falham.

### **7.1.1.1 Fontes de combustível.**

Os gases combustíveis que escapam de sua tubulação, sistemas de armazenamento ou de utilização de combustíveis, podem servir como combustíveis facilmente inflamáveis para incêndios e explosões. Esses gases são comumente chamados de gases fugitivos.

### **7.1.1.2 Fontes de ignição.**

As temperaturas de ignição para a maioria de gases combustíveis variam de aproximadamente 384 °C a 632 °C (723°F a 1170 °F). As energias mínimas de ignição são tão baixas como 0,2 mJ. Assim, eles são facilmente inflamáveis com as fontes de ignição mais facilmente encontradas.

As chamas abertas dos queimadores de gases combustíveis ou luzes piloto podem servir de fontes de ignição para gases combustíveis e outros combustíveis, particularmente gases inflamáveis ou os vapores de líquidos inflamáveis e poeiras.

A utilização de equipamentos de gás combustível superaquecido, ou aparelhos instalados incorretamente podem produzir a ignição de combustíveis sólidos, por exemplo em lugares onde haja componentes estruturais de madeira no edifício ou combustíveis armazenados inadequadamente, ou onde não se mantêm espaços livres adequados.

### **7.1.1.3 Fontes de combustível e ignição.**

Em muitas ocasiões, os sistemas de tubulação e de utilização de gás combustível, incluindo queimadores e luzes piloto, podem servir como a fonte de combustível e fonte de ignição.

### **7.1.2 Propagação adicional de Fogo.**

Durante os eventos de incêndio ou explosão, os sistemas de interrupção de gases combustíveis podem fornecer combustível adicional e podem mudar muito ou aumentar as velocidades de propagação do fogo, ou podem se espalhar para as áreas da estrutura que normalmente não seriam queimadas. As chamas de gás combustível produzidas nas linhas quebradas (muitas vezes chamado de tochas) podem se espalhar e queimar através de componentes estruturais. Os blocos de gases combustíveis que se inflamam durante o fogo podem criar provas de origens

diferentes do fogo, ou de explosões, dando lugar a uma propagação incrementada do fogo.

### **7.2\* Gases combustíveis.**

Por definição, os gases combustíveis incluem o gás natural, os gases liquefeitos de petróleo (apenas na fase de vapor), as misturas de ar-gás de gases liquefeitos de petróleo, gases elaborados, e misturas destes gases. Os gases combustíveis mais comumente encontrados pelo investigador durante o incêndio e explosão são o gás natural e propano comercial.

#### **7.2.1 Gás Natural.**

O gás natural é uma ocorrência natural gasosa de hidrocarbonetos, recuperado pela perfuração de poços em locais subterrâneos, muitas vezes em associação com o petróleo bruto. Embora os percentuais exatos sejam diferentes nas áreas geográficas, e não haja normas que especifiquem sua composição, o gás natural é principalmente metano, com quantidades menores de nitrogênio, etano, propano, e com vestígios de butano, pentano, hexano, dióxido de carbono, e oxigênio. As percentagens podem variar amplamente, e foram relatados em misturas que variam desde 72% a 95% de metano, 3% a 13% de etano, 1% a 4% de propano, e 1% a 18% de nitrogênio. O gás natural é mais leve que o ar.

Dependendo da composição exata, o que tem uma densidade de vapor de 0,59 a 0,72 um limite inferior de explosão (LEL) de 3,9% para 4,5%, e um limite explosivo superior (UEL) de 14,5% para 15%. A sua temperatura de ignição é 483° C a 632° C ( 900° F a 1170° F).

#### **7.2.2 Propano comercial.**

O propano é obtido a partir do refino de petróleo. Os gases liquefeitos de petróleo podem ser liquefeitos sob pressão moderada em temperaturas normais. Esta capacidade de condensar os gases liquefeitos de petróleo faz com que seja mais sensível armazena-los e transporta-los do que o gás natural, com o qual o propano é especialmente adequado para áreas rurais ou relativamente inacessíveis, ou para seu uso com equipamentos e aparelhos portáteis. Em áreas povoadas onde o gás natural estiver disponível, muitas vezes o propano é pré misturado com o ar e canalizado para os consumidores relativamente baixas pressões através de distribuição subterrânea, de modo similar ao do gás natural.

O propano comercial é composto de um mínimo de 95% de propano e propileno e um máximo de 5% outros gases . O teor médio de propileno comercial é 5% a 10%.

O gás propano é mais pesado que o ar. Tem uma densidade de vapor de cerca de 1,5 a 2,0, um limite inferior de explosividade (LIE) de 2,15%, e um limite explosivo superior (UEL) de 9,6%. A sua temperatura de ignição é 493° C a 604° C (920° F a 1120° F).

### **7.2.3 Outros gases combustíveis.**

Outros gases combustíveis que podem ser encontrados pelo investigador, particularmente na área comercial, industrial incluem butano, propano HD5 e gases produzidos.

#### **7.2.3.1 Butano comercial.**

O Butano comercial é composto de um mínimo de 95% de butano e butileno e um máximo de 5% de outros gases, com o componente de butileno normalmente mantida abaixo de 5%.

#### **7.2.3.2 Propano HD5.**

O Propano HD5 é uma classe especial de propano para combustível de motores e outros usos que requerem especificações mais restritivas que o propano comercial. Ele é de 95% de propano e um máximo de 5% de outros gases.

#### **7.2.3.3 Gases produzidos.**

Os Gases produzidos são gases combustíveis produzidos a partir de carvão, coque, ou óleos químicos; ou através da reforma do gás natural ou de petróleo liquefeito. O mais comum dos fabricados são acetileno, gás de coqueria e de hidrogênio.

#### **7.2.4 Odorização.**

Os gases liquefeitos de petróleo e o gás natural comercial não podem ter um odor facilmente identificáveis em seu estado natural. Para aumentar a capacidade de detecção do gás natural, normalmente se acrescenta uma mistura contendo butil-mercaptano, tiofano, ou outros mercaptanos. No caso dos gases liquefeitos de petróleo, normalmente se acrescenta etil mercaptano ou tiofano. Estes odorantes

são exigidos por lei e por normas de incêndio; em 49 CFR 129,625 se diz: "um gás combustível em uma linha de distribuição deve conter um odorante natural ou ser odorizado para que a concentração no ar de um quinto do limite explosivo inferior, o gás é facilmente detectável por uma pessoa com um sentido normal do cheiro." A Subseção 1.3.1 da NFPA 58, *Código de Gases Liquefeitos de Petróleo*, afirma que "todos os gases liquefeitos de petróleo, antes de serem distribuídos a uma instalação deverão ser odorizados com agentes de advertência de modo que os gases sejam detectados com um odor distintivo, em uma concentração no ar não superior a um quinto do limite inferior de inflamabilidade." O odorante do gás natural é adicionado pela empresa de distribuição local, antes da introdução do gás no sistema de distribuição. Normalmente não se odoriza o gás natural em tubulações de longa distância. O odorante dos gases liquefeitos de petróleo são acrescentados antes de serem distribuídos.

A verificação do odorante deveria ser parte de qualquer investigação de explosão envolvendo gás combustível ou que seja provável sua presença, e parece que os testes não detectarão indícios de fuga de gás. Deveria verificar-se a presença de uma quantidade suficiente de odorantes. Os chamados tubos de amostra (detectores químicos especializados) podem ser utilizados para tal fim, e para resultados mais exatos em prova de laboratório.

A utilização de tubos limpos requer a identificação do odorante do gás, e não há um tubo limpo universal para todos os odorantes. A norma ASTM D 5305, Método de Teste Padrão para Determinação da presença de etil mercaptano em GLP (*padrão para a determinação de propano odorante por tubos de manchas*), é um padrão para a determinação do odorante no propano por parte dos tubos limpos. Não há norma similar para os odorantes do gás natural. A amostra do gás (ou líquido do GLP) deve ser coletado de modo adequado. A norma ASTM D 1265, Prática padrão para amostragem de gases Liquefeitos de Petróleo (GLP), trata de método apropriado para a coleta de amostras de gases liquefeitos de petróleo. Sugere-se a utilização de bolsas de Tedlar ® para as amostras de gás natural, que são para ser utilizados na verificação de odorante. As amostras de gás tomadas a partir de um tanque de propano pode dar apenas uma fração da informação que pode ser obtida a partir de uma amostra de líquido. Nem todos os laboratórios podem analisar gases ou líquidos para o conteúdo odorante. A capacidade do laboratório para estas

análises deve ser verificada antes de enviar a amostra, uma vez que estas amostras devem ser analisadas o mais rápido possível.

Alguns indivíduos não podem detectar esses odorantes por várias razões, e sob certas condições o odorante pode ser reduzido a um ponto em que não pode ser detectado.

### **7.3 Sistemas de gás natural.**

Uma diferença entre os sistemas de gás natural e os sistemas de gás propano é que o gás natural é normalmente canalizado diretamente aos consumidores dos edifícios. Os sistemas de tubulação que entregam gás natural para o cliente são bastante complexos, com muitos intervenientes e procedimentos e alterações de pressão de coleção para uso final.

#### **7.3.1\* Conduções de transmissão.**

As conduções utilizadas para transportar o gás natural desde as instalações de produção até as instalações locais são denominadas conduções de transmissão. Na transmissão de longa distância, as empresas de gás natural usam pressões até 1200 psi (8275 kPa).

#### **7.3.2 Dutos principais de distribuição.**

Os dutos utilizados para distribuir o gás natural em sistemas centralizados, para uso residencial e de negócios, são denominados dutos principais de distribuição. As pressões normais de operação nos dutos de distribuição variam entre companhias de instalação de gás em diferentes regiões. Raramente excedem 150 psi (1035 kPa) em sistemas de alta pressão, e são tipicamente de 60 psi (414 kPa ou inferior). Os sistemas de distribuição rural, que devem entregar gás aos clientes mais distantes, são necessariamente a pressões mais elevadas do que os sistemas urbanos.

#### **7.3.3 Linhas de Serviço.**

As linhas de serviço de gás natural às vezes chamada de "laterais de serviço", são sistemas de tubulação que ligam o gás com o cliente individual. Eles normalmente terminam no regulador e medidor de utilidade. Os valores mínimos e máximos de pressões entregues aos serviços dos clientes após a última regulação

de pressão são geralmente na gama de 1,0 kPa a 2,5 kPa (4 cm a 10 cm de coluna d'água).

#### **7.3.4 Medidor.**

Um medidor de gás é um instrumento instalado em um sistema de gás para medir o volume de gás fornecido através dele. Dependendo de normas locais, os medidores de gás podem ser considerados como fazendo parte da linha de serviço da concessionária de gás ou propriedade do cliente.

A NFPA 54, *Código Nacional de Gás Combustível*, exige que o gás seja instalado pelo menos 0,9m (3 pés) de fontes de ignição e serem protegidos contra danos físicos, temperaturas extremas, sobrepressão, perdas de pressão ou vácuo.

### **7.4 Sistemas de gases liquefeitos de petróleo.**

Uma diferença entre os sistemas de GLP e sistemas de gás natural é o armazenamento e distribuição de gases combustíveis na tubulação de serviço do usuário. Tipicamente, o propano é liberado para o sistema ao cliente em um estado comprimido (líquido). Ele é entregue ao consumidor por caminhão-tanque, transferindo para o tanque do consumidor. Em algumas áreas isoladas, onde o serviço de gás natural não está disponível, o propano é subterrâneo e os sistemas de tubulação de transmissão e distribuição de propano são semelhantes aos discutidos na seção 7.3, embora a pressões geralmente inferiores. O propano é o GLP mais utilizado, mas butano e outros GLP ou misturas são utilizados em alguns climas quentes.

#### **7.4.1 Recipientes de armazenamento de gás liquefeito de petróleo.**

Os recipientes de armazenamento de GLP podem ser cilindros, tanques, cisternas móveis, e os tanques de cargas específicas podem ser encontrados nos vários diplomas legais. A Sociedade Americana de Engenharia Mecânica (ASME) e o Departamento de Transportes (DOT) são as duas agências que governam o projeto e fabricação de tanques portáteis e os cilindros. Geralmente, refere-se a cilindros verticais com capacidade de água de 454 kg (1000 lb) ou menos e são regulados pelas normas do DOT. Os tanques fixos têm maior capacidade de água que 454 kg (1000 libras). Estes tanques são regidos pelas normas ASME. Em recipientes de armazenamento, é mantido sob baixa pressão em ambos os estados

líquido e gasoso. Normalmente, no uso coercial, o propano é desenhado a partir do vapor no espaço do recipiente de armazenamento.

Os tanques de propano e cilindros são normalmente criados com pressões máximas de trabalho de 1379 kPa e 1724 kPa (200 psi a 250 psi).

#### **7.4.1.1\* Tanques.**

Os sistemas comerciais residenciais e pequenos comércios geralmente armazenam GLP em tanques fixos aéreos ASME de até 3,786 m<sup>3</sup> (1.000 galões) de capacidade de água, 3,029 m<sup>3</sup> (800 a 900 galões) de capacidade de GLP. Muitas localidades instalam tanques subterrâneos, a fim de minimizar os problemas com calor ou frio.

#### **7.4.1.2\* Cilindros.**

Os recipientes portáteis, geralmente referidos como cilindros DOT, uma vez que devem estar de acordo com os regulamentos do Departamento de Transportes dos Estados Unidos, são comumente utilizados para as casas rurais e empresas, casas móveis, combustível para motores, veículos de lazer e churrasqueiras ao ar livre.

#### **7.4.2 Acessórios de containers.**

Os acessórios de containers são elementos conectados com as aberturas do recipiente. Esses itens incluem, mas não estão limitados, dispositivos de alívio de pressão, medidores de nível de líquido, medidores de pressão.

#### **7.4.2.1 Dispositivos de alívio de pressão.**

Os dispositivos de segurança são destinados para abrir a evitar o aumento da pressão interna do fluido no excesso de um valor especificado [normalmente 1724 kPa (250 psi)] devido à condições de emergência ou anormais, como incêndios. Os recipientes de GLP estão equipados com um ou mais dispositivos de alívio de que, com exceção de certas regulamentações do DOT, são projetados para aliviar vapor.

Dispositivos de tampão de fusível, que são projetados para operar (abrir) a uma determinada temperatura, também servem para liberar pressões inseguras. (Ver 7.4.2.5).

Os dispositivos de segurança incluem vários tipos de válvulas de alívio de pressão internas e externas projetadas para abrir e para manter a pressão do fluido interno.

#### **7.4.2.2 Conexões para controle de fluxo.**

As válvulas de bloqueio, de excesso, de retenção, válvulas de refluxo e de fecho rápido fluxo interno ou em combinações são utilizados em recipientes.

#### **7.4.2.3 Dispositivos de medição de nível de líquido.**

Os medidores indicam o nível de propano líquido dentro de um recipiente. Os tipos de medidores incluem os fixos (tais como os de nível máximo) e variáveis (como rotativos e tubos de deslizamento).

Os indicadores de nível fixo (ou seja, tubos de imersão) são primariamente utilizados para indicar quando o enchimento de um tanque ou cilindro atingiu seu volume máximo permitido. Eles não indicam níveis de líquido acima ou abaixo de seus comprimentos fixos.

Os calibres variáveis dão leituras do conteúdo líquido de recipientes, principalmente tanques ou grandes cilindros.

#### **7.4.2.4 Manômetros.**

Os indicadores de pressão, que estão ligados diretamente a uma abertura de recipiente ou de uma válvula de encaixe ou ligados diretamente a uma abertura do recipiente, dão a pressão do espaço de vapor do recipiente. Os manômetros não indicam o nível de líquido dentro de um recipiente. Medidores de pressão são também utilizados em várias áreas do sistema de tubulação.

#### **7.4.2.5 Fusíveis.**

Os cilindros DOT devem estar equipados com válvulas de alívio de pressão ou fusíveis. O tampão fusível libera a pressão em um determinado ponto e, geralmente, não é reutilizável e deve ser substituído. Os tanques ASME de volumes menores de 544kg (1200 libras) de capacidade de água podem ser equipados com dispositivos de plug fusível que se comunicam diretamente com o vapor e com uma fusão ou rendimento de 98°C (208°F) e máximo de 104°C (200°F).

### **7.4.3 Reguladores de Pressão.**

A pressão em tanques de armazenamento de propano e cilindros é a pressão de vapor de propano e é dependente da temperatura do propano líquido. O medidor de pressão de vapor propano varia de 193 kPa (28 psi) a 18°C (0 °F), a 876 kPa (127 psi) a 21°C (70°F), a 1972 kPa (286 psi) a 54°C (130°F).

Para uso com equipamento de trabalho, a pressão é tipicamente reduzida em um ou dois estágios pelos reguladores, de 2,74 kPa a 3,47 kPa (11 a 14 polegadas de coluna d'água).

### **7.4.4 Vaporizadores.**

Se forem necessárias grandes quantidades de propano, como em equipamentos industriais, ou em clima frio, utilizam-se aquecedores feitos especificamente para aquecer e vaporizar o propano.

## **7.5 Componentes comuns aos sistemas de gases combustíveis.**

Os componentes do sistema são comuns ou semelhantes para os vários gases combustíveis. As seções seguintes descrevem em geral como estes componentes são compartilhados.

### **7.5.1 Reguladores de Pressão (Redução).**

Os reguladores de pressão são dispositivos colocados em um sistema de linha de gás para reduzir, controlar e manter a pressão em que a parte do sistema de tubulação.

Os reguladores podem ser utilizados isoladamente ou em combinação para reduzir as pressões da linha de gás em etapas.

Os reguladores mais comuns em gás natural ou propano são o diafragma, ou alavanca. Em um regulador de diafragma, o fluxo de gás de entrada de alta pressão é controlado por um disco de corte, ou de vedação, e do gás a uma determinada pressão e é descarregado através da saída do regulador. O diafragma é feito de um material semelhante à borracha, e o seu movimento é controlado por pressão de mola ajustável. O movimento do diafragma controla a abertura da válvula de entrada do regulador e seu selo integral.

O bom funcionamento do regulador é importante para o bom funcionamento dos reguladores de diafragma. O respiro iguala a pressão acima do diafragma com a pressão atmosférica e permite que o diafragma se move. Se a ventilação for obstruída ou bloqueada por gelo ou detritos, por exemplo, o regulador pode não funcionar corretamente ou o material do diafragma pode ser danificado, impedindo o funcionamento adequado.

Em áreas sujeitas a inundações, os reguladores de pressão devem ser instalados acima da linha de inundaçāo prevista, ou a ventilação deve ser canalizada acima da linha de inundaçāo. As águas da inundaçāo, como lama, gravetos, e lixo, podem facilmente entupir ou bloquear o regulador de respiração. Estas condições podem resultar em uma sobrepressão em condições seguintes na tubulação e nos aparelho a gás.

#### **7.5.1.1 Pressões de trabalho normais.**

Na maioria das estruturas e aparelhos, as pressões normais de trabalho se medem em polegadas de coluna de água, medida em um manômetro cheio de água. Uma libra por polegada quadrada (psi) é igual a 27,67 polegadas de coluna de água. A pressão de entrada normal para a maioria das aplicações não industriais de gás natural é de 4 a 10 polegadas de coluna de água (1,0 kPa a 2,5 kPa). A pressão normal de entrada para a maioria dos aparelhos de propano não industriais é de 11 a 14 polegadas de coluna de água (2,74 kPa a 3,47 kPa).

#### **7.5.1.2 Pressões excessivas.**

Pressões significativamente maiores do que aquelas para os quais os aparelhos, equipamentos, dispositivos ou sistemas de tubulação são projetados podem causar vazamento de gás, danos ao equipamento, mau funcionamento dos queimadores ou chamas anormalmente grandes.

### **7.5.2 Sistemas de tubulação de serviço.**

#### **7.5.2.1 Materiais para as tubulações principais e de serviço.**

As tubulações de gás combustível podem adequadamente ser feitas de ferro, cobre, latão, ligas de alumínio, ou plástico, enquanto que o material usado com gases não são corrosivos para eles. Se forem utilizadas tubulações não aprovadas

ou tubulações que não cumprem a norma, os equipamentos podem sofrer fugas e liberações de gases.

#### **7.5.2.2 Tubulações subterrâneas.**

A instalação incorreta dos sistemas de tubulação de solo e uso de materiais não aprovados pode ser uma causa de vazamentos de gás. A tubulação subterrânea deve ser enterrada em uma profundidade suficiente e em locais apropriados para ser protegida de danos físicos. O tubo deve ser protegido contra corrosão. Tubulação subterrânea sob os edifícios pode ser aceita, mas deve ser protegida e envolvida em conduíte aprovado e projetado para suportar as cargas da estrutura e impedir qualquer vazamento de gás.

#### **7.5.3 Válvulas.**

As válvulas são dispositivos utilizados para controlar o fluxo de gás para qualquer seção de um sistema ou de um aparelho. Exemplos de válvula incluem o seguinte:

(a) *válvulas automáticas*: dispositivos que consistem em uma válvula e operam mecanismos que controlam o fornecimento de gás para um queimador. Durante o funcionamento de um aparelho, o mecanismo de operação pode ser ativado por pressão do gás, meios elétricos ou meios mecânicos.

(b) *válvula de corte de gás automático*: Uma válvula usada em conexão com um dispositivo automático de corte de gás para desligar o fornecimento de gás de um aparelho de queima de gás combustível.

(c) *válvula individual do queimador principal*: A válvula que controla o gás e fornece a um queimador principal individual.

(d) *válvula de controle de queimador principal*: A válvula que controla o gás e fornece a um coletor principal.

(e) *válvula de reset manual*: Uma válvula de fechamento automático instalado em uma tubulação de abastecimento de gás e começa a desligar quando condições inseguras ocorrem. O dispositivo permanece fechado até reiniciar manualmente.

(f) *válvula de alívio*: uma válvula de segurança destinada a prevenir a ruptura de um dispositivo pressurizado, aliviando o excesso de pressão.

(g) *válvula de fechamento do serviço*: Uma válvula (normalmente instalado pelo administrador) fornece gás entre o medidor de serviço ou fonte de abastecimento e o sistema de tubulação do cliente usado para desligar o gás para todo o sistema de tubulação.

(h) *válvula de corte*: A válvula (localizada no sistema de tubulação e facilmente acessível pelo operador) é utilizada para desligar aparelhos ou equipamentos individuais.

#### **7.5.4 Queimadores de gás.**

Problemas com sistemas de gás combustível, incluindo incêndios, muitas vezes são causados pelo uso dos orifícios inadequados ou queimadores para gás natural ou propano. Queimadores de gás são dispositivos para o transporte final do gás combustível, ou uma mistura de gás e ar, a ser queimada. Embora os vários tipos de queimadores de uso comum são essencialmente os mesmos no projeto geral, tanto para gás natural ou propano, eles não podem ser trocados de um uso de gás para outro. Diferenças físicas entre gás natural e propano requerem diferentes orifícios do queimador.

##### **7.5.4.1 Ignição Manual.**

Alguns aparelhos e equipamentos de gás são projetados para exigir a ignição manual dos seus queimadores quando a utilização dos aparelhos e equipamentos é desejada.

Alguns equipamentos equipados com uma luz requerem que a luz seja inflamada manualmente.

##### **7.5.4.2 Luzes piloto.**

Acendimento automático dos queimadores principais em aparelhos é frequentemente realizado por uma chama do queimador piloto. Para o funcionamento automático por um termostato, como no automático, a chama piloto de gás deve ser queimada e de tamanho suficiente; caso contrário, a válvula que controla o fluxo de gás do queimador principal não abrirá.

Em alguns sinais, as próprias luzes piloto podem ser inflamadas automaticamente por arcos elétricos ativados quando há necessidade de gás no queimador.

#### **7.5.4.3 As velas sem piloto.**

Este tipo de sistema de ignição é constituído de um meio elétrico de ignição, um arco elétrico, ou uma resistência de aquecimento, como uma vela de incandescência que diretamente acende a chama do queimador, quando o fluxo de gás começa. Em caso de falha de inflamação, muitos, mas não todos os sistemas, são projetados para "travar" o fluxo de gás para o queimador.

### **7.6 Tubulação comum em Edifícios.**

Existem vários considerações ou requisitos para a instalação e utilização de gás combustível em sistemas de tubulação em edifícios, que são comuns sem se importar quais os gases combustíveis serão utilizados.

#### **7.6.1 Tamanho da tubulação.**

O tamanho da tubulação utilizada é determinado pelas necessidades máximas de fluxo dos diversos aparelhos e equipamentos que atende.

#### **7.6.2 Materiais de tubulação.**

A tubulação pode ser feita de ferro forjado, cobre, latão, ligas de alumínio, ou plástico, enquanto o material é usado com gases que não são corrosivos para eles. Os tubos flexíveis podem ser de cobre sem costura, liga de alumínio, ou de aço. O alumínio da tubulação geralmente é considerado não recomendado para subsolos. Os tubos de plástico, tubos e acessórios devem ser usados apenas para instalações subterrâneas exteriores.

#### **7.6.3 Juntas e acessórios.**

As juntas de tubulação podem ser parafusadas ou soldadas, e os tubos que não são de ferro podem ser soldados. As tubulações podem ser queimadas, soldadas. Os acessórios especiais, tais como acessórios de compressão, podem ser usados em circunstâncias especiais.

Ao ar livre, juntas de tubulação de plástico e acessórios podem ser feitas com o método adesivo adequado ou por meio de compressão de ajuste, compatíveis com os materiais de tubulação. Eles não são para ser rosqueados.

#### **7.6.4 Instalação da tubulação.**

Quando instalado em edifícios, não deve enfraquecer a estrutura do edifício, deve ser suportado com dispositivos apropriados (não outros tubos), e deve ser protegido contra o congelamento. Os tubos de gotejamento (pernas de gotejamento) devem ser protegidos em todas as áreas onde a condensação ou detritos podem ser coletados. Cada saída de gás, incluindo válvulas ou pontos de venda, deve ser tampada com segurança sempre que nenhum aparelho estiver ligado.

#### **7.6.5 Válvulas de Corte principal.**

Válvulas de corte devem estar acessíveis e colocadas a cada regulador de serviço, a fim de proporcionar um desligamento total do sistema de tubulação inteira.

#### **7.6.6 Locais Proibidos.**

A NFPA 54, *Código Nacional de Gás Combustível*, proíbe a execução de tubulação de gás através de circulação de dutos de ar, roupas, calhas, chaminés ou aberturas de ventilação de gás, dutos ou poços de elevadores. O gás escapado nestas áreas proibidas é particularmente perigoso por causa da chance de ampla distribuição do gás vazando e as maiores possibilidades de ignição acidental.

#### **7.6.7 Conexão elétrica e aterramento.**

Toda parte do sistema de tubulação deve ser ligada eletricamente e aterrada.

### **7.7 Exigências comuns em dispositivos e equipamentos.**

Há várias considerações ou requisitos para a instalação e utilização de aparelhos a gás combustível, não importa quais os gases combustíveis que são utilizados nos aparelhos.

#### **7.7.1 Instalação.**

Os requisitos básicos para a instalação de equipamentos domésticos, aparelhos comerciais e industriais de gás combustível e equipamento fornecido em pressões de gás de 3,47 kPa [0,5 psi (14 polegadas de coluna de água)] ou menos são semelhantes.

### **7.7.1.1 Acessórios, equipamentos e eletrodomésticos aprovados.**

A subseção 5.1.1 da NFPA 54, *Código Nacional de Gás Combustível*, exige que "aparelhos a gás, acessórios e equipamentos de utilização de gás devem ser aprovados... aceitos pela autoridade competente".

### **7.7.1.2 Tipo de gás.**

Os equipamentos de utilização de gás combustível devem ser utilizados com o tipo específico de gás para o qual ele foi concebido. Um aparelho não pode ser utilizado de forma alternativa com gás natural e propano sem adaptações apropriadas.

### **7.7.1.3\* Áreas de vapores inflamáveis.**

Aparelhos a gás não devem ser instalados em locais de garagem residencial onde é provável que haja vapores inflamáveis, a menos que a concepção, funcionamento e instalação sejam feitos de modo a eliminar a probabilidade de ignição de tais vapores. Por exemplo, NFPA 54, *Código Nacional de Gases Combustíveis*, exige um equipamento de utilização de gás instalado em garagens para ser instalado com os queimadores e dispositivos de ignição igual ou superior a 0,5m (18 polegadas) acima do piso. Apesar de não ser diretamente proibida pelos códigos, instalações abaixo de 0,5m (18 polegadas) em outras áreas de edifícios e habitações foram responsáveis por incêndios e lesões.

### **7.7.1.4 Reguladores de pressão nos aparelhos a gás.**

Quando o acúmulo de pressão de fornecimento de gás é maior do que aquele em que o gás e os equipamentos de utilização são projetados para operar ou variam além dos limites de pressão projetos do equipamento, um aparelho regulador de pressão poderá estar instalado no aparelho.

### **7.7.1.5 Acessibilidade para o serviço.**

Todos os equipamentos de utilização de gás devem ser localizados de modo a serem acessíveis para manutenção, serviço e desligamento de emergência.

#### **7.7.1.6 Espaço de separação com os materiais combustíveis.**

Os equipamentos que utilizam gás deveriam ser instalados com espaços suficientes de separação de materiais combustíveis de modo que sua operação não gere um perigo de incêndio.

#### **7.7.1.7 Conexões elétricas.**

Todos os componentes elétricos de equipamentos de utilização de gás devem ser eletricamente seguros e cumprir com a NFPA 70, *Código Nacional Elétrico*.

#### **7.7.2 Ventilação e fornecimento de ar.**

A ventilação é a remoção dos produtos da combustão, bem como vapores do processo (por exemplo, gases de combustão) para o ar exterior. Embora a maior parte dos gases combustíveis sejam de queima limpa, não se deve permitir que os produtos da combustão se acumulem em concentrações perigosas em um edifício. Portanto, a ventilação para o exterior é necessária para a maioria dos aparelhos. Exemplos de aparelhos que requerem ventilação incluem fornos e aquecedores de água. Um sistema de ventilação instalado corretamente deve transmitir todos os produtos de gases de combustão para o exterior; deve evitar danos de condensação de gás, ventilação, construção e mobiliário; e deve evitar sobreaquecimento das paredes próximas e estruturais.

Os equipamentos que utilizam gás requerem um suprimento de ar para a combustão e a ventilação. A restrição deste suprimento de ar, particularmente quando o equipamento é instalado em espaços confinados, pode resultar em superaquecimento, incêndios ou asfixia.

#### **7.7.3 Controles do aparelho.**

As categorias gerais de controle de equipamentos são as mesmas para quase todos os aparelhos de gás combustível. Uma falha nestes controles pode levar a um superaquecimento dos aparelhos ou a liberação descontrolada de gás ou chama. Estes controles incluem os seguintes:

- (1) controles de temperatura
- (2) dispositivos de ignição e de corte

(3) reguladores de pressão em aparelhos a gás

(4) acessórios de controle de fluxo de gás

### **7.8\* Equipamento comum de utilização de gás combustível.**

Todos os sistemas de gás combustível empregam os gases para sua combustão, e seu uso em estruturas se englobam em sete áreas principais de utilização doméstica, comercial ou industrial, cada uma das quais envolvem a combustão de gás combustível.

Os equipamentos comuns que utilizam gás combustível incluem os seguintes:

(a) *aquecimento de ar.* Os fornos de ar forçado, aquecedores de ambiente, aquecedores de parede, aquecedores radiantes e fornos de dutos são utilizados para o aquecimento de ar do ambiente. Os aquecedores diretos ou indiretos são usados para fornos industriais e secadores e para aquecimento de processos e materiais, como roupas e tecidos, tanto domésticos como industriais.

(b) *Aquecimento de água.* Os aquecedores de chama direta são utilizados para o aquecimento de água potável ou de processo industrial.

(c) *Cozinha.* São usados para cozinhar estufas com aquecedores na parte superior, doméstico e industrial.

(d) *Refrigeração e resfriamento.* Gases combustíveis são frequentemente utilizadas como fontes de energia para refrigeração e resfriamento para sistemas de absorção.

(e) *Máquinas.* Gases combustíveis são geralmente utilizados como fontes de combustíveis para motores estacionários e de veículos a motor e para auxiliar unidades de energia em veículos de serviço, tais como a energia em bombas, caminhões-tanque. Motores fixos alimentados por gases combustíveis são comumente usados como motores auxiliares ou de emergência elétrica.

(f) *Iluminação.* Embora comumente usado para a iluminação no início do século XX, a maioria da iluminação a gás combustível foram substituídos por eletricidade. O mais comum são lâmpadas de gás utilizadas para iluminação exterior. A principal aplicação de iluminação residencial inclui pátios, varandas, áreas de lazer e piscinas. As aplicações comerciais incluem ruas, centros comerciais, aeroportos, hotéis e restaurantes. Estes usos de gases combustíveis incluem

chamas de gás ornamentais para efeitos comemorativos ou decorativos. Esses sistemas geralmente envolvem linhas de combustível subterrâneas, que podem não ser enterrados a uma profundidade suficiente ou protegidos suficientemente de danos externos.

(g) *Incineradores, sanitários e aquecedores de gases.* Os incineradores domésticos a gás, os comerciais, os industriais são utilizados para queimar lixo, sólidos de origem animal e orgânica, bem como resíduos gasosos, líquidos ou semi-sólidos a partir de resíduos de processos industriais.

### **7.9 Investigando sistemas de gás combustível.**

Uma vez que tenha sido determinado que um sistema de gás combustível tenha influenciado a forma que um edifício queimou, quer como uma fonte de combustível, fonte de ignição ou como um combustível e fonte de ignição. Esta análise deve fornecer informações sobre a forma de que até que ponto o sistema de gás combustível pode ter sido envolvido na origem ou causa do incêndio ou explosão.

#### **7.9.1 Análise sistemática.**

Tal análise deve ser um exame sistemático do sistema de gás combustível. Cada componente do sistema deve ser avaliado para determinar se estava funcionando ou não, e em que grau.

#### **7.9.2 Conformidade com as normas e padrões.**

A NFPA (Código Nacional de Incêndio®), assim como muitos outros códigos de incêndio e padrões da indústria de gás, especifica uma ampla variedade de regras de segurança para a instalação, manutenção, assistência técnica e enchimento de sistemas de gás combustível. O não cumprimento de uma ou mais destas normas pode causar ou contribuir para a causa de um incêndio ou explosão de gás combustível.

O projeto, fabricação, construção, instalação e utilização dos diversos componentes do sistema de gás combustível devem ser avaliados para o cumprimento apropriado dos códigos e normas. Qualquer relação entre a violação dos códigos e padrões aceitos e o incêndio ou explosão devem ser notados.

### **7.9.3 Vazamento.**

O vazamento de tubulação e equipamentos é a principal causa de incêndios e explosões a gás. Normalmente, vazamentos ocorrem nas junções de tubulação, em luzes piloto apagadas ou queimadores, em tubos não nivelados, em áreas de corrosão em tubulações ou danos físicos para as linhas de gás.

#### **7.9.3.1 Junções de tubos.**

As ligações incorretas entre os elementos da tubulação, tais como segmentação inadequada (voltas insuficientes para aperto do gás), segmentação imprópria (segmentação cruzada), ou uso inadequado de tubo composto (muito ou pouco) pode causar vazamentos de gás. Junções de tubulação também são os locais mais comuns que vazam como resultado de danos físicos para abastecer os sistemas de tubulação. (Ver 7.9.3.8).

#### **7.9.3.2 Luzes piloto.**

Sistemas de luz piloto modernos são projetados para impedir o fluxo de gás ao aparelho queimador se as luzes piloto não estiverem queimando, através da utilização de um termopar para detectar a chama piloto. Esses pilotos poderiam permanecer abertos se seus mecanismos automáticos de fuga não conseguirem fechar o fluxo de gás. A fuga do gás a partir de pilotos sem iluminação não é grande o suficiente para produzir gás em volumes suficientes para alimentar incêndios ou explosões significativas, exceto em espaços que têm pouca ou nenhuma ventilação. Muitos aparelhos modernos têm sistemas de luz piloto que não permitirem um fluxo de gás, a menos que os pilotos estejam acesos, ou então eles têm sistemas eletrônicos de ignição não necessitando de luzes piloto de modo algum.

#### **7.9.3.3 Queimadores com luz piloto apagada.**

Em alguns sistemas de aparelhos a gás, um aquecedor pode emitir gás inclusive se a luz piloto estiver apagada. Geralmente será produzido gás suficiente para alimentar uma explosão ou um fogo inclusive em locais bem ventilados.

#### **7.9.3.4 Tubulações e locais de saída descobertos.**

Uma fonte comum de grandes quantidades de gás escapado são as tubulações e saídas descobertas. Tais situações ocorrem quando os aparelhos a

gás são removidos e suas tomadas de atendimento ou tubulações não são limitadas como é exigido pela NFPA 54, *Código Nacional de Gás Combustível*. Então as pessoas, confiantes, ligam o gás de válvulas remotas, o que provoca vazamento de alto volume.

#### **7.9.3.5 Aparelhos e equipamentos com defeito.**

O mau funcionamento e vazamento de aparelhos a gás ou de utilização de gás, como válvulas, reguladores e medidores, também pode produzir fuga de gás. Muitas conexões e junções de tubulação podem ser fontes de vazamento. As válvulas de bloqueio podem vazar e causar fuga de gás através dos materiais de embalagem que são projetados para selar os corpos das válvulas das alavancas de ativação. As válvulas podem permitir que o gás passe por eles quando eles estiverem fechados, devido a sujeira ou restos em seus mecanismos de funcionamento ou devido a dano físico dos mecanismos.

#### **7.9.3.6 Reguladores.**

As falhas em reguladores de gás na maioria das vezes se enquadram em uma das três categorias: falhas com o diafragma interno, falhas com a vedação semelhante à borracha, que controla a entrada de gás para dentro do regulador, ou falhas com aberturas. Cada uma dessas categorias de falha pode resultar na incapacidade de reduzir a pressão de saída para níveis aceitáveis ou produzir fuga de gases.

#### **7.9.3.7 Corrosão.**

As tubulações de metal estão sujeitas à corrosão, que tem sido relatada ser a causa de até 30% de todos os vazamentos de gás conhecidos. A corrosão pode ser causada pela oxidação de tubos de metais ferrosos (ferrugem); eletrólise entre metais diferentes, metal e água, metal e terra, ou correntes de fuga; ou até mesmo micro-organismos biológicos. A corrosão pode ocorrer acima ou abaixo do nível do solo e pode, posteriormente, liberar gás.

Como o tamanho de fugas por corrosão é acumulativa, pode demorar longos períodos de tempo para vazamentos por corrosão suficiente para produzir gás para superar os efeitos de dissipaçāo da ventilação ou dispersão através do solo para o ar.

A corrosão de aparelhos de bronze sob tensão demonstrou ser um fator de muitos incêndios residenciais e explosões.

#### **7.9.3.8\* Danos físicos.**

Os danos físicos nos sistemas de gás podem causar vazamentos. A tensão localizada nestes sistemas podem se manifestar nas junções e uniões de tubos. Devido aos cotovelos de tubo, acessórios em forma de "T" e as conexões são mais rígidas e mais fortes do que o tubos que ligam, e porque as extremidades roscadas são mais fracas do que o resto dos tubos, os danos por esforço geralmente ocorrem nas porções roscadas dos tubos imediatamente adjacentes aos acessórios dos tubos.

Os vazamentos criados por tal tensão podem se desenvolver em junções muito distantes do ponto real de contato físico. Por exemplo, se um automóvel atinge um medidor de gás, a pressão sobre a tubulação subterrânea do sistema pode causar um vazamento em um ponto distante. O movimento de uma faixa de gás afastada da parede pode exercer tensão sobre o sistema de tubulação de gás e fazer com que um vazamento na junção do tubo flexível ou na linha de gás principal.

Os tubos subterrâneos ocultos e nas paredes são muitas vezes danificados por obras. Os tubos são perfurados por ferramentas, pregos, parafusos, brocas, ferramentas de corte, e outras ferramentas. Quando pregos ou parafusos perfuram tubos de gás, o vazamento resultante dos buracos podem ser em grande parte ligados e permanecem assim até que o prego ou parafuso sejam removidos ou deslocados, tal como por decantação da estrutura.

Portanto, vazamentos por pregos e parafusos podem permanecer invisíveis por muito tempo depois do dano inicial.

#### **7.9.4 Teste de pressão.**

Os sistemas de tubulação de combustível são projetados para reter o gás pressurizado. A presença de vazamentos no sistema pode ser determinada pela detecção de uma queda da pressão no interior do sistema fechado. Antes de utilizar a tubulação para testes, qualquer porção danificada do sistema deve ser isolada e tampada. Às vezes, será necessário testar a tubulação em duas ou mais seções, uma de cada vez.

Quando se isolam as partes da tubulação que foram danificadas pelo fogo ou explosão, pode ser necessário cortar, apertar o parafuso e fechar as conexões individuais. Pode ser possível vedar seções de tubulação danificada pelo uso de tubulação flexível, mangueira, braçadeiras e bonés, sem a necessidade de voltar a rosquear ou fechar as linhas. As junções de parafuso, ou cotovelos em forma de "T" não devem ser retirados a fim de isolar uma seção. Se o fizer, pode destruir provas da existência de conexões pobres e defeituosas.

#### **7.9.4.1 Teste do medidor de gás.**

Se for decidido que é seguro usar o gás combustível do sistema, o próprio medidor de gás pode ser utilizado para detectar um fluxo de gás. Após a primeira verificação de que o medidor está funcionando corretamente e não foi danificado pela explosão ou incêndio, o gás é reintroduzido no sistema através do medidor, e o mostrador é observado para determinar se o gás está escapando em algum lugar. O medidor deve ser observado com a agulha sobre o movimento ascendente e a observação deve continuar por até 30 minutos.

A NFPA 54, *Código Nacional de Gás Combustível*, recomenda que se nenhum vazamento for detectado com o teste do medidor de gás, o teste deve ser repetido com um pequeno queimador de gás aberto e inflamado, que mostrará se o medidor está funcionando corretamente.

#### **7.9.4.2\* Método de queda de pressão.**

Um sistema de tubulação de gás pode também ser testado pelo método de queda de pressão. Neste método, o sistema é pressurizado com ar ou com um gás inerte, tal como nitrogênio ou dióxido de carbono. Para os sistemas, incluindo aparelhos que operam em bitola com pressões de 3,4 kPa (1/2 psi) ou menos, o teste pode ser realizado com o próprio gás combustível entre 2,5 e 3,5 kPa (10 a 14 polegadas de coluna de água) durante 10 minutos. Os métodos de teste estão listados na NFPA 54, *Código Nacional de Gás Combustível*, e a NFPA 58, *Código de Gás Liquefeito de Petróleo*.

#### **7.9.5 Localização de vazamentos.**

Os vazamentos nas tubulações de gás combustível são localizados com um ou mais métodos que são apresentados nos itens 7.9.5.1 a 7.9.5.4.

#### **7.9.5.1 Teste de bolha de sabão.**

Vazamentos em junções de tubos, conexões e as ligações do aparelho podem ser detectados por aplicação de sabão e soluções de bolhas para a área suspeita de vazamento. Se o sistema estiver pressurizado, a produção de bolhas na solução revelará o vazamento. Após o teste, a área deve ser lavada com água para evitar a possível corrosão.

#### **7.9.5.2 Inspeção por medidor de gás.**

Os instrumentos de detecção de gás, conhecidos como indicadores de gases inflamáveis, são utilizados como dispositivos de inspeção para detectar a presença de vazamentos de gases combustíveis, hidrocarbonetos ou vapores na atmosfera. Muitos instrumentos também detectam a presença de outros gases ou vapores inflamáveis, tais como amônia, monóxido de carbono, e outros, de modo que o operador deve estar plenamente consciente das capacidades e limitações do instrumento a ser utilizado.

No lado de fora de estruturas, a atmosfera é testada em todas as aberturas disponíveis no pavimento onde o gás que escapou da rede elétrica e linhas de serviço pode estar presente.

Os testes devem ser feitos ao longo de fissuras do pavimento, linhas de freio, buracos e aberturas de esgoto, válvulas e caixas de freio, bacias e em buracos acima e ao longo da tubulação de gás.

A localização das linhas de gás subterrâneas pode ser aprendida a partir de mapas da empresa concessionária ou pelo uso de um localizador eletrônico. Estes dispositivos induzem ondas eletromagnéticas na terra. Qualquer tubo metálico no campo onde atua serve como um caminho para o retorno da corrente e é escolhido pela unidade receptora do aparelho. A agulha de medidor analógico indica a presença de uma linha subterrânea. Quando tubos de plástico são usados, normalmente se enterra um cabo metálico enterrado para permitir que o dispositivo de localização sejam utilizados.

Dentro das estruturas, as junções e uniões de tubulação de gás podem ser testadas. Também deveriam ser testados os espaços onde os gases podem vazar. Deveria ter-se em conta a densidade relativa de vapor dos gases combustíveis. Se há suspeita da presença de gás natural (mais leve que o ar), deveriam ser testadas

as áreas mais altas das habitações. Se há suspeita da presença de gases liquefeitos de petróleo (mais pesados que o ar), deveriam ser testados os níveis mais baixos.

#### **7.9.5.3 Buracos por barra.**

Os buracos por barra são buracos na superfície do terreno ou pavimento com barras metálicas pesadas. Estes buracos implicam a realização sistemática de buracos a intervalos regulares e ambos os lados do caminho das linhas subterrâneas. Os resultados dos testes são registrados no gráfico. A comparação das leituras dos percentuais do vazamento de gás pode indicar a localização de um vazamento subterrâneo.

#### **7.9.5.4 Levantamentos da vegetação.**

Ao longo de um período de tempo, alguns dos componentes dos gases combustíveis vazados podem ser prejudiciais para a grama, árvores, arbustos, e outra vegetação. Quando os sistemas de plantas são submetidos a gás a partir de subvazamentos no solo, as plantas podem ficar marrons, ser atrofiadas em seu crescimento, ou morrer. Vazamentos subterrâneos longo existentes podem ser localizados pela presença de grama morta ou outra vegetação mais morta na área do vazamento.

#### **7.9.6 Teste de velocidade e pressão.**

Se os reguladores de componentes de eletrodomésticos e de serviço de gás não foram severamente danificados pelo fogo, eles podem ser testados para ver se estão funcionando corretamente. Esses testes podem ser realizados com vários gases, incluindo ar, gás natural, propano ou butano. Com o uso de laboratório ou no campo de equipamento adequado, se pode determinar as pressões de fluxo, bem como a velocidade normal do vazamento. Em tais testes, os dados resultantes devem ser ajustados para os gases de ensaio para os gases para os quais os dispositivos foram projetados. Estes ajustes são baseados na densidade relativa de vapor dos gases.

#### **7.9.7\* Migração de gases combustíveis.**

É comum que os gases combustíveis que vazaram a partir de sistemas de tubulações subterrâneas para migrar (algumas vezes para grandes distâncias), penetram nas estruturas e criam ambientes inflamáveis, como os mais pesados que

o ar, podem transferir-se através do solo; seguir o exterior das linhas subterrâneas; e infiltrar-se em linhas de esgoto, na tubulação elétrica subterrânea ou de telefone, telhas de drenagem, ou mesmo diretamente através das paredes do porão e da fundação, nenhum dos quais são tão herméticos como linhas de água ou de gás.

Esses gases também tendem a migrar para cima, permeando o solo e dissipando de forma inofensiva para a atmosfera. Se o caminho de migração é lateral ou para cima é em grande parte uma questão de qual o caminho que proporciona a menor resistência ao deslocamento do gás vazado, a profundidade a que existe o vazamento, a profundidade de todas as linhas enterradas laterais que o gás pode seguir, e a natureza da superfície do solo. Se a superfície da terra está obstruída pela chuva, neve, terra congelada, ou pavimentação, os gases podem ser forçados a viajar lateralmente. Não é incomum para um vazamento de longa distância existente ter sido dissipado inofensivamente para o ar até que a superfície de que as alterações no solo, como por exemplo a instalação de nova pavimentação ou por fortes chuvas ou de congelamento, e, em seguida, ser obrigados a migrar lateralmente e introduzir uma estrutura, alimentando um incêndio ou explosão.

#### **7.9.7.1 Remoção do cheiro do gás.**

Um gás com cheiro pode perdê-lo por uma série de diferentes mecanismos. Esta perda odorante também tem sido chamada de debilidade de odor. Este é um assunto complexo, e por uma mais profunda compreensão o leitor é remetido para as referências citadas no anexo B. Os parágrafos a seguir resumem algumas das questões importantes na perda de odorante:

(a) *A perda de odorante devido à migração do gás no solo.* Os odorantes podem perder-se por solos secos de tipo argiloso, e não por areia, ou solos fortemente orgânicos. Certos componentes olfativos são melhores do que outros em termos da sua capacidade para resistir à absorção pelo tipo de argila dos solos. Um grande vazamento dá um tempo de contato inferior ao tipo de argila do solo, e resulta em menores perdas devido à adsorção.

(b) *Perda de odor devido à adsorção do odor nas paredes da tubulação.* Todos os componentes de odor são absorvidas por paredes de tubos de alguma extensão. Isto é particularmente verdadeiro para novo tubo (aço ou plástico). Muitas

empresas de gás natural tratam o gás em seções novas com uma dose mais pesada do odorante depois que a seção é colocada em serviço. A fragrância de gás pode ser absorvida em tubulação de gás que tem serviço contínuo, se as taxas de fluxo de gás são mais baixas do que a normal. Esta é uma condição típica de muitas empresas de gás, na transição entre os níveis de utilização de inverno e verão. A diminuição da pressão no sistema, que aumenta a taxa de fluxo de gás, facilmente resolve este problema. Qualquer parte de um sistema de gás que está sujeita a taxas de fluxo baixas estão sujeitas a um aumento da perda de odorante devido à absorção.

(c) *A perda de odorante devido à oxidação.* Os odorantes de mercaptano podem ser oxidados pelo óxido ferroso (ferrugem vermelha), a qual podem ser encontradas nos novos tubos e em tanques de LP novos ou fora de serviço.

(d) *A perda de odorante devido à absorção.* A absorção é um fenômeno que requer a dissolução do odorante em um líquido. Ela pode ocorrer em sistemas de gás natural que têm um problema com líquidos condensados em suas linhas de distribuição. O líquido mais comum disponível no ambiente é a água. Todos os odores têm uma baixa solubilidade em água.

## CAPITULO 8 COMPORTAMENTO HUMANO RELACIONADO AO FOGO

### 8.1 Introdução.

De início, o desenvolvimento e consequência de muitos incêndios e explosões são direta ou indiretamente relacionados com as ações e omissões de pessoas associado com a cena do incidente. Como tal, as análises de comportamento humano relacionadas ao fogo, muitas vezes, são uma parte integrante da investigação.

Este capítulo discute os resultados da investigação associados com fatores que contribuem para o comportamento humano resultante de incêndios, como as pessoas reagem a situações de emergência, tanto individualmente como em grupos; fatores relacionados à iniciação de fogo; fatores relacionados à propagação e desenvolvimento de incêndio; fatores relacionados à segurança das pessoas; e fatores relacionados à segurança contra incêndio.

As informações discutidas neste capítulo são baseadas na pesquisa conduzida por especialistas na cena do incêndio e os campos do comportamento

humano. A análise do comportamento humano não é um substituto para uma completa e bem conduzida investigação. Enquanto a análise do comportamento humano vai proporcionar valiosos conhecimentos de investigação, esta análise deve ser integrada com a investigação total.

## **8.2 História da investigação.**

O comportamento humano relacionado com o fogo começou a emergir como um campo distinto de estudo no início de 1970. Em 1972, o investigador inglês Peter G. Wood, um pioneiro no campo, concluiu um estudo dos presentes em 952 incêndios, publicada como a nota nº 953 de Investigação de Incêndios. Poucos anos depois, John L. Bryan, pesquisador e professor de proteção contra incêndios nos EUA na Universidade de Maryland, publicou os resultados de seus extensos estudos sobre o comportamento em incêndios. Bryan tem resumido tanto o seu trabalho quanto de outros pesquisadores neste campo. Este resumo está contido no SFPE Manual de Engenharia de Proteção contra Incêndios, "Comportamento de resposta ao fogo e à fumaça" (*Manual de Engenharia de Proteção contra Incêndios, "Comportamento de resposta ao fogo e à fumaça"*).

## **8.3 Considerações gerais sobre a resposta humana a incêndios.**

As pesquisas aceitas atualmente indicam que existe infinidade de fatores que afetam um indivíduo ou comportamento humano do grupo antes, durante e depois de um incêndio ou explosão. Esses fatores podem ser classificados e avaliados como características do indivíduo, características da população, características do ambiente físico e características de incêndio ou explosão em si. Uma cuidadosa análise e avaliação desses fatores e sua interação com o outros irão fornecer informações valiosas sobre o papel dos comportamentos humanos relacionados com o fogo. Esses fatores têm sido extensivamente examinados na publicação americana da Administração dos EUA sobre Incêndio, Comportamento humano em relação ao fogo, edição de 1994. Esta informação é resumida no item 8.3.1 a 8.3.2.4.

### **8.3.1 Individual.**

O comportamento humano relacionado ao fogo está relacionado pelas características do indivíduo em uma variedade de formas. Estas características são compostas por fatores fisiológicos, incluindo limitações físicas, limitações de compreensão cognitiva e conhecimento do ambiente físico. Cada uma destas

características afeta a capacidade do indivíduo de reconhecer e avaliar com precisão os riscos apresentados por um incêndio ou explosão ou a capacidade do indivíduo de responder adequadamente a esses perigos.

#### **8.3.1.1 Limitações físicas.**

As limitações físicas que podem afetar a capacidade do indivíduo de reconhecer e reagir adequadamente aos riscos apresentados por um incêndio ou explosão incluem idade (no que se refere à mobilidade), deficiências físicas, intoxicação, incapacitando ou limitando lesões ou condição médica, e outras circunstâncias que limitam a mobilidade de um indivíduo. Tais limitações devem ser consideradas quando se avalia o comportamento humano relacionado com o fogo, porque eles tendem a restringir ou limitar a capacidade de tomar as medidas adequadas em resposta a um incêndio ou explosão. O mais velho e o mais jovem são as mais afetadas por limitações físicas.

#### **8.3.1.2 Limitações cognitivas à compreensão.**

As limitações de compreensão, que podem afetar a capacidade de um indivíduo de reconhecer e reagir adequadamente aos riscos criados por um incêndio ou explosão, incluem a idade (no que se refere a compreensão mental), o nível de repouso, uso de álcool, uso de drogas (legais ou ilegais), deficiência de desenvolvimento, doença mental e inalação de fumaça e gases tóxicos. É mais provável que estas limitações cognitivas são mais propensas a afetar a capacidade de um indivíduo para avaliar os riscos apresentados por um incêndio ou explosão. Portanto, tais limitações são responsáveis por retardar as ações frente ao perigo.

As crianças podem deixar de reconhecer o perigo e escolher uma resposta inadequada, como escoderem-se ou procurarem seus pais.

#### **8.3.1.3 Familiaridade com o ambiente físico do incidente.**

Um indivíduo familiarizado com o ambiente físico em que um incêndio ou explosão ocorre pode afetar seu comportamento. Por exemplo, uma pessoa seria mais capaz de avaliar com precisão o desenvolvimento do fogo e progressão na sua própria casa do que em um hotel.

É importante notar, entretanto, que as limitações físicas e cognitivas podem minimizar as vantagens de ser familiarizado com o ambiente físico.

Consequentemente, pode parecer que uma pessoa ficou "perdida" em sua própria casa.

### **8.3.2 Grupos.**

O comportamento de uma pessoa relacionado com o fogo é afetado por mais do que as suas características. Ao interagir com outros, o comportamento de um indivíduo, provavelmente, mudar e ser mais afetada por sua interação com esse grupo da população e suas características. Estas características do grupo estão relacionadas com o tamanho do grupo, estrutura, permanência e seus papéis e normas.

#### **8.3.2.1\* Tamanho do grupo.**

A pesquisa e os dados experimentais indicam que quando os indivíduos são membros de um grupo, eles são menos propensos a reconhecer ou reagir adequadamente às sensações que percebem sobre a existência de um incêndio ou explosão. Esta tendência aumenta à medida que o tamanho do grupo aumenta.

As pesquisas sugerem que este comportamento humano frente aos incêndios ocorre porque os indivíduos, em grupos, atrasaram as suas respostas a esses estímulos sensoriais até que outros membros do grupo também reconheçam esses sinais. A mesma pesquisa sugere que isso ocorre porque a responsabilidade de tomar medidas adequadas é realmente difundida dentro do grupo.

#### **8.3.2.2\* Estrutura do grupo.**

A estrutura de um grupo pode também afetar o comportamento frente ao incêndio tanto do grupo quanto de seus componentes. Geralmente, quando o grupo tem uma estrutura formal com líderes definidos e reconhecidos ou autoridades, o grupo tende a reagir ao incêndio mais rapidamente e de maneira mais ordenada frente ao incêndio ou à explosão. No entanto, a reação nem sempre é a mais apropriada. Exemplos de tais grupos incluem as escolas, hospitais, enfermarias e em centros religiosos. Foram observados os seguintes comportamentos:

(a) A investigação indica que a interação entre os componentes dentro de tais grupos leva a um sentimento de responsabilidade do grupo como um todo. Assim, é mais provável que o indivíduo alerte para o restante das pessoas sobre o perigo do que se estivesse em um grupo de estranhos.

(b) Depois, quando o grupo está consciente sobre o incêndio ou a explosão, sua organização e coesão conduzirão a uma reação mais organizada frente ao perigo.

#### **8.3.2.3 Permanência do grupo.**

A permanência do grupo se refere a como está estabelecido o grupo ou durante quanto tempo um grupo particular de indivíduos estão interagindo entre si. A permanência dentro do grupo, muito relacionada com os efeitos da estrutura do grupo, também pode afetar o comportamento tanto do grupo quanto de seus componentes.

As investigações indicam que os grupos mais estabelecidos (como família, equipes desportivas, clubes) estariam mais formalizados e estruturados e, por outro lado, durante um incêndio ou explosão reagiram de modo diferente a um grupo novo ou transitório (como uma galeria comercial). Este último é mais provável que apresente múltiplos comportamentos e que cada membro do grupo reaja e responda de modo diferente.

#### **8.3.2.4 Códigos e normas.**

Os códigos e normas de um grupo também afetam seu comportamento frente ao incêndio. As normas de um grupo podem estar influenciadas pelo sexo, classe social, profissão ou educação recebida.

Os papéis de cada sexo são um fator predominante durante o incêndio ou explosão. Por exemplo, as investigações indicam que é mais provável que as mulheres informem mais rapidamente sobre a existência do incêndio ou explosão, ao passo que os homens demoram mais, optando por enfrentar o incêndio.

#### **8.3.3 Características do local.**

As características do local onde se produz um incêndio afetam a propagação deste. Exemplos de tais características incluem a localização e número de saídas, a altura da estrutura, os sistemas de alarme e os sistemas de extinção de incêndio.

##### **8.3.3.1 Localização das saídas.**

A localização das saídas disponíveis durante um incêndio ou explosão pode afetar o comportamento dos ocupantes. Se os ocupantes desconhecem a

localização das saídas disponíveis, ou não estão identificadas adequadamente, podem confundir-se e intensificar os níveis de ansiedade.

#### **8.3.3.2 Número de saídas.**

O número de saídas disponíveis durante um incêndio ou explosão pode afetar o comportamento dos ocupantes. Saídas em número inadequado, bloqueadas ou restritas e desprotegidas (escadas interiores abertas ou não pressurizadas) podem expor os ocupantes ao incêndio ou explosão.

#### **8.3.3.3 Altura da estrutura.**

A altura de uma estrutura pode afetar o comportamento de seus ocupantes em caso de incêndio ou explosão. Algumas pessoas acreditam que estão menos seguras em edifícios mais altos.

#### **8.3.3.4\* Sistemas de alarme de incêndio.**

Os sistemas de alarme de incêndio estão entre as variáveis de segurança contra incêndio que podem ser crucial para um conhecimento da existência de um incêndio. A pesquisa mostrou que as mensagens verbais podem ser mais eficientes na resposta de emergência do que os alarmes e sirenes sozinhos.

Os falsos alarmes e o mau funcionamento do sistema de alarme podem reduzir o efeito positivo de se ter um sistema de alarme no edifício, porque os ocupantes podem não responder apropriadamente com a notificação de alarme. Muitos alarmes falsos reduzem as respostas adequadas dos ocupantes ao alarme.

#### **8.3.3.5 Sistemas de extinção de incêndio.**

A presença de sistemas automáticos de extinção de incêndio, se conhecidos, podem afetar o comportamento. O efeito pode ser positivo ou negativo. Um efeito positivo é que há o aumento da margem de segurança destes sistemas e dá aos ocupantes mais tempo para uma ação apropriada frente aos perigos de um incêndio. Um exemplo de um efeito negativo é a possível diminuição da visibilidade, causada pela descarga do agente extintor, o que pode impedir a saída.

#### **8.3.4 Características do incêndio.**

O comportamento humano frente ao incêndio está relacionado diretamente com a percepção individual do grupo aos perigos. As mesmas características do

incêndio tendem a modificar estas percepções e portanto afetará o comportamento humano frente ao incêndio. Exemplos dessas características incluem a presença de chamas e os efeitos de gases tóxicos e redução do oxigênio.

#### **8.3.4.1 Presença de chamas.**

A maioria dos indivíduos não tem formação (ou informação) sobre a percepção dos perigos apresentados pelo incêndio e explosão. Este problema de percepção é especialmente verdadeiro em relação à observação de um indivíduo sobre a presença de chamas visíveis. A visão das chamas torna o indivíduo ciente de que ele não é um falso alarme e que algum perigo está presente; no entanto, as pessoas não entendem a dinâmica e o comportamento do fogo, podendo não acreditar que as chamas pequenas sejam uma ameaça, e o comportamento é baseado nessa crença. Consulte o capítulo 3 para mais dados sobre a dinâmica do incêndio

#### **8.3.4.2 Presença de fumaça.**

Igual às chamas visíveis, a presença de fumaça também pode afetar o comportamento relacionado com fogo. A falta de conhecimento sobre a dinâmica e o comportamento do incêndio pode resultar em percepções errôneas em relação à fumaça. Os indivíduos podem perceber a fumaça densa e negra como uma ameaça imediata para sua integridade física, enquanto a fumaça cinza clara podem não ser imediatamente percebida como uma ameaça.

#### **8.3.4.3 Efeitos de gases tóxicos e da redução do oxigênio.**

Durante um incêndio ou explosão, frequentemente os indivíduos inalam os subprodutos da combustão, incluindo os gases tóxicos presentes na fumaça. Além disso, o desenvolvimento e a progressão do incêndio, bem como a presença desses outros gases, geralmente resulta em uma diminuição do oxigênio que tinha sido originalmente presente no ar ambiente. A inalação de gases tóxicos, ou baixos níveis de concentração de oxigênio (aproximadamente abaixo de 15%), podem afetar o comportamento de um indivíduo e resultar em percepção distorcida e mudanças comportamentais. Estas alterações podem manifestar-se em respostas atrasadas ou inadequados ao incêndio. A força, a resistência, a acuidade mental e capacidade de percepção podem ser severamente diminuídas. Ver 20.5.5.

## **8.4 Fatores relacionados com a iniciação do incêndio.**

A iniciação de muitos incêndios e explosões é facilitada ou fomentada pela ação ou omissão de pessoas associadas com a cena do incidente. O comportamento humano frente aos incêndios é muitas vezes a razão de que haja uma fonte de ignição no mesmo momento e lugar com um combustível, na presença de uma quantidade suficiente de oxigênio.

### **8.4.1 Fatores envolvidos em incêndios acidentais.**

As ações ou omissões de pessoas frequentemente resultam em incêndios acidentais.

A negligência, o descuido, a falta de conhecimento, a desconsideração dos princípios da segurança contra incêndio ou não estar ciente dos resultados de tais ações ou omissões podem ser categorizados em grupos de comportamentos semelhantes. Exemplos destes comportamentos são manutenção inadequada, sujeira, aspectos relacionados com rótulos dos produtos, instruções e avisos; e violações dos códigos e normas de segurança contra incêndio.

#### **8.4.1.1 Manutenção e operações inadequadas.**

Muitos tipos de equipamentos, sistemas, máquinas e aparelhos são potenciais fontes de ignição ou fontes de combustível para o incêndio e exigem um certo nível de manutenção ou limpeza periódica. O fabricante ou administrador pode proporcionar as instruções relativas ao tipo de manutenção ou procedimentos de limpeza, bem como um calendário recomendado para manutenção ou limpeza. Descumprir estas recomendações pode resultar em incêndio ou explosão. Muitas vezes, é relatado ao investigador que não estão disponíveis a manutenção associada às instruções de limpeza de um componente específico. Nestes casos, é possível obter essas informações diretamente do fabricante ou fornecedor ou a partir de catálogos. O investigador deve, sempre que possível, examinar a manutenção e limpeza e os registros sobre equipamentos e aparelhos encontrados na área de origem. Esses registros podem ser úteis quando um aparelho ou equipamento específico está sendo considerado como uma fonte de ignição ou fonte de combustível.

O fabricante ou administrador pode proporcionar as precauções e os procedimentos de operação de equipamentos e aparelhos ao consumidor final. Pode

revelar-se útil ao investigador para obter e analisar este tipo de informações ao acessar a condição de uma parte específica do equipamento ou de um aparelho no momento do incêndio.

#### **8.4.1.2 O serviço de limpeza.**

A falta de limpeza adequada também pode contribuir direta ou indiretamente para a ocorrência de incêndio. Exemplos de falta de tais medidas incluem o uso inadequado ou descarte de materiais para fumar; resíduos e outros combustíveis acumulados muito perto de uma fonte de ignição; quantidades de poeira ou outras partículas combustíveis suspensas no ar (devido ao equipamento de recolha de pó) no mesmo ambiente de um equipamento que produz chama; pelos nos secadores; e acumulação de gordura nas zonas de cozinha.

#### **8.4.1.3 Etiquetas do produto, instruções e advertências.**

A falta de avisos ou o desrespeito com rótulos de advertência e outras instruções de segurança pode também resultar na ignição accidental de um incêndio.

Em muitos casos, o elemento de ignição de um incêndio é o resultado de ações ou omissões do usuário de um produto. O perigo de ações impróprias ou omissões nem sempre pode ser óbvio para um usuário do produto. Sempre que um produto tem um potencial perigo para o usuário, fornecendo fonte de ignição, de combustível, ou porções de oxigénio, cabe ao fabricante e fornecedor fazer uma rotulagem adequada, instruir e avisar sobre os riscos do produto. Da mesma forma, cabe ao usuário seguir os avisos e instruções adequadas.

#### **8.4.1.4 Finalidade das etiquetas.**

A finalidade de rótulos é proporcionar ao usuário informações sobre o uso do produto. As etiquetas podem ter várias formas: etiquetas impressas em anexo ao produto; etiquetas impressas na embalagem do produto; ou moldadas, estampadas, ou gravadas no produto ou na sua embalagem.

#### **8.4.1.5 Finalidade das Instruções.**

As instruções de um produto destinam-se a informar ao usuário sobre a forma como o produto deve ser usado com segurança, a existência de qualquer perigo, e como minimizar o risco ao usuário durante o uso real do produto.

#### **8.4.1.6 Finalidade das advertências.**

O objetivo geral de uma advertência é fornecer ao usuário informações necessárias para utilizar um produto com segurança ou para tomar uma decisão para não usar o produto por causa de seu perigo. Os avisos nos rótulos ou instruções de um produto devem servir a dois objetivos: informar ao usuário sobre os perigos inerentes à utilização ou uso indevido do produto, ou para lembrar ao usuário dos perigos do produto.

#### **8.4.1.7 Elementos-chave de uma advertência adequada.**

De acordo com os regulamentos federais, a fim de que os avisos sejam apropriados e eficazes, existem alguns elementos-chave que devem estar presentes:

- (1) Palavra de alerta
- (2) Frase de perigo
- (3) Frase sobre como evitar o perigo
- (4) Explicações sobre as consequências do perigo.

Muitos dos alicerces que estabelecem elementos de uma advertência adequada se refletem nos quatro seguintes elementos:

(a) *palavra de alerta*. A palavra de alerta é o primeiro sinal para o usuário de que há um perigo. “Cuidado”, “Atenção”, ou “Perigo” são as palavras de alerta mais utilizadas. Através de seu significado, estilo de letra, tamanho da letra, e contraste, a palavra de alerta serve para captar a atenção do usuário para o perigo que existe, e dar noção do grau do perigo. Muitas normas sustentam que as palavras de alerta “Cuidado”, “atenção” ou “perigo” significam um incremento do nível de perigo e risco.

ANSI Z535.4, Etiquetas e sinais de Segurança em Produtos, dá as seguintes definições:

CUIDADO: indica uma situação potencialmente perigosa que, se não for evitada, pode levar a lesões menores ou moderadas.

**ATENÇÃO:** indica uma situação potencialmente perigosa que, se não for evitada, pode levar a lesões graves ou a morte.

(b) *Frase de perigo.* A frase de perigo deve identificar a natureza e extensão do perigo e a gravidade do risco de lesão, por exemplo: “combustível”, “inflamável” ou “extremamente inflamável”. Pode ser necessária alguma frase adicional, como “pode explodir” ou “pode causar queimaduras graves”.

(c) *Como evitar o perigo.* As advertências devem proporcionar informação sobre os possíveis usuários de como se pode evitar o perigo e decidir o que fazer ou abster-se de fazer para manter a segurança quando utilizam o produto.

(d) *Consequências do perigo.* As advertências também devem informar ao usuário sobre o que poderia acontecer se não forem cumpridas as precauções devidas.

#### **8.4.1.8 Padrões nos rótulos, instruções e advertências.**

Com o passar dos anos, o governo e a indústria promulgaram muitas normas, diretrizes e regulamentos que tratam de avisos de segurança. Entre as normas que tratam de etiquetas, instruções e advertências há os seguintes:

##### **(1) Padrões ANSI em matéria de rótulos:**

- a. Z129.1, Rotulagem de precaução em indústrias químicas perigosas
- b. Z400.1, Dados de segurança de materiais
- c. Z535.1, Código de cores de segurança
- d. Z535.2, Sinais de segurança
- e. Z535.3, Critérios para Símbolos de segurança
- f. Z535.4, Sinais de segurança de produtos e rótulos
- g. Z535.5, Rótulos de Prevenção de Acidentes

##### **(2) Padrão UL sobre rótulos:**

a. UL 969, padrão de marcação e de sistemas de etiquetagem

(3) Códigos e regulamentos federais:

a. "Lei de Segurança do Consumidor" (15 USC Seções 2051-2084, e 16 CFR 1000)

b. " Lei de Substâncias Perigosas" (15 USC 1261 e seguintes, e 16 CFR 1500)

c. "Normas de Comunicação Federal sobre Riscos" (29 CFR 1910)

d. "Lei sobre estruturas Inflamáveis" (15 USC 1191-1204 e 16 CFR 1615, 1616, 1630-1632)

e. "Lei sobre comida, medicamentos e Cosméticos" (15 USC 321 (m), e 21 CFR 600)

f. Regulamentos da OSHA (29 CFR 1910)

(4) Padrão da indústria:

a. FMC Sistema de etiquetas e sinalização de segurança de produtos

#### **8.4.2 Recordação.**

Desconsiderar os avisos de recall envolvendo itens que têm o potencial de tornar-se uma fonte de ignição também pode provocar um incêndio. Muitas vezes um aviso de recall é o resultado de incêndios reportados, onde um item específico foi identificado como a fonte de ignição.

#### **8.4.3 Outras considerações.**

Falta de conhecimento de um indivíduo, descuido, negligência intencional ou negligência são muitas vezes situações confusas para o investigador. A revisão dos registros de entrevistas realizadas com pessoas ocupando locais ou espaços onde ocorreu um incêndio pode fornecer as informações necessárias para

compreender mais claramente o nível de um indivíduo de envolvimento em relação ao início de um incêndio.

#### **8.4.4 Violações dos códigos de segurança e padrões de segurança contra incêndio.**

Não aderir aos códigos de segurança contra incêndio estabelecidos para proteção contra incêndio, normas da indústria, ou as boas práticas podem resultar em incêndios.

### **8.5 Crianças e Incêndios.**

Brincar com fogo é uma atividade que um grande número de crianças participam por muitas razões. A razão mais comum para crianças que brincam com o fogo é a curiosidade. Para uma criança, o fogo é intrigante, muito poderoso, e muitas vezes acessível. Iniciar um incêndio pode ser um meio de uma criança para expressar frustração ou raiva, em busca de vingança, ou para chamar a atenção para si ou para circunstâncias difíceis.

A pesquisa mostrou que o local onde o fogo iniciou e sua motivação varia, muitas vezes de acordo com a idade da criança.

**8.5.1** Crianças com idades entre 2 a 6 anos frequentemente são responsáveis por incêndios em suas casas ou nas imediações. Às vezes, os incêndios estão em áreas que estão escondidas e longe da vista de seu tutor. Geralmente fazem por curiosidade.

**8.5.2** Jovens com idades entre 7 a 13 anos são muitas vezes responsáveis por incêndios que começam em suas casas ou em ambientes próximos. Eles também podem iniciar incêndios em seu ambiente educacional. Estes eventos normalmente estão associados com algum ambiente familiar difícil ou com traumas físicos ou emocionais.

**8.5.3** Os adolescentes entre 14 a 16 anos são muitas vezes responsáveis por incêndios que ocorrem em diferentes lugares. Eles têm como alvo escolas, igrejas, edifícios vazios, campos e terrenos baldios. Estes casos são frequentemente associados com uma história de delinquência, ambiente educacional destruído, ambiente social ruim, pressão dos pares, e má realização acadêmica. Eles às vezes trabalham em pares ou pequenos grupos, com um indivíduo dominante e outros

seguidores. Estes incêndios são muitas vezes criados para expressar seu stress, ansiedade e raiva, ou como um sintoma de um outro problema.

### **8.6 Incêndios provocados.**

Os fatores humanos envolvidos na definição de incêndios estão intimamente relacionados com motivos examinados na Seção 19.4. Consulte esta seção para obter informações adicionais.

### **8.7 Fatores Humanos relacionados à propagação do fogo.**

A propagação do fogo pode ser afetada significativamente por ações ou omissões das pessoas presentes antes ou durante o incêndio. Estas ações podem acelerar ou retardar a propagação do fogo. O investigador pode ter de avaliar essas ações para determinar os efeitos que essas ações tiveram sobre o fogo. Algumas dessas ações incluem abertura e fechamento de portas ou janelas, combate a incêndios, operação de sistemas de proteção contra incêndios e de salvamento. Algumas dessas ações são abordadas em 15.5.3 e 15.6.1.

Condições prévias ao incêndio, tais como limpeza, alarmes e compartimentação, podem ser documentadas após o fogo em áreas não queimadas do edifício, antes da inspeção de bombeiros, assim como por meio de entrevistas pós-fogo. O investigador não deve presumir as condições do edifício antes do incêndio.

### **8.8 Reconhecimento e Resposta a Incêndios.**

Em caso de incêndio, a capacidade de sobrevivência de um indivíduo é baseada na capacidade de ele reconhecer e responder de forma segura para o perigo de várias maneiras. O indivíduo deve perceber o perigo, tomar uma decisão sobre alguma ação a ser tomada, e realizar essa ação. Estes três conceitos básicos serão abordados nesta seção.

#### **8.8.1 Percepção do perigo (sinais para os sentidos).**

As pessoas se dão conta da presença do incêndio por qualquer um ou uma combinação de vários estímulos sensoriais.

(a) Visão. Visão direta de chamas, fumaça, alarmes visuais ou tremulação.

(b) Audição. Crepitação, barulho de janelas, alarmes sonoros, cães latindo, crianças chorando, vozes ou gritos.

(c) Tato. Aumento da temperatura ou falha estrutural.

(d) Olfato: odor da fumaça.

A percepção sensorial será afetada por fatores como se a pessoa está nua, dormindo ou incapacitada. Esta incapacidade pode ser física, mental ou devida a agentes químicos (por exemplo drogas, álcool, monóxido de carbono).

#### **8.8.2 Decisão de atuar (resposta).**

Uma vez percebido o perigo, se toma uma decisão sobre o que fazer. Esta decisão se baseia na gravidade do perigo percebido. O grau de incapacidade da pessoa afeta o processo de decisão.

#### **8.8.3 Ação tomada.**

A ação tomada por um indivíduo pode ser de múltiplas formas. Estas incluem o seguinte:

(1) Ignorar o problema.

(2) Investigar.

(3) Extinguir o incêndio.

(4) Dar o alarme.

(5) Resgatar ou ajudar os outros.

(6) Voltar a entrar novamente após sair são e salvo.

(7) Fugir (escapar).

(8) Permanecer no local

#### **8.8.4 Fatores de fuga.**

O sucesso ou fracasso de uma tentativa de escapar de um incêndio depende de uma série de fatores, incluindo o seguinte:

(1) Identificação de rotas de fuga.

(2) Distância das vias de evacuação.

(3) Condições de incêndio, tais como a presença de fumaça, calor ou chamas.

- (4) Existência de corredores sem saída.
- (5) Caminho bloqueado por obstáculos ou pessoas.
- (6) Incapacidades físicas ou dos ocupantes.

**8.8.5 Informações obtida dos sobreviventes.** A informação obtida do incêndio com entrevistas com as testemunhas (por exemplo, sobreviventes, vítimas, ocupantes, visitantes, equipes de intervenção) pode ser útil na determinação de diversos fatores, nos quais se incluem:

- (1) Situação antes do incêndio.
- (2) Desenvolvimento do fogo e da fumaça.
- (3) Conjuntos combustíveis, sua localização e sua orientação.
- (4) Atividades das vítimas antes, durante e depois de descobrirem o incêndio.
- (5) Ações tomadas pelos sobreviventes e razões para tais decisões.
- (6) Decisões tomadas pelos sobreviventes e razões para tais decisões.
- (7) Eventos críticos do incêndio tais como combustão súbita generalizada, falha estrutural, quebra de vidros, alarmes sonoros, primeira visualização da fumaça, primeira visualização de chamas, chegada do corpo de bombeiros, e contatos com outros no edifício.

## CAPITULO 9      CONSIDERAÇÕES LEGAIS

**9.1\* Introdução.** As considerações legais têm que se relacionar com cada fase da investigação de um incêndio. Qualquer que seja a natureza do investigador (pública ou privada), é importante que esteja bem informado de todas as restrições legais, requisitos, obrigações, regras e deveres. Se ele não o fizer, ele pode prejudicar a credibilidade da investigação e ser submetido a responsabilidade civil ou criminal.

Neste capítulo tratamos de advertir aos investigadores sobre os aspectos que normalmente precisarão de conselhos, conhecimentos ou informações legais. As considerações legais, contidas neste capítulo ou neste guia pertencem a lei dos Estados Unidos. Este capítulo não tenta estabelecer as leis que se aplicam em cada jurisdição, pois esta tarefa vai além do alcance deste guia. No caso em que se citem normas ou casos legais, será feito apenas a título de exemplo. Também se recorda ao usuário deste guia que “a lei” é algo em constante mudança. Comparados com os seres vivos, tanto as leis como os casos judiciais estão submetidos constantemente à criação (por novos requisitos ou decisões), mudança (por modificações ou emendas) e morte (por rechaço, anulação ou falta de aplicação). Recomenda-se, portanto, que o investigador busque conselhos legais para compreender melhor e cumprir os requisitos legais das distintas jurisdições. O acatamento dos requisitos e considerações legais vai ajudar a garantir a confiabilidade e a admissibilidade das afirmações, dados e opiniões do investigador.

### 9.2 Considerações legais preliminares

**9.2.1 Autoridade que dirige a investigação.** O investigador deve garantir-se do fundamento e medida em que pode exercer sua autoridade para dirigir a investigação. Normalmente, a autoridade é pública ou governamental (polícia, bombeiros, oficina do fiscal); contratual (p.ex., uma companhia de seguros) ou privada em qualquer outro aspecto (p.ex., uma investigação prévia para apresentação de uma demanda). A identificação adequada do fundamento de uma autoridade ajudará o investigador a cumprir as normas e limitações legais em vigor.

O alcance da autoridade concedida aos investigadores por parte dos órgãos públicos ou governamentais se especifica normalmente nas leis de cada jurisdição, complementadas pelas correspondentes leis locais e por normas dos órgãos e

departamentos correspondentes. Muitos estados e órgãos locais (das cidades, municípios e pessoas) estabelecem requisitos sobre licença ou certificação dos investigadores. Se não se cumprem estes requisitos, os resultados da investigação podem ser nulos em face da apresentação de possíveis ações judiciais e até mesmo o investigador pode sofrer sanções.

**9.2.2 Direito de entrada.** O fato de que um investigador tem autoridade para realizar uma investigação não quer dizer necessariamente que tem direito de entrar no edifício que tenha sofrido um incêndio. Os direitos de entrada se estabelecem frequentemente nas normas, leis e regulamentos. A entrada ilegal em um edifício pode resultar em encargos contra o investigador (entrada em local proibido, invasão de domicílio ou obstrução, impedimento ou obstrução de uma investigação criminal).

Uma vez estabelecido o direito legal de entrada em um edifício, o investigador deve notificar a qualquer funcionário ou autoridade que vai entrar e que está encarregado. Um direito de entrada que, por outro lado, seria legal, não autoriza a entrada para investigar no local dos fatos. Necessita-se de uma autorização posterior por parte do órgão ou funcionário que está encarregado. Uma vez dentro do edifício, deverá prestar a máxima atenção para não alterar o lugar dos fatos e proteger as provas.

Frequentemente, as normas estabelecidas para proteger a segurança pública exigem que um edifício em que se tenha declarado um incêndio seja demolido o mais cedo possível, para evitar danos ao público. Este ato pode impedir a um investigador que aproveite a única oportunidade para examinar o local dos fatos. Quando é importante fazê-lo, o investigador pode conseguir de um juiz um mandado que proíba a demolição até uma data posterior e especificada, normalmente mediante injunção, para que os investigadores possam estudar o local dos fatos. Este procedimento, não obstante, pode custar caro, pois o juiz pode exigir uma parte que solicite o adiamento que delimita os arredores do edifício, estabeleça guardas e o proteja durante o período de adiamento. Um conselheiro legal deveria informar das necessidades a esse respeito e apontar soluções a estas necessidades.

Deve-se lembrar de que o juiz ou alguma das partes podem exigir aos investigadores e a outras pessoas que apresentem suas provas. Tem que ter muito cuidado. O investigador não pode destruir, tirar nem mudar nenhuma prova até que

esteja claro e legalmente autorizado para fazê-lo. A respeito da investigação de incêndios importantes e catastróficos, os tribunais estão emitindo cada vez mais ordens que tratam de conservar o lugar dos fatos, mantendo, portanto, o direito de todas as partes e órgãos interessados a conhecer e examinar todas as provas disponíveis.

No caso de que se autorize ou se necessite a destruição, a eliminação ou a mudança de provas, o investigador somente deve participar de tais atos uma vez examinado a fundo o lugar, ter escrito um informe e verificado se esta é exata e completa. Deve-se ter cuidado para evitar a espoliação.

**9.2.3 Método de entrada.** Enquanto que o “direito de entrada” se refere a autoridade legal para entrar em um edifício ou lugar onde se tenha declarado um incêndio, nesta seção trataremos somente de como se obtém dita autoridade. Há quatro grandes métodos gerais para conseguir entrar em um lugar: por consentimento, por exigência das circunstâncias, por autorização administrativa e por autorização judicial.

**9.2.3.1 Consentimento.** A pessoa autorizada legalmente a guardar o lugar pode conceder permissão ou consentimento ao investigador para que entre e permaneça lá. Este é um ato voluntário por parte de uma pessoa responsável e pode ser anulado a qualquer momento por tal pessoa. Quando se concede a autorização, o investigador deve procurar que seja por escrito. Um método eficaz é solicitar ao responsável que assine uma autorização.

**9.2.3.2 Quando as circunstâncias o exigem.** Geralmente se reconhece que o corpo de bombeiros tem autoridade legal para entrar em um edifício com o fim de controlar e extinguir um incêndio. Portanto, se deduz que o corpo de bombeiros é obrigado a determinar a origem e causa do incêndio, em interesse do bem público e do bem estar geral.

O período no qual pode continuar a investigação ou no qual deveria estar terminada tem sido objeto de uma decisão do Tribunal Supremo dos Estados Unidos (*Michigan v. Tyier*, 436 U.S. 499), em que o tribunal estabeleceu que a investigação pode continuar durante um “período razoável de tempo”, que pode depender de muitas variáveis. Se o investigador tem dúvida do que se deve considerar um “tempo

razoável”, poderá utilizar um dos outros meios para procurar e manter o direito de entrada.

**9.2.3.3 Ordem administrativa de investigação.** O objetivo de uma ordem administrativa de investigação é, no geral, permitir que os responsáveis legais ou regulamentares de investigar a origem e causas do incêndio possam cumprir com sua obrigação de acordo com a lei.

Pode-se obter uma ordem administrativa de investigação de um tribunal competente depois de demonstrar que foi negado ou não foi autorizada a permissão. Não se emite pelo método tradicional de demonstrar a “causa provável”, como no caso da autorização judicial, embora ainda seja necessário demonstrar que a investigação é razoável. Deve-se justificar essa investigação demonstrando um interesse razoável do governo. Se o interesse público justifica a entrada, se entende demonstrada uma causa provável válida e razoável.

O objetivo da ordem administrativa se limita a investigação de origem e causa do incêndio. Se durante a investigação autorizada por uma ordem administrativa se descobrem provas de um delito, deve-se interromper a investigação e solicitar uma ordem judicial (*Michigan v. Clifford*, 464 U.S. 287).

**9.2.3.4 Ordem judicial de investigação.** O objetivo de uma ordem judicial de investigação é permitir a entrada de funcionários ou agentes do governo para investigar e reconhecer provas de um delito. A ordem judicial de investigação se obtém pelo método tradicional de demonstrar a causa provável, que exige ao investigador demonstrar que há uma causa provável de que se tenha cometido o delito.

No pedido do investigador de uma ordem de investigação judicial deve-se fazer constar, normalmente:

- (1) Objeto e finalidade da investigação
- (2) Lugar
- (3) Parte contra a quem se dirige a investigação
- (4) Momento em que vai se iniciar e terminar a investigação
- (5) Provas que se esperam coletar

**9.3 Provas.** A admissão de uma prova em um julgamento está regulada pelas normas de prova. O objetivo destas normas é assegurar que a prova apresentada é confiável. O objetivo de toda investigação de um incêndio é produzir documentos, provas, declarações, informações, dados e conclusões confiáveis.

Não é necessário que todo investigador de um incêndio seja perito em provas. Se cumprir com as normas e procedimentos recomendados neste guia, os resultados de sua investigação deveriam ser admitidos como provas.

**9.3.1 Normas federais (EUA) sobre provas.** Os requisitos, normas e regras sobre as provas variam muito de uma jurisdição para a outra. Por esta razão, se devem consultar as normas em vigor em cada estado, território, província ou nação. Ao longo deste guia foram levadas em conta as *United States Federal Rules of Evidence* (Normas Federais dos Estados Unidos sobre provas) como orientação para promover seus critérios gerais de importância e identificação.

As Normas Federais entraram em vigor em 1 de julho de 1975 e são aplicáveis a todos os casos civis e penais em todos os tribunais de apelação, tribunais de distrito, tribunais de reclamação e ante os magistrados dos Estados Unidos. Em geral, se reconhece que estas normas federais codificaram basicamente as normas sobre provas e muitos estados as tem adotado total ou parcialmente.

**9.3.2 Tipos de Provas.** Existem basicamente três tipos de provas, todas as quais se relacionam em certa medida com a investigação dos incêndios. São as provas demonstrativas, provas documentais e provas de testemunhas, que se descrevem detalhadamente em 9.3.2.1, 9.3.2.2 e 9.3.2.3.

**9.3.2.1 Provas demonstrativas.** Este é um tipo de prova que consiste em itens tangíveis como distinguídos da afirmação de testemunhas sobre os itens. É uma prova de que se pode derivar uma impressão em primeira mão relevante por ver, tocar, cheirar, ou ouvir as provas. Provas demonstrativas devem ser autenticadas. Provas são autenticadas em uma das duas maneiras: através de identificação da testemunha (ou seja, de reconhecimento de testemunha), ou através da criação de uma cadeia de custódia (uma cadeia ininterrupta de posse da tomada do item do local do incêndio para a exposição do item).

**9.3.2.1.1 Fotografias/Formulários ilustrativos de provas.** Entre os tipos mais utilizados de provas ilustrativas demonstrativas são mapas, esboços,

diagramas e modelos. Eles são geralmente admissíveis com base no testemunho de que são representações substancialmente precisas do que a testemunha é forçada a descrever. As fotografias e filmes são vistos como representações gráficas de testemunho oral e tornam-se admissíveis quando uma testemunha declarou que elas são representações corretas e precisas de fatos relevantes observados por ela. A testemunha muitas vezes não precisa ser o fotógrafo, mas ele ou ela deve saber sobre os fatos que estão sendo representados, ou a cena ou objetos que estão sendo fotografados. Uma vez que este conhecimento é demonstrado pela testemunha, ele ou ela pode dizer se uma fotografia retrata corretamente e com precisão esses fatos.

**9.3.2.1.2 Amostras.** A cadeia de custódia é especialmente importante sobre amostras. Para garantir a admissibilidade de uma amostra, uma cadeia de posse inquebrável deve ser estabelecida.

**9.3.2.2 Provas documentais.** A prova documental é qualquer evidência na forma escrita. Pode incluir registros de negócios, tais como recibos de vendas, listas de inventário, faturas e registros bancários, incluindo cheques e talões de depósito; apólices de seguro; itens pessoais tais como agendas, calendários, registros telefônicos; registros do corpo de bombeiros, como o relatório do investigador de incêndios, as notas do investigador, o relatório do incêndio, depoimento escrito reduzido; ou qualquer relatório de agência de aplicação da lei, incluindo relatórios de investigação, relatórios operacionais da polícia, registros expedidores do corpo de bombeiros ou da polícia; divisão de registros de veículos a motor; transcrições escritas de áudio ou vídeo-gravações. Qualquer informação na forma escrita relacionada com o incêndio ou explosão é considerada prova documental. A prova documental é geralmente admissível se os documentos são mantidos no curso normal dos negócios.

Todas as declarações de testemunhas devem ser devidamente assinadas pelo testemunho, datado, e testemunhado por uma terceira parte, quando possível. É importante obter o nome completo, endereço e número de telefone da testemunha. Qualquer informação adicional à identificação (por exemplo, data de nascimento, número de segurança social, número de licença e de automóveis) pode ser útil no caso em que as dificuldades são mais tarde encontradas na localização

da testemunha. Demonstrações realmente escritas pelo testemunho podem ser necessárias em certas jurisdições.

**9.3.2.3 Prova testemunhal.** A prova testemunhal é aquela dada por uma testemunha viva competente falando sob juramento ou declaração. Os investigadores são frequentemente chamados a dar prova testemunhal sobre a natureza, o alcance, a conduta e os resultados da sua investigação. Cabe a todas as testemunhas a responder completamente e honestamente a todas as perguntas.

**9.3.3 Entrevistas e declarações das testemunhas após o incêndio.** As entrevistas das testemunhas e a realização de declarações após um incêndio são um aspecto importante do processo de investigação do mesmo. Na seção 11.3 se encontram os procedimentos e técnicas específicos para realizar as investigações.

**9.3.4 Considerações constitucionais.** Nos Estados Unidos e seus territórios, os investigadores devem levar em conta as salvaguardas que concedem a Constituição a todas as testemunhas, já sejam interrogadas por um representante, funcionário ou agente de qualquer orgão governamental. Isto afeta também os membros dos serviços de bombeiros e em geral a maioria dos investigadores que atuam por conta de um órgão público.

Nos Estados Unidos e seus territórios, as testemunhas interrogadas gozam de garantias constitucionais da quinta e sexta emendas. Estas garantias incluem o direito da presença de um advogado durante o interrogatório. As perguntas relativas a identificação pessoal não estão cobertas pela proteção constitucional.

A vista dos distintos cargos judiciais que se pode ter como resultado de um incêndio, cada investigador deverá assegurar se pode solicitar que apresente garantia segundo a “Regra de Miranda” e se assim, quando e como deve fazê-lo.

A “Regra de Miranda” exige que, antes de um interrogatório de uma pessoa sob custódia, esta seja avisada de que:

- (1) Tem direito a permanecer calada.
- (2) Qualquer afirmação que tenha pode ser utilizada como prova contra ela.
- (3) Tem direito a presença de um advogado, e
- (4) Se não pode pagar um advogado, lhe será nomeado um de ofício antes do interrogatório, se ele deseja.

A não ser que se demonstre no julgamento, que se tenha feito estas advertências ou que o detido tenha renunciado a seus direitos, nenhuma prova obtida no interrogatório poderá ser utilizada contra o acusado (antes contra a testemunha) (Miranda v. Arizona, 384 U.S. 436).

As testemunhas interrogadas “sob custódia” devem ser avisadas de seus direitos constitucionais. Embora as entrevistas realizadas sobre o local de um incêndio não se consideram no geral “sob custódia”, em determinadas circunstâncias podem sê-lo. Colocar uma testemunha sob custódia depende de muitas variáveis: lugar onde se realiza a entrevista, duração dela, quem está presente e quem participa e a percepção da testemunha se vai ser detida. Se há alguma dúvida ao investigador a cerca se a testemunha está sendo interrogada sob custódia, se deve avisar a ela de seus direitos constitucionais. Recomenda-se que, quando se tem isso, tal como exige a “Regra de Miranda”, tem-se por escrito que deve alertar a testemunha.

**9.3.5 Prova de encarregado.** As provas de encarregado são diferentes entre casos civis e criminais.

Em um caso criminal, devido às liberdades civis do defendido estarem comprometidas, o fiscal deve provar a culpa do defendido além de qualquer dúvida.

Normalmente os casos civis estão relacionados com discussões sobre dinheiro. Na maioria dos casos civis, o solicitante deve provar sua reclamação com a preponderância da prova, que significa “é o mais provável”.

#### **9.3.6 Espoliação de prova.**

**9.3.6.1** Espoliação de prova refere-se à perda, destruição ou alteração material de um objeto ou documento que é uma prova ou evidência potencial em um processo judicial por aquele que tem a responsabilidade pela sua preservação. A espoliação das provas pode ocorrer quando o movimento, mudança, ou destruição de provas, ou a alteração da cena prejudica seriamente a oportunidade de outras partes interessadas para obter o mesmo valor probatório das provas, assim como qualquer investigador anterior.

**9.3.6.2** A responsabilidade do pesquisador (ou qualquer um que segura ou examina evidências) é a preservação de provas, e no âmbito de que a responsabilidade varia de acordo com fatores como a competência do investigador,

se ele ou ela é um investigador funcionário público ou do setor privado, se a conduta foi criminosa, e as leis e regulamentos aplicáveis.

**9.3.6.3** Os esforços para fotografar, documentar ou preservar provas devem ser aplicados não só para provas relevantes para as opiniões de um investigador, mas também para provas de hipóteses alternativas razoáveis que foram consideradas e descartadas.

**9.3.6.4** Tribunais criminais e civis aplicam vários recursos quando há espoliação de provas. Recursos empregados pelos tribunais podem incluir sanções descobertas, sanções pecuniárias, a aplicação de inferências probatórias, limitações sob as regras da prova, exclusão de prova pericial, indeferimento do pedido ou da defesa, ações de responsabilidade civil independentes para a destruição intencional ou negligente de provas, e mesmo sob acusação, estatutos criminais relacionados com a obstrução da justiça. Investigadores devem conduzir suas investigações, de modo a minimizar a perda ou destruição de provas e, assim, minimizar as acusações de espoliação.

**9.3.6.5** Se o investigador determina que a alteração significativa do local do incêndio será necessária para completar a investigação de incêndio, devem ser tomados cuidados especiais para fotografar e documentar a cena e preservar provas relevantes. Desmontagem destrutiva de qualquer suspeita ou potenciais fontes de ignição devem ser evitados e sempre que possível permitir exame forense mais tarde. Investigadores do setor público podem ter responsabilidades de notificação diferentes dos pesquisadores do setor privado. A responsabilidade pela notificação varia de acordo com as jurisdições, abrangência, os procedimentos e as circunstâncias do fogo. Os interessados devem deixar os funcionários públicos conscientes de seu interesse.

**9.3.6.6** A investigação do incêndio geralmente requer o movimento de provas ou de alteração da cena. Em si, tal movimento de provas ou de alteração da cena não deve ser considerado espoliação de provas. Evidência física pode precisar ser movida antes da descoberta da causa do fogo. Além disso, se reconhece que às vezes é necessário para remover o agente causador potencial da cena e até mesmo para realizar alguma desmontagem, a fim de determinar se o objeto, de fato, fez com

que o fogo e as outras partes pudessem ter contribuído para essa causa. Por exemplo, o fabricante de um aparelho não pode ser reconhecido até depois do equipamento ter sido examinado para identificação. Tais atividades não devem ser consideradas espoliação.

Uma outra consideração é a proteção da prova. Pode haver casos em que é necessário remover uma evidência relevante a partir de uma cena, de modo a garantir que seja protegido de danos maiores ou roubo. Medidas tomadas para proteger a evidência também não devem ser consideradas espoliação.

**9.3.6.7** Uma vez que se tenha retirado as provas do local, elas devem ser conservadas e não alteradas até que se tenha informado a outros que possuam um interesse no assunto. Qualquer exame ou prova destrutiva que necessite realizar sobre a evidência, deve ser realizado após que se tenha informado provisoriamente todas as partes conhecidas, e se elas tenham dado oportunidade de participar ou observar as provas.

No ASTM E 860, Prática Padrão para Exames e Ensaios de Itens que Estão ou Podem Estar Envolvidos no Processo de Responsabilidade de Produtos (Standard Practice for Examining and Testing Items That Are or May Become Involved in Products Liability Litigation), e na ASTM E 1188, Prática Padrão para a Coleta e Preservação de Informações e Ítems Físicos pelo Investigador Técnico (Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator) tem guias relacionadas com as notificações. Na seção 14.11 deste guia pode-se encontrar um guia sobre a examinação das provas. Na ASTM E1459, Guia Padrão para Registro de Provas Físicas e Documentação Relacionada (Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation), há um guia sobre registro de provas.

**9.4 Aspectos Penais.** Embora existam alguns crimes relacionados com incêndios que parecem existir em todas as jurisdições (por exemplo, incêndios provocados), o escopo completo de possíveis acusações criminais é tão variada quanto às jurisdições, seus recursos, histórias, interesses e preocupações.

**9.4.1 Incêndios provocados.** O incêndio provocado é o crime mais recorrente relacionado com o fogo. O *Black's Law Dictionary*, 6<sup>a</sup> edição, 1990, define assim o incêndio provocado:

Incêndio provocado. No direito comum, o incêndio intencional da casa de outro. Não obstante esta definição tem sido ampliada pelas leis e códigos dos estados. Por exemplo, o *Model Penal Code* (Código Penal), seção 220.1(1), diz que uma pessoa é culpável do incêndio provocado, crime em segundo grau, se provoca um incêndio ou causa uma explosão com o objetivo de: (a) Destruir um edifício ou uma estrutura ocupada por outro; ou (b) Destruir ou danificar qualquer bem material, seja o seu próprio ou o de outro, para cobrar o seguro de sua perda.

Em alguns estados este crime se divide em incêndio provocado em primeiro, segundo e terceiro grau; o primeiro grau inclui o incêndio pela noite de um edifício de habitação; em segundo grau, o incêndio noturno de um edifício que não seja de habitação, mas situado de tal modo que ponha em risco as outras moradias; em terceiro grau, o incêndio de qualquer edifício ou estrutura que não tenha sido alvo de incêndio de primeiro ou segundo grau ou de um bem material, com intenção de fraudar ou prejudicar o mesmo.

**9.4.1.1 Normas sobre incêndios provocados.** Deve-se investigar com cuidados as leis de cada jurisdição relativas aos requisitos, carga de prova e penas pelo crime de incêndio provocado. O incêndio provocado, em geral, ou em primeiro e segundo graus (se assim classificados), consideram-se crimes culposos. Tais crimes exigem demonstrar que a pessoa danificou intencionalmente o bem material, provocando ou atiçando o fogo ou causando uma explosão. O incêndio provocado em terceiro grau (se assim classificado) geralmente requer somente conduta temerária que produza danos em um bem material e se considera a menos uma falta.

**9.4.1.2 Fatores que devem ser levados em conta.** Os seguintes fatores são relevantes para a maioria das investigações quando existe a possibilidade de que o ato criminoso de incêndio criminoso foi cometido:

- (1) Foi a ignição, a começar, ou a manutenção de um incêndio ou causando uma explosão intencional?
- (2) Foi outra pessoa presente na propriedade?
- (3) Quem era dono da propriedade?
- (4) Se a propriedade envolvida era um edifício, que tipo de edifício e que tipo de ocupação foi envolvido no fogo?

(5) Será que o ato criminoso de forma imprudente, embora consciente do risco presente?

(6) Houve presença real de chama?

(7) Foi dano real à propriedade ou lesão corporal de uma pessoa causada pelo incêndio ou explosão?

**9.4.2 Outros atos criminosos relacionados com os incêndios.** As bases do processo criminal relacionadas com incêndios variam muito de acordo com a jurisdição. É impossível listar todos os crimes possíveis. A seguinte lista não exclusiva de atos de amostras que podem resultar em processo criminal o investigador alertará às possibilidades em qualquer jurisdição, dados: a fraude de seguros; deixar fogos autônomos; permitir fogueiras queimarem sem controle; permitir incêndios fugirem do controle; queima sem devidas autorizações; queima imprudente; queima negligente; descuido; conduta criminosa; ameaçar um incêndio ou explosão; falha em relatar um incêndio; falha em relatar condições fumegantes; adulteração de máquinas, equipamentos, ou sinais de alerta utilizados para detecção de incêndio, prevenção ou supressão; falha para auxiliar na supressão ou o controle de um incêndio; venda ou instalação de dispositivos de supressão de incêndio ou de detecção de ilegais ou inoperantes; e uso de determinados equipamentos ou máquinas sem os dispositivos de segurança adequados, sem a presença de extintores de incêndio, ou sem outras precauções para evitar incêndios.

Em quase todo o mundo se pode impor sanções por não obedecer às ordens dos chefes de bombeiros, guardas contra incêndios e outros funcionários e agentes de entidades públicas cuja finalidade é promover, levar a cabo ou se assegurar de qualquer outro modo de prevenção, proteção, extinção ou segurança contra incêndios.

As principais indústrias ou recursos de uma jurisdição promovem pelo menos a promulgação de normas penais especiais e detalhadas. Por exemplo, Existem normas penais que fazem referência específica aos incêndios em minas de carvão, bosques, pedreiras, parques ou durante situações de seca ou de emergência. Também normas especiais relativas ao tipo de ocupação ou uso de um dado edifício (p. Ex. Instituições penitenciárias ou relacionadas, hospitalares, casas de acolhida,

creches, escolas, etc.). No caso todas as jurisdições estão também regulando o uso e transporte de materiais explosivos ou perigosos.

**9.5 Normas sobre informes de incêndios provocados.** Em muitos locais existem normas que exigem que a informação sobre os incêndios que podem ter sido o resultado de um ato criminoso seja comunicada aos funcionários públicos relacionados à proteção contra incêndios.

Chamadas normalmente “leis de imunidade contra incêndios provocados”, estas normas sobre informes deste tipo de incêndio exigem, no geral, que as companhias de seguros, a petição por escrito de qualquer funcionário ou ente público designado publiquem determinadas informações e documentos relativos às perdas ou possíveis perdas devidas a incêndios de origem suspeita. Essa informação é confidencial até que sua utilização se considere necessária em qualquer causa civil ou penal. A companhia de seguros está isenta de responsabilidade civil e penal devido à publicação desta informação de acordo com as normas.

Cada vez é maior o número de jurisdições que se atentam as normas de informações sobre incêndios provocados, e certamente seguirá aumentando. Segundo cada jurisdição, estas normas variam muito tanto a respeito dos requisitos como as sanções. Em todas elas se impõem sanções por descumprimento.

Para evitar demandas penais, as companhias de seguros e os investigadores que agem por conta própria devem estar conscientes das leis existentes sobre informes de incêndios provocados. No certo, devem saber das seguintes variações que existem atualmente:

Além da obrigação das companhias de seguros, em algumas jurisdições devem informar dos possíveis incêndios provocados através de seus empregados, agentes, investigadores, assegurados e advogados.

Além da resposta a petições específicas por escrito de informação e documentação, algumas jurisdições estabelecem que as companhias de seguros podem informar as autoridades competentes se suponham que um incêndio é de “origem suspeita”. Outras jurisdições estabelecem que as companhias de seguros devem informar as autoridades competentes se suponham que um incêndio é de “origem suspeita”.

NOTA: O termo “origem suspeita”, como se utiliza nesta seção, se refere ao linguajar que utilizam algumas normas sobre informes de incêndios provocados. Mas neste guia não se reconhece a mera suspeita como um nível exato ou aceitável da causa ou origem de um incêndio. Este guia desconsidera o uso de tais termos.

Além de exigir a redação e apresentação de determinados documentos especificamente enumerados, algumas jurisdições exigem a apresentação de todos os documentos.

Enquanto a maioria das jurisdições assegura a absoluta confidencialidade da informação e documentação apresentadas, reservando seu uso para os processos civis ou penais, outras permitem que essa informação seja levada a outros órgãos e funcionários públicos interessados.

Em muitas jurisdições, se perde a imunidade contra responsabilidade civil ou penal se essa informação é publicada de má fé.

**9.6 Processos civis.** Muitos incêndios dão lugar a processos civis. Estes processos tipicamente se referem a reclamações de danos e prejuízos por morte, feridas, danos materiais e perdas econômicas produzidas por um incêndio ou explosão. A maioria das demandas civis se admitem sob a alegação de negligência. Um número importante de demandas civis se admite sob o princípio legal de responsabilidade civil do produto ou alegadas violações das leis e normas em vigor.

**9.6.1 Negligência.** Negligência geralmente se aplica a situações em que uma pessoa não se comportou da maneira de uma pessoa razoavelmente prudente nas circunstâncias idênticas ou semelhantes. Responsabilidade por negligência exige mais do que a conduta. Os elementos que tradicionalmente devem ser estabelecidos para impor a responsabilidade jurídica para negligência pode ser indicado brevemente como segue.

(a) Dever: um direito de exigir que uma pessoa deva estar de acordo com um determinado padrão de conduta, para proteção de terceiros contra riscos excessivos.

(b) Falha: o fato da pessoa estar em conformidade com o padrão exigido.

(c) Causa: a conexão causal razoavelmente estreita entre o comportamento da pessoa e do prejuízo daí resultante para outro (geralmente referido como "causa legal" ou "causa próxima").

(d) Perda: a perda ou prejuízo real, resultante para os interesses de outro.

Um exemplo hipotético da aplicação dos elementos de negligência é como se segue: o operador de uma casa de repouso tem o dever de instalar detectores de fumaça operáveis dentro da casa de repouso para a proteção dos seus moradores. Um operador prudente teria instalado os detectores de fumaça. O operador da casa de repouso não instalou detectores de fumaça operáveis. Um incêndio começou em um dispositivo de armazenamento no quarto. Como não havia detectores de fumaça, os funcionários e ocupantes da casa de repouso não foram alertados para o perigo do fogo a tempo de permitir que os ocupantes alcançassem a segurança, e um ocupante que poderia ter sido de outra maneira salvo morreu em decorrência do incêndio. A morte do ocupante foi causada pela falha em instalar detectores de fumaça operáveis. A morte constitui perda ou prejuízo real a família do falecido. Uma vez que todos os quatro elementos são estabelecidos, a responsabilidade por negligência pode ser imposta.

**9.6.2 Códigos, regulamentos e normas.** Vários códigos, regulamentos e normas têm evoluído ao longo dos anos para proteger vidas e propriedades do fogo. As violações dos códigos, regulamentos, regras, ordens ou normas podem estabelecer uma base de responsabilidade civil em casos de incêndio ou explosão. Além disso, muitos países têm estabelecido leis cujo descumprimento revela violações ou negligências. Pelo estatuto, a violação das disposições dos códigos criminais ou penais facilita o direito do lesado de duplicar ou triplicar sua recompensa.

**9.6.3 Responsabilidade civil do produto.** Responsabilidade do produto refere-se a responsabilidade legal dos fabricantes e vendedores para compensar os compradores, usuários e até mesmo transeuntes por danos ou ferimentos sofridos por causa de defeitos de bens adquiridos. Este crime torna os fabricantes responsáveis se o seu produto tem uma condição defeituosa que torna

excessivamente perigoso (inseguro) ao usuário ou consumidor. Embora a responsabilidade final por lesão ou dano mais frequentemente recaia sobre o fabricante, a responsabilidade também pode ser aplicada a uma loja, de vez em quando em um atacadista ou intermediário, em um depositante ou locador, e raramente em uma festa, totalmente fora do processo de fabricação e distribuição, como uma certificadora. Esta responsabilidade final pode ser imposta por uma ação pelo autor diretamente contra o fabricante, ou por meio de pedidos de indenização ou contribuição contra outras pessoas que possam ser responsabilizados pelo prejuízo causados pelo produto defeituoso. (ver *Black's Law Dictionary*, 6<sup>a</sup> edição pág. 1209).

**9.6.4 Responsabilidade estrita.** Tribunais aplicam o conceito da responsabilidade objetiva nos casos de responsabilidade civil em que um vendedor é responsável por todos e qualquer um dos produtos defeituosos ou perigosos que ameaçam o consumidor da segurança. Este conceito aplica-se a todos os membros envolvidos na fabricação e venda de qualquer aspecto do produto.

O conceito da responsabilidade objetiva por ato ilícito baseia-se na premissa de que quando um fabricante apresenta um produto bom para o público ou para a venda, o fabricante declara que o produto ou mercadoria é adequado para o uso pretendido.

A fim de recuperar a responsabilidade objetiva, é essencial provar que o produto era defeituoso , quando colocado no fluxo de comércio e, portanto, era exageradamente perigoso.

Os seguintes tipos de defeitos foram reconhecidos: defeitos de projeto; defeitos de fabricação; falha para avisar ou inadequação de advertência; e não cumprimento dos códigos, regras ou regulamentos aplicáveis. Os três defeitos mais comuns são descritos de (A) a (C).

(A) Projeto de defeitos. O projeto básico do produto contém uma falha ou defeito que tornou o produto excessivamente perigoso.

(B) Defeito de fabricação. O design do produto pode ter sido adequado, mas uma falha ou erro na fabricação ou montagem do produto o tornou inseguro.

(C) Avisos inadequados. O consumidor não foi devidamente instruído no uso adequado ou seguro do produto; nem o consumidor alertou para o perigo inerente à posse, ou qualquer uso razoavelmente previsível ou mau uso do o produto. A responsabilidade estrita se aplica, embora o vendedor tenha exercido todos os cuidados possíveis na preparação e venda de um produto. Não é exigido que se demonstre que ocorreu negligência. (ver *Restatement of the Law, Second, Torts, 402 A*).

### **9.7 Testemunho de especialistas.**

**9.7.1 Testemunho geral.** É o ato de chamar um investigador para que preste testemunho ante os tribunais, órgãos administrativos, órgãos reguladores e outros órgãos similares. Além de seu testemunho sobre os atos, se pode pôdeir ao investigador que aponte suas opiniões ou conclusões sobre um incêndio.

**9.7.2 Litígios ou testemunhos de especialistas.** No litígio, somente é permitido que ofereçam sua opinião como testemunho as vítimas especialistas, a critério do tribunal. Se define uma vítima especialista, em geral, como alguém com capacidade suficiente, conhecimentos ou experiência em um dado campo que lhe permite realizar deduções ou conclusões e opiniões que uma pessoa normal não poderia alegar. O testemunho dos especialistas pode ajudar o juiz ou o jurado a compreender os atos e, portanto, a obter a verdade.

A opinião ou conclusão dos investigadores que testemunhem como especialistas não é de maior valor para descobrir a verdade de um assunto que se garanta a solidez que aponde as razões e atos do investigador. A prova tomada como base de qualquer opinião ou conclusão deve ser pertinente e fiel e, portanto, admissível. Se uma investigação foi bem feita, se alcançará esses índices de fidelidade e credibilidade.

## **CAPITULO 10                    SEGURANÇA FÍSICA**

**10.1\* Geral.** Os locais de incêndio, por natureza, são perigosos. O investigador do incêndio tem a obrigação de procurar que ele mesmo e as demais pessoas na cena, atuem com máximo cuidado durante as investigações. Este capítulo da ao investigador recomendações básicas sobre vários elementos de segurança, incluindo os equipamentos de proteção individual (EPI). Sem embargo, deve levar em conta que o investigador deveria conhecer e cumprir as exigências de

leis relacionadas com a segurança, as políticas e procedimentos estabelecidos por sua agência, companhia ou organização.

**10.1.1 Investigar somente o lugar dos fatos.** O exame do lugar dos fatos não deve ser realizado apenas pelo investigador. Deve haver no mínimo duas pessoas. Deste modo, se algum problema ocorrer, ele terá ajuda imediata. Se não for possível ele for acompanhado, deve ao menos avisar a um responsável aonde estará e por quanto tempo, aproximadamente.

**10.1.2 Roupa e equipamento de proteção.** Durante todo o tempo que se está no lugar dos atos, o investigador deve levar o equipamento de segurança adequado como botas ou sapatos, luvas, capacete e roupa protetora. O tipo de roupa protetora dependerá do tipo e nível de perigo presente. Se há perigo de sofrer feridas por queda de objetos, cortes ou arranhões por objetos pontiagudos, a melhor opção para proteger-se pode ser as capas dos bombeiros, ou similares. Se estiver trabalhando com uma potencial exposição a substâncias tóxicas e resíduos, pode-se necessitar de descartáveis, como exigem muitas leis de segurança. Em atmosferas de alto perigo pode ser necessário trajes para ambientes perigosos. Sempre que se vistam EPIs para obter proteção em ambientes perigosos, se deverá descontaminar ou eliminar adequadamente, em previsão de posteriores exposições a resíduos. Incluído quando se escolhe vestir certas roupas de proteção, ou capas de bombeiros, se deve explicar seu uso adequado para não criar exposições adicionais a riscos.

Em muitos locais de incêndios podem se necessitar de mascarilhas ou equipamento de respiração autônoma. Imediatamente após a extinção de um incêndio, pode haver gases de combustão e fumaça, baixa concentração de oxigênio, partículas aéreas carcinógenas e elevada temperatura. Em tais ambientes, o investigador deveria utilizar equipamentos de respiração autônoma e outros EPIs apropriados. Remover os resíduos do incêndio pode criar pó que deveria considerar-se perigoso. Assim o investigador terá que considerar o uso de mascarilhas adequadas.

A decisão entre mascarilha e equipamento de respiração autônoma depende dos usuários e dos perigos existentes. No processo de seleção, se deve levar em conta a proteção dos olhos, já que muitas substâncias tóxicas podem ser absorvidas através das órbitas. Se decidir pelo respirador semifacial, a utilização de um par de óculos protegerá disso.

Também se deve levar em conta a seleção de luvas adequadas. Se selecionar luvas para combate a incêndio ou outras de couro, conseguirá proteção contra a lixiviação de substâncias tóxicas. Em muitos casos, levar luvas de látex (ou similar) sob as luvas de couro dá a proteção que se necessita; se não deveriam selecionar luvas que forem mais apropriadas para o perigo existente.

Também pode se necessitar de outros equipamentos como lanternas, óculos de proteção, cordas ou redes, mostradores ambientais, e outros equipamentos e ferramentas especiais. Alguns desses equipamentos requerem certo treinamento antes de serem utilizados.

**10.1.3 Riscos no local do incêndio.** O investigador deve ser consciente dos riscos gerais e particulares que ocorrem no local que está investigando. Deve-se levar em conta a possibilidade de acidentes graves e não perder a concentração ou correr riscos desnecessários. Esta concentração é especialmente importante se não se sabe a resistência do edifício ou quando deve trabalhar em locais elevados ou subterrâneos.

**10.1.4 Saúde e segurança pessoal.** O investigador deve conhecer os fatores associados aos possíveis riscos químicos, biológicos, radiológicos e outros que podem supor uma ameaça para sua saúde e segurança pessoal quando investiga um incêndio. Dadas essas condições, deverá tomar todas as precauções especiais que se mencionam em 10.1.2.

As indústrias estão cada vez mais conscientes destes perigos. Pode haver sido destruída a identificação ou etiqueta adequada pelo fogo. O investigador do incêndio deveria selecionar as pessoas bem informadas da instalação para identificar qualquer possível substância que pudesse agravar aos que trabalham no lugar dos atos ou seus arredores. A instalação deve ter as folhas de segurança de

produtos (MSDS), planos de medidas de proteção, e procedimentos padrões de operação (SOPs) que recolham suas mercadorias perigosas, que também seria muito útil para o investigador.

Mais adiante se deve considerar o uso de substâncias perigosas para terrorismo. Alí onde se tenha suspeita de que o local dos fatos possa ser a cena de um crime por ato terrorista, se devem adotar todas as precauções.

**10.1.5 Fadiga do investigador.** Durante a investigação de um sinistro, é recorrente que o investigador passe muito tempo ocupado trabalhando. Isso pode produzir fadiga, que pode influenciar negativamente na sua coordenação, resistência ou capacidade de discernimento para saber se uma situação é perigosa e atuar adequadamente. Além disso, a utilização de roupas de proteção pesadas e proteção respiratória aumentará a fadiga.

O investigador deve descansar de vez em quando, beber, e comer em um ambiente seguro, arejado, mas apropriado para a investigação. Isto é necessário quando se trata de investigações de incêndios importantes.

**10.2 Fatores que influenciam na segurança do local de um incêndio.** Há muitos e variados fatores que podem influenciar no perigo potencial de um local onde se tenha declarado um incêndio ou uma explosão. O investigador deve estar constantemente alerta sobre esses fatores e procurar tomar as medidas adequadas de segurança e que todas as pessoas no local as adotem.

**10.2.1 Estado da extinção.** Se o investigador for entrar em alguma parte do edifício antes que o fogo seja totalmente extinto, deve pedir permissão ao chefe dos bombeiros. O investigador deve coordenar suas atividades com o pessoal que está apagando o fogo e informar ao chefe dos bombeiros das zonas que pretende entrar e trabalhar. Não deve passar a outra zona do edifício sem avisar ao chefe nem deve entrar em um edifício em chama, se não estiver acompanhado do pessoal dos bombeiros nem estiver especialmente treinado para isso.

Quando se realiza uma investigação em um edifício imediatamente após a extinção do fogo, o investigador deve levar em conta a possibilidade de que o fogo se reigne, deve estar alerta às brasas e outros elementos que podem causar a reavivação do fogo e manter-se próximo de uma saída segura.

**12.2.2 Estabilidade do edifício.** Por sua natureza, a maioria dos edifícios que têm sido afetados por um incêndio ou explosão têm sofrido uma debilitação. Os telhados, tetos, paredes, pilastras e pisos podem ter sido muito afetados pelo sinistro.

A tarefa do investigador exige que entre nesses edifícios e ao menos deverá retirar escombros, os quais podem afetar ou debilitar a estrutura. Antes de entrar ou de começar a retirar escombros, o investigador deve avaliar com todo cuidado a estabilidade e segurança estrutural do edifício. Se for necessário, deverá buscar a ajuda de peritos qualificados para saber se há que demolir previamente alguma parte que corra perigo ou escorar pilastras, pisos, tetos ou telhados.

O investigador deve ter cuidado especial com buracos que podem haver no solo ou de outros perigos ocultos causados pela água presente ou por montes de escombros que podem cair. Também deve levar em conta a presença de poças de água proveniente da extinção ou de fatores relativos com o tempo, como o peso da água da chuva, o vento, a neve ou o gelo, que podem afetar a estabilidade do edifício. Por exemplo, um edifício em mau estado pode continuar em pé até que o gelo se funda.

**10.2.3 Abastecimento básico.** O investigador deve inspecionar o estado de todos os recursos básicos públicos do edifício que investiga (água, gás e eletricidade). Antes de entrar no edifício deve saber se foi cortada a corrente (principal, secundária ou temporal), se chega gás nas canalizações ou se circula água. Esse conhecimento é necessário para evitar a possibilidade de descargas elétricas ou vazamentos de gás ou água durante a investigação.

**10.2.4 Riscos elétricos.** Embora o investigador de um incêndio possa chegar ao local dos fatos horas ou dias após, deve levar em conta os riscos possíveis para evitar danos pessoais ou até mesmo a morte. Esses danos ou mortes podem se dar por descargas elétricas ou queimaduras. Os investigadores, igual aos bombeiros, devem aprender a proteger-se dos perigos da eletricidade quando examinam o local de um incêndio. O risco é especialmente alto durante o exame do lugar dos fatos imediatamente após o sinistro. Se estas condições permitirem, o investigador deve comprovar se foi desligado o fornecimento de energia elétrica do edifício ou das zonas afetadas. O investigador não deve desconectar o suprimento elétrico, mas assegurar-se de quem o fez foi o pessoal autorizado.

Quando é interrompido o fornecimento elétrico e desconectada a corrente, no contador se deve colocar uma etiqueta que o indique. Ao levar em conta os possíveis riscos elétricos, tem que pensar que sempre há perigo. O investigador deve verificar pessoalmente se foi cortada a corrente, que se pode realizar com o uso de um voltímetro. Alguns contadores permitem uma medição exata de volts, ohms e resistência. Outros dispositivos são desenvolvidos para simplesmente indicar a presença de corrente alternada. Os produtos com o tamanho de um lápis dão um alarme visual ou sonoro quando o dispositivo se coloca no condutor (exposto ou encapado). Se tiver dúvida se pode haver algum equipamento funcionando, deve chamar a empresa fornecedora.

O investigador pode trabalhar em locais onde se tenha instalado cabos provisórios. Por isso deve estar consciente de que esses cabos, utilizados para motores, podem estar mal instalados, sem aterramento, mal isolados e, portanto, perigosos.

Ao investigar o local dos fatos, o investigador deve levar em conta os seguintes riscos elétricos:

- (a) Considerar todos os cabos como se conduzissem corrente, embora se tenha certeza que estejam desconectados.
- (b) A cerca do lugar dos fatos, ter cuidado dos possíveis cabos que podem ter caído no solo ou estar em contato com estruturas metálicas, *guardrails* e outros materiais condutores, incluindo água.

- (c) Ver se há antenas caídas sobre os cabos elétricos, se há grades que estão em contato com cabos e se há cabos subterrâneos descobertos.
- (d) Ter o máximo de cuidado quando utilizar escadas ou equipamentos de elevação com cabos no alto.
- (e) Levar em conta que a instalação do edifício pode produzir correntes de alta tensão e que um curto pode produzir uma forte corrente capaz de provocar feridas e queimaduras graves.
- (f) Não confiar nos seus sapatos normais com sola de borracha como isolantes.
- (g) Não entrar em sótãos inundados sem comprovar se está cortada a corrente. Não tocar com a mão em equipamentos elétricos se tem os pés úmidos ou na água.
- (h) Evitar tocar qualquer interruptor elétrico ou equipamento que não seja antideflagrante em uma zona que possa haver vapores ou gases inflamáveis (ver 10.2.7). Quando tiver que desconectar um equipamento elétrico, deverá fazê-lo no ponto de conexão mais distante de qualquer atmosfera explosiva.
- (i) Estabelecer linhas de comunicação e uma estreita colaboração com a empresa fornecedora de eletricidade. O pessoal dessas empresas possui a experiência e conhecimentos necessários para resolver qualquer emergência elétrica.
- (j) Localizar e evitar os cabos subterrâneos antes de fazer qualquer buraco ou escavação no local do incêndio.
- (k) Reconhecer todas as instalações elétricas que podem não estar desconectadas, incluídos os cabos de extensão ligados a outros cabos mais distantes e instalações similares.
- (l) Utilizar sempre um cortapolos para saber se um cabo tem ou não corrente.

**10.2.5 Água presente.** A água presente no local do incêndio pode supor importantes riscos para o investigador. As poças em locais onde haja cabos elétricos podem resultar em mortes se o investigador tocar no cabo com os pés na poça. As

poças de água que possam parecer razas podem muito bem ser mais fundas que o investigador e pô-lo em perigo de afogar-se. As poças podem representar também outros perigos como buracos ou objetos pontiagudos que podem causar feridas no investigador.

**10.2.6 Segurança dos transeuntes.** Os incêndios e explosões chamam sempre a atenção e concentram um alto número de espectadores. O investigador deve zelar sempre por sua segurança, mesmo que esteja no local do incêndio ou das provas.

Se deve evitar que entrem curiosos no local da investigação. Isso se pode conseguir simplesmente rodeando a zona com uma corda ou mediante sinais que proíbam a entrada. Por último se pode pedir ajuda da polícia, bombeiros ou outro pessoal de segurança. Se encontrar alguma pessoa no local da investigação, se deve pedir que se identifique, anotar sua identificação e pedir que saia.

**10.2.7 Segurança da atmosfera no local do incêndio.** Os incêndios e explosões geram ao menos gases tóxicos ou nocivos. A presença de materiais perigosos no edifício pode ser segura. As casas contém produtos químicos na cozinha, banheiro e garagem que podem criar riscos para o investigador exposto a eles. Os edifícios comerciais e de oficinas frequentemente controlam melhor o armazenamento de produtos perigosos, mas não por isso o investigador deve supor que nesses edifícios o risco é menor. Em muitos edifícios de mais de 20 anos existe amianto. Portanto, o investigador deve estar consciente da possibilidade de estar exposto a atmosfera perigosa durante a investigação.

Além do mais não é raro que um edifício afetado por um incêndio ou explosão produza atmosferas com carência de oxigênio. Nelas podem haver gases, vapores e líquidos combustíveis. Portanto, se devem entrar nessas atmosferas com um equipamento adequado antes de começar a trabalhar ou intruduzir nas mesmas fontes de ignição como circuitos elétricos produzidos por lentes, rádios, câmeras fotográficas com flash, ou por fósforos ou isqueiros.

**10.3 Atos criminosos ou terroristas.** O fogo pode produzir-se por um ato criminoso. O elemento incendiário inicial que cria o fogo ou a explosão pode ser que não seja o único que o causante desejasse no local dos fatos. Incluso a isso pode haver um segundo dispositivo com a intenção de ferir os bombeiros, as equipes de resgate e os investigadores. Também se deve levar em conta a presença de produtos químicos no dispositivo, que podem deixar um resíduo, criando uma explosão adicional.

**10.3.1 Dispositivos secundários.** A capacidade potencial de criar perigo que tem um dispositivo secundário incendiário ou explosivo é pouca comparada com outros perigos criados pelo elemento inicial no local dos fatos. Sem embargo, o investigador sempre deve ter cuidado com pacotes ou containers estranhos no local dos fatos. Se tiver motivos para crer que existe tal dispositivo, deve-se contatar as autoridades competentes que tenham especialistas em “varrer” a zona. A cooperação estreita entre o pessoal da investigação e os especialistas de eliminação de explosivos militares (EOD) pode prevenir a destruição desnecessária do local dos fatos.

**10.3.2 Resíduos químicos.** Se o dispositivo incendiário ou explosivo está num estado seguro pela atuação de pessoal apropriado, se devem tomar precauções durante seu manejo ou ante qualquer resíduo que produza. A exposição ao resíduo químico pode incrementar o perigo a que está exposto o investigador. Se deve vestir a roupa de proteção e os equipamentos de respiração apropriados enquanto estão recolhendo essas provas.

**10.3.3 Terrorismo biológico e radiológico.** A atuação terrorista representa perigo potencial de que se liberem partículas biológicas ou radiológicas. Normalmente a equipe de ação de emergência estará pendente de tais ações enquanto se reduzem os efeitos da situação de emergência. Se tiver suspeitas de que se tem emitido qualquer tipo de substância perigosa, o local dos fatos deve estar seguro antes que o pessoal de investigação entre. Se não for possível e o

investigador ter que seguir adiante, somente se deveria permitir a entrada ao local do pessoal de investigação treinado para trabalhar nessas atmosferas.

**10.3.4 Exposição a ferramentas e equipamentos.** Muitas das ferramentas e equipamentos utilizados no processo da investigação podem voltar inseguros após de terem sido utilizados em atmosferas perigosas. Os procedimentos, equipamentos, ferramentas e insumos necessários para conseguir que a equipe esteja segura devem estar disponíveis para a investigação. Também se devem tomar precauções para a eliminação segura das ferramentas porque poderá não ser possível mantê-las seguras.

## CAPITULO 11        FONTES DE INFORMAÇÃO

### 11.1\* Geral

**11.1.1 Finalidade da obtenção da informação.** Uma investigação a fundo de um incêndio supõe sempre o exame do local dos fatos, visitando ou analisando a documentação prévia que houver sobre ele.

A investigação detalhada de um incêndio supõe, além do mais, entrevistas e a busca e análise de outras fontes de informação. Estas atividades não substituem o exame do local dos fatos, mas o complementa.

O exame do local, as entrevistas e a busca e análise de outras fontes de informação, oferecem ao investigador a oportunidade de estabelecer a origem, causa e responsabilidades do incêndio que investiga.

**11.1.2 Confiabilidade da informação obtida.** Em geral, qualquer informação que o investigador solicite ou obtenha durante a investigação de um incêndio será tão confiável quanto à fonte que ela se procede. Portanto, é essencial que o investigador de um incêndio considere a exatidão de sua fonte de informação. Nenhuma informação deve ser considerada exata e confiável se não se conhece previamente a confiabilidade da fonte.

Esta avaliação pode ter como base muitos fatores variáveis, segundo o tipo e forma da informação. Esses fatores podem ser o sentido comum do investigador,

seus conhecimentos e experiências pessoais, a fama da fonte de informação e os interesses particulares que essa fonte tenha nos resultados da investigação.

## **11.2 Considerações Legais.**

**11.2.1 Lei de liberdade de informação.** A lei de liberdade de informação (Estados Unidos) estabelece que a informação dos órgãos federais esteja à disposição do público, se não há outra lei superior que estabeleça outra coisa. A maioria dos órgãos do governo federal dispõe de procedimentos normalizados para o cumprimento desta lei. Consistem em informar ao público das fontes específicas de informação que dispõem e dos procedimentos de apelação se não obtiverem a informação solicitada.

Igual ao governo federal, a maioria dos estados possuem leis similares que dão ao público a oportunidade de consultar fontes de informação relativas aos procedimentos públicos e os resultados de seu trabalho. Não obstantes, o investigador de um incêndio deve ter cuidado, porque o estabelecido nestas leis pode variar muito de um estado a outro.

**11.2.2 Comunicações reservadas.** As comunicações reservadas são as declarações feitas por certas pessoas que se protegem pela relação que tem, como marido e mulher, advogado e cliente, confessor e confessado, etc. Tais comunicações estão protegidas por lei contra sua revelação obrigada, de modo que os maridos, clientes ou confessados não declarem se não querem contra a outra parte.

As comunicações reservadas estão definidas no geral nas leis dos distintos estados. Portanto, o investigador de um incêndio dever ter cuidado, porque o estabelecido nestas leis pode variar muito de um estado a outro.

**11.2.3 Comunicações confidenciais.** Estreitamente relacionadas com as comunicações reservadas, as confidenciais são as declarações feitas em

circunstâncias em que o que fala indica claramente que essas declarações somente são feitas para a pessoa que as escuta.

**11.3 Formas de informação.** As fontes de informação se apresentam em diferentes formas. Geralmente, a informação chega ao investigador em uma destas quatro formas: verbal, escrita, visual e eletrônica.

**11.3.1 Informação verbal.** Por definição, as fontes verbais de informação se limitam a informação falada. O investigador pode encontrar tais fontes, por exemplo, nas declarações verbais durante as entrevistas, conversas telefônicas, conversas gravadas, comunicações por rádio privado, emissões de rádio, etc.

**11.3.2 Informação escrita.** O investigador pode encontrar informações escritas durante todas as fases de uma investigação. Tais fontes de informação são, por exemplo, informes escritos, documentos escritos, materiais de referência, periódicos, etc.

**11.3.3 Informação visual.** Por definição, as fontes visuais de informação se limitam às que utilizam o sentido da visão. Tendo aparecido essas fontes com a chegada da fotografia, hoje, além das fotografias, incluem entre outras coisas fitas de vídeo, filmes e imagens geradas por computador.

**11.3.4 Informação eletrônica.** Os computadores têm sido convertidos em partes integrantes do moderno sistema de informação. Portanto, o sistema de computador de uma fonte particular de informação pode conter valiosa informação para a investigação do incêndio.

## **11.4 Entrevistas.**

**11.4.1 Objetivo das entrevistas.** O objetivo de qualquer entrevista é reunir informação que seja útil e precisa. As testemunhas podem proporcionar tal informação sobre incêndios e explosões, embora não tenham sido testemunhas oculares do sinistro.

**11.4.2 Tipos de entrevistas.** As entrevistas podem ser classificadas, em geral, em três tipos: entrevistas que deve atuar com uma atitude de confiança, entrevistas que deve atuar com precaução e entrevistas que deve atuar com desconfiança.

**11.4.3 Preparação para a entrevista.** O investigador de incêndios deve se preparar cuidadosamente antes da realização de qualquer tipo de entrevista, especialmente se o investigador pretende solicitar informações relevantes e úteis. O aspecto mais importante dessa preparação é uma compreensão completa de todos os aspectos da investigação.

O investigador de incêndio também deve planejar cuidadosamente a configuração da entrevista, isto é, quando e onde a entrevista será realizada. Embora o tempo em que a entrevista é conduzida pode ser determinado por uma variedade de fatores, a entrevista deve geralmente ser realizada o mais rapidamente possível após o fogo ou explosão.

Pode ser útil para o investigador realizar entrevistas preliminares antes do exame da cena do incêndio, embora existam muitos casos em que isso pode ser impraticável.

O entrevistador e o entrevistado devem ser devidamente identificados. A entrevista deve, portanto, começar com a devida identificação da pessoa que realizou a mesma. A data, hora e local da entrevista, bem como todas as testemunhas para ele, devem ser documentadas.

A pessoa que está sendo entrevistada também deve ser completamente e inequivocamente identificada. Esta identificação inequívoca pode incluir o nome completo da pessoa, data de nascimento, número de segurança social, número de carteira de motorista, descrição física, endereço residencial, número de telefone

residencial, local de trabalho, endereço comercial, telefone comercial, ou outras informações que podem ser consideradas pertinentes para estabelecer a identificação correta.

Por último, o investigador de incêndios também deve estabelecer um plano flexível ou esquema para a entrevista.

**11.4.4 Entrevistas com as pessoas para se estabelecer uma atitude de confiança.** Esse tipo de entrevista se refere àquelas pessoas cuja informação se pode considerar confiável. Tais pessoas podem ser, entre outras, os funcionários públicos, representantes de instituições financeiras, testemunhas e outras que não tenham interesse direto nos resultados da investigação.

Geralmente, quando se está se preparando para realizar este tipo de entrevista, o investigador pode marcar uma hora para estabelecer uma comunicação confortável e colaborativa. O lugar da entrevista não possui maior importância e, na realidade, pode ser feita na casa ou no escritório da pessoa entrevistada, para manter o ambiente descontraído. Durante a entrevista, o investigador deve ter uma lista dos pontos a serem abordados de forma flexível, para se obter toda a informação necessária da pessoa entrevistada.

**11.4.5 Entrevistas com as pessoas que se devem adotar precauções** Este tipo de entrevista se refere às pessoas cuja informação pode ser considerada confiável ou não. Tais pessoas são aquelas que puderam ter interesses concretos nos resultados da investigação. Portanto, o investigador deve assegurar-se da validade da informação solicitada durante este tipo de entrevista. Geralmente, quando se prepara este tipo de entrevista, o investigador não deveria marcar hora. Assim, evita-se que a pessoa entrevistada prepare suas respostas às perguntas que podem ser feitas durante a entrevista. Aqui é mais importante o lugar da entrevista e o investigador talvez prefira realizá-la onde a pessoa entrevistada não se sinta tão confortável. Como o tipo de entrevista anterior, também pode haver uma lista de tópicos a serem usados com flexibilidade para se conseguir toda a informação necessária da pessoa entrevistada.

**11.4.6 Entrevistas com as pessoas que se devem adotar atitude de desconfiança.** Este tipo de entrevista se refere às pessoas cuja informação deve ser considerada pouco confiável, até que seja verificada pormenorizadamente. Tais pessoas são aquelas que podem ter um interesse evidente ou documentado os resultados da investigação, como os suspeitos de haver provocado um incêndio.

Geralmente, quando se está preparando esse tipo de entrevista, o investigador não deve marca hora. Assim, evita-se que a pessoa entrevistada prepare suas respostas às perguntas que podem ser feitas durante a entrevista. O lugar da entrevista adquire a máxima importância e, na realidade, o investigador deveria fazê-la em um local em que o mesmo se sinta confortável. E, como nos tipos de entrevistas anteriores deve haver uma lista dos pontos a serem abordados flexivelmente, para se obter toda a informação necessária da pessoa entrevistada.

**11.4.7 Documentando a entrevista.** Todas as entrevistas, independentemente do seu tipo, devem ser documentadas. Gravar a entrevista ou escrever notas durante a mesma são os dois dos métodos mais comuns de se documenta-la.

Ambos os métodos, no entanto, muitas vezes tendem a distrair ou perturbar a pessoa entrevistada, resultando em algumas informações não solicitadas. Um método alternativo utilizado para documentar entrevistas pode ser realizado através da utilização de gravação visual. A mesma deve ser feita em conformidade com as leis e regulamentos aplicáveis. O investigador deve obter declarações escritas assinadas de tantas testemunhas quanto possível para melhorar a sua admissibilidade no tribunal.

## **11.5 Fontes governamentais de informação.**

### **11.5.1 Fontes municipais**

**11.5.1.1 Funcionário Municipal.** Os funcionários municipais são os que mantém os registros públicos em relação a licenciamento municipal e outros assuntos da prefeitura.

**11.5.1.2 Assessor Municipal.** O assessor municipal mantém registros públicos sobre planos ou mapas de bens imóveis, incluindo dimensões, endereços, proprietário, valor tributável do imóvel e todas as melhorias.

**11.5.1.3 Tesoureiro Municipal.** O tesoureiro municipal mantém registros públicos sobre nomes e endereços dos proprietários, nomes e endereços dos contribuintes, descrições legais de propriedade, a quantidade de impostos pagos ou devidos sobre bens móveis e imóveis, e ex-proprietários do imóvel.

**11.5.1.4 Departamento Municipal de Urbanismo.** Este departamento mantém registros públicos sobre os mapas das ruas; mapas mostrando os locais de condutas, drenos, esgotos, galerias; corrige números de ruas, nomes antigos de ruas; ruas abandonadas e direitos de passagem; becos, certidões e direitos de passagem.

**11.5.1.5 Departamento Municipal de Construção.** O Departamento de Construção Municipal mantém registros públicos sobre prédios, licenças, autorizações, permissões de encanamento elétrico, plantas e diagramas que mostram detalhes das construções e registros de várias inspeções municipais.

**11.4.1.6 Departamento Municipal de Saúde.** Este departamento mantém registros públicos sobre certidões de nascimento, certidões de óbito, registros de investigações relacionadas à poluição e outros perigos para a saúde, e os registros dos inspetores de saúde.

**11.5.1.7 Departamento Municipal de Educação.** O Departamento Municipal de Educação mantém registros públicos sobre todos os aspectos do sistema escolar público.

**11.5.1.8 Departamento de Polícia Municipal.** O Departamento de Polícia Municipal mantém registros públicos sobre investigações criminais locais e outros aspectos das atividades do departamento.

**11.5.1.9 Corpo de Bombeiros.** O Corpo de Bombeiros Municipal mantém registros públicos relativos a incêndios, emergência médica, registros de inspeções de combate a incêndios e outros aspectos das atividades que lhe são inerentes.

**11.5.1.10 Outros Órgãos Municipais.** As prefeituras dispõem de outros escritórios e departamentos. O investigador de incêndios pode encontrar diferente estruturação governamental em cada município. Como tal, o investigador pode ter que solicitar informações a partir destas fontes adicionais.

## **11.5.2 Governo do Condado**

**11.5.2.1 Registro do Condado.** O registro do Condado mantém registros públicos sobre os documentos relacionados com transações imobiliárias, hipotecas, certificados de contratos de casamento, pacto antenupcial, divórcios, testamentos, títulos oficiais, avisos de penhoras automáticas, certidões de nascimento, certidões de óbito, documentos relativos à falência, e outros documentos que são exigidos ou permitidos por lei.

**11.5.2.2 Funcionário do Condado.** O funcionário do Condado mantém registros de naturalização, registros de litígios civis, registros de inventário, registros de processos judiciais criminais e registros de negócios em geral do Condado.

**11.5.2.3 Assessor do Condado.** O assessor do Condado é encarregado dos registros públicos sobre planos ou mapas de bens imóveis, incluindo dimensões, endereços, proprietário, valor tributável do imóvel.

**11.5.2.4 Tesoureiro do Condado.** O tesoureiro do Condado dispõe de registros públicos com nomes e endereços de proprietários de imóveis e terrenos, nomes e endereços dos contribuintes, as descrições legais de propriedade, valores

de impostos pagos ou devidos sobre bens móveis e imóveis, e todas as operações fiscais municipais.

**11.5.2.5 Juiz/médico legista.** O juiz ou o médico legista do Condado mantêm registros públicos sobre os nomes ou descrições do falecido, datas de inquéritos, bens encontrados pertencentes aos falecidos, causas e formas de morte, e documentos relativos ao falecido.

**11.5.2.6 Departamento do Delegado do Condado.** Tal departamento mantém registros públicos sobre o condado, investigações criminais e outros aspectos das atividades do departamento.

**11.5.2.7 Outros órgãos do Condado.** Os Condados dispõem de outros escritórios e departamentos. O investigador de incêndios deverá saber qual é a estrutura de seu Condado, por que talvez necessite solicitar informação desses outros órgãos.

### **11.5.3 Governo dos Estados.**

**11.5.3.1 Secretário de Estado.** O secretário de Estado mantém registros públicos sobre cartas e relatórios anuais das empresas, anexações e organização das cidades e povos; registros de marcas e nomes comerciais; registros de cartório e declarações da UCC.

**11.5.3.2 Tesoureiro do Estado.** O tesoureiro do Estado mantém registro público de todas as transações fiscais do Estado.

**11.5.3.3 Departamento Estadual de Estatísticas Vitais.** Este departamento mantém registros públicos sobre nascimentos, mortes e casamentos.

**11.5.3.4 Departamento de Fazenda Estadual.** Este departamento mantém registros públicos sobre as declarações fiscais de pessoas e de empresas e as investigações passadas, presentes e pendentes.

**11.5.3.5 Departamento de Regulação do Estado.** Este departamento mantém registros públicos sobre nomes de profissionais detentores de licenças de ocupação e suas origens; resultados de exames de licenciamento; queixas dos consumidores; investigações passadas, presentes ou pendentes; e os relatórios anuais de organizações sem fins lucrativos.

**11.5.3.6 Departamento Estadual de Transportes.** Este departamento mantém registros públicos sobre construção e melhoria de rodovias, informação sobre acidentes de veículo a motor, registros sobre acidentes veiculares, registros de veículos e carteiras de motoristas.

**11.5.3.7 Departamento Estadual de recursos naturais.** Este departamento mantém registros públicos sobre normas de caça e pesca, registro dos veículos de passeio, dados de licenciamento, regulação de eliminação de resíduos, e regulamentação de proteção ambiental.

**11.5.3.8 Gabinete do Comissário de Seguros do Estado.** O escritório do comissário de seguros do Estado mantém registros públicos sobre empresas de seguros autorizadas a realizar negócios no Estado; agentes de seguros licenciados; queixas dos consumidores; e os registros de investigações passadas, presentes ou pendentes.

**11.5.3.9 Polícia do Estado.** A polícia do Estado mantém registros públicos sobre a investigação de infrações penais ocorridas no Estado e outros aspectos de sua atividade.

**11.5.3.10 Escritório do Corpo de Bombeiros.** O escritório Estadual do Corpo de Bombeiros mantém registros públicos sobre inspeção de incêndio e atividades de prevenção, os bancos de dados de incidentes de fogo, e as atividades de investigação de incêndio.

**11.5.3.11 Outros órgãos do Estado.** Muitos outros escritórios e departamentos normalmente existem em nível estadual de governo. O investigador de incêndios pode encontrar diferente estruturação de governo em cada estado. Como tal, o investigador de incêndios pode ter que solicitar informações a partir destas fontes adicionais.

#### **11.5.4 Governo Federal.**

**11.5.4.1 Departamento de Agricultura. Governo Federal.** De acordo com este departamento, a agência de alimentos e serviços nutritivos mantém registros públicos alimentos autorizados e a data de autorização.

O Serviço ao Consumidor e Marketing mantém registros públicos sobre as inspeções de carne, instalações para o corte e frigoríficos; inspeções de aves, e de produtos lácteos.

O Serviço Florestal dos EUA mantém registros públicos sobre as atividades florestais e de mineração.

As atividades de investigação do Departamento de Agricultura são sediadas no Gabinete do Inspetor Geral. A área de investigação da Secretaria de Agricultura é o Escritório de Investigações.

**11.5.4.2 Departamento de Comercio.** Neste departamento, o Escritório de estradas públicas mantém registros sobre todos os programas de rodovias em que foi dada assistência federal.

O Serviço Nacional de Pesca Marinha mantém registros públicos sobre os nomes, endereços e registo de todos os navios que pescam nas águas locais.

A Divisão de Inteligência Comercial mantém registros públicos com listas de todos os comércios, inspeções nos contratos comerciais e diretórios comerciais do mundo inteiro.

O Escritório de Patentes EUA mantém registros públicos sobre todas as patentes emitidas nos Estados Unidos, bem como uma lista de advogados e agentes inscritos e marcas registradas.

A Divisão de Missões Comerciais mantém registros públicos com informações de todos os membros das missões comerciais.

As atividades de investigação do Departamento de Comércio são realizadas no Escritório de Investigações e Segurança.

**11.5.4.3 Departamento de Defesa.** O Departamento de Defesa supervisiona todos os ramos militares das forças armadas, incluindo o Exército, a Marinha, o Corpo de Fuzileiros Navais, a Força Aérea e a Guarda Costeira. Cada um desses ramos das Forças Armadas mantém registros públicos sobre suas atividades e pessoal. Cada um desses ramos tem escritórios que realizam investigações criminais dentro do seu ramo específico de serviço armado.

**11.5.4.4 Departamento de Saúde de Serviços Humanos.** Dentro deste departamento a administração de alimentos e medicamentos (FDA) mantém registros públicos a respeito de sua aplicação de leis federais sob sua jurisdição.

A Administração da Segurança Social mantém registros públicos no que diz respeito às atividades de investigação. As atividades do Departamento de Saúde e Serviços Humanos são realizadas no Escritório de Segurança e Investigações.

**11.5.4.5 Departamento de Habitação e Desenvolvimento Urbano.** O Departamento de Habitação e Desenvolvimento Urbano mantém registros públicos sobre todos os programas de habitação pública em que foi dada assistência federal. As atividades de investigação do Departamento de Habitação e Desenvolvimento Urbano são executadas pela divisão de cumprimento.

**11.5.4.6 Departamento do Interior.** Neste Departamento, o Serviço de Caça e Pesca mantém registros públicos relativos a violações de leis federais relacionadas com caça e pesca.

O Escritório de Assuntos Indígenas mantém registros públicos sobre censos de reservas indígenas, nomes, tipo sanguíneo, tribo, histórico familiar e endereços atuais de todos os índios, especialmente aqueles que residem em reservas indígenas federais.

O Serviço de Parques Nacionais mantém registros públicos de todos os parques e terras de propriedade federal ou mantidos pelo governo federal. Cada divisão do Departamento do Interior tem o seu próprio escritório de investigação.

**11.5.4.7 Departamento do Trabalho.** Este departamento mantém registros públicos em relação à informação sobre organizações de trabalhadores e de gestão e os seus funcionários.

A Administração de Normas de Trabalho mantém registros públicos sobre leis federais referentes ao salário mínimo, as normas de horas extras, igualdade de remuneração, a discriminação etária no emprego.

As atividades de investigação do Departamento de Trabalho são executadas pela Divisão do Escritório de registros laborais e de pensões.

**11.5.4.8 Departamento de Estado.** O Departamento de Estado mantém registros públicos sobre passaportes, vistos e licenças de importação/exportação. As atividades de investigação do Departamento de Estado são realizadas pelo Escritório do visto.

**11.5.4.9 Departamento de Transportes.** Neste departamento, o Escritório de Segurança do Meio Ambiente e Assuntos dos Consumidores mantém registros públicos sobre os seus programas para proteger o meio ambiente, para melhorar a

segurança dos passageiros e de carga no transporte nacional e internacional, e para monitorar o transporte de materiais perigosos.

A Guarda Costeira dos EUA mantém registros públicos sobre pessoas que servem a bordo de navios registados nos EUA, todas as embarcações a motor, navios com mais de 4,9 m (16 pés) de comprimento, equipados com motores destacáveis, informações sobre onde e quando os navios partiram ou foram devolvidos a partir de portos norte-americanos, e violações das leis ambientais.

**11.5.4.10 Departamento do Tesouro.** Neste departamento, o Escritório de Álcool, Tabaco e Armas de Fogo mantém registros públicos sobre as destilarias, fábricas de cervejas e pessoas ou empresas que fabricam ou comercializam álcool; lojas que vendem álcool no varejo; fabricantes e distribuidores de produtos de tabaco; registro de armas de fogo; titulares de licença de armas de fogo federais, incluindo fabricantes, importadores e distribuidores; titulares de licença federal de explosivos, incluindo fabricantes, importadores e comerciantes; e a origem de todas as armas de fogo fabricadas e importadas desde 1968.

O Serviço de Alfândega dos EUA mantém registros públicos sobre os importadores; exportadores; agentes aduaneiros; transportadores das agências de alfândega, assim como o registro, inscrição e licenciamento de embarcações não autorizadas pela Guarda Costeira, mas que importam/exportam bens para os Estados Unidos.

O Serviço de Fazenda mantém registros públicos quanto ao cumprimento de todas as leis relativas a impostos federais.

O Serviço Secreto dos EUA mantém registros públicos de moedas e notas americanas falsas, todas as ameaças contra a vida do presidente e de sua família imediata, o Vice-Presidente, os Presidentes anteriores e suas esposas e viúvas dos Presidentes falecidos, dos filhos de Vice-Presidentes eleitos, os principais candidatos para presidente e vice-presidente e os chefes de Estado dos países estrangeiros que visitam os Estados Unidos.

**11.5.4.11 Departamento de Justiça.** Neste departamento há a Divisão Antitruste, a qual mantém registros públicos sobre fontes federais de informações relativas a essas matérias.

A Divisão de Direitos Civis mantém registros públicos sobre o cumprimento de todas as leis federais sobre direitos civis que proíbem a discriminação por razões de raça, cor, religião, educação, emprego, habitação e do uso dos albergues e outras instalações públicas.

A Divisão Criminal mantém registros públicos sobre cumprimento de todas as leis federais de caráter penal, exceto as investigadas especificamente pelo serviço antitruste, direitos civis ou da fazenda.

A Administração para o cumprimento das leis sobre drogas (DEA) mantém registros públicos sobre todos os titulares de licenças para a manipulação de narcóticos, o comércio legal de narcóticos e drogas perigosas e o cumprimento das leis federais sobre narcóticos e outras drogas.

O Escritório Federal de Investigação (FBI) mantém registros públicos sobre antecedentes penais, impressões digitais e cumprimento de todas as leis penais federais.

O Serviço de Imigração e Nacionalização mantém registros públicos de todos os imigrantes, estrangeiros, passageiros e tripulantes de embarcações procedentes de portos estrangeiros, solicitações de nacionalização, registros de deportação e declarações financeiras dos estrangeiros e das pessoas que patrocinam seu ingresso nos Estados Unidos.

**11.5.4.12 Serviço Postal dos Estados Unidos.** O Serviço Postal dos EUA mantém registros públicos sobre todas as suas atividades. As atividades de investigação deste Serviço são realizadas pelo Gabinete do Inspetor Postal.

**11.5.4.13 Departamento de Energia.** O Departamento de Energia é um departamento executivo do governo dos EUA que trabalha para satisfazer as necessidades energéticas do país. O departamento desenvolve e coordena políticas e programas nacionais de energia. Ele promove a conservação de combustível e

eleticidade, realizando também pesquisas para desenvolver novas fontes de energia e maneiras mais eficientes de uso atual de suprimentos. O Secretário de Energia, um membro do Gabinete do Presidente, dirige o departamento.

**11.5.4.14 Administração contra incêndios dos Estados Unidos (USFA).** A Administração contra incêndios dos Estados Unidos mantém um extenso banco de dados de informações relacionadas a sinistros de incêndios por meio de sua administração do Sistema Nacional de Sinistros de Incêndio.

Além disso, o governo mantém registros das investigações em curso sobre incêndios, informação relativa aos programas de prevenção de incêndios provocados, assuntos técnicos e de referência sobre investigação de incêndios e coordena a distribuição dos programas de software do Sistema de Controle de Informação sobre Incêndios Provocados (AIMS).

**11.5.4.15 Administração nacional dos oceanos e da atmosfera.** Os dados sobre o clima passado ou presente, desde todas as estações transmissoras dos Estados Unidos, estão disponíveis no Centro Nacional de Dados climáticos em Asheville, NC. As estações locais de clima NOAA podem fornecer dados de suas próprias áreas.

**11.5.4.16 Outros órgãos federais.** Existem muitos outros órgãos e departamentos federais que fazem parte do governo federal. Todos eles mantêm uma grande variedade de registros públicos. O investigador de incêndios pode necessitar de informação destas fontes adicionais. O Comitê do Senado dos Estados Unidos sobre operações do governo publica um interessante manual de referência intitulado *Organograma dos departamentos executivos e agências federais*, em que consta o nome exato de cada escritório, divisão ou agência e o lugar que ocupa a estrutura organizativa de um departamento ou organismo. Com esta referência, não deve ser difícil para o investigador encontrar a localização de qualquer organismo ou agência governamental.

## **11.6 Fontes Privadas de Informação.**

**11.6.1 NFPA (Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios).** A Associação Nacional de Proteção contra Incêndios foi criada em 1896 para promover a ciência e melhorar os métodos de prevenção e proteção contra incêndios, para conseguir e distribuir informação sobre estes temas e para procurar a colaboração de seus membros na criação de salvaguardas adequadas contra perdas materiais e vidas humanas. A NFPA é uma organização internacional com fins técnicos e educativos, sem fins lucrativos.

A NFPA é responsável pelo desenvolvimento e distribuição dos *National Fire Codes* (Códigos Nacionais Contra Incêndios) e também pelo desenvolvimento e distribuição de informação técnica, muito da qual é de grande interesse para um investigador de incêndios.

## **11.6.2 Sociedade de Engenharia para proteção contra incêndios (SFPE).**

A Sociedade de Engenharia para proteção contra incêndios, criada em 1950, é uma organização profissional dos engenheiros que participam nas diversas tarefas de proteção contra incêndios. Esta sociedade trabalha com engenharia avançada de proteção contra incêndios e campos conexos, com a finalidade de manter um alto nível ético entre seus membros e promover a educação em engenharia de proteção contra incêndios.

**11.6.3 Sociedade Americana para Teste e Materiais (ASTM).** A Sociedade Americana para Teste e Materiais, fundada em 1898, é uma organização científica e técnica para o desenvolvimento de normas sobre as características e benefícios dos materiais, produtos, sistemas e serviços e a promoção do conhecimento. É a maior organização do mundo em normas de consenso voluntário.

Muitas destas normas se referem aos métodos de testes aceitados para realizar as provas que geralmente necessitam os investigadores de incêndio. Estes métodos específicos sobre testes de incêndio se explicam no capítulo 14 desta norma.

**11.6.4 Associação Nacional de Investigadores de Incêndios (NAFI).** A Associação Nacional de Investigadores de Incêndios foi criada em 1961 com o objetivo primordial de aumentar os conhecimentos e melhorar a formação das pessoas dedicadas à investigação e análise de incêndios ou explosões ou ações judiciais decorrentes de tais investigações.

A associação criou e implementou o Conselho Nacional de Certificação, que emite a cada ano os títulos de instrutor em investigação de incêndios e explosões. Por meio desse programa, as pessoas que recebem o título são reconhecidas por seu conhecimento, formação e experiência e aceitadas pela sua capacidade.

**11.6.5 Associação Internacional de Investigadores de Incêndios Provocados (IAAI).** A Associação Internacional de Incêndios Provocados foi fundada em 1949 por um grupo de funcionários públicos e privados para investigar os incêndios em geral e os provocados, em particular. O objetivo desta associação é tratar de controlar os incêndios provocados e outros delitos similares mediante a educação e a formação, oferecendo formação básica e avançada dos investigadores de incêndios. A IAAI tem escritórios associados no mundo inteiro.

Além de um seminário anual, oficinas regionais são realizadas com foco na educação e formação de investigadores de incêndio. Publica uma revista trimestral chamada *Incêndios e Investigadores de Incêndios Provocados* e oferece a possibilidade de que, através de um exame escrito, os pesquisadores que preencham os requisitos mínimos da Associação obtenham um certificado de investigador de incêndios (CFI) do IAAI.

**11.6.6 Organizações Regionais de Investigações de Incêndios.** Além da Associação Nacional de Investigadores de Incêndio, a Associação Internacional de Investigadores de Incêndios Provocados e seus escritórios associados, existem muitas organizações de investigação de incêndio regionais. Essas organizações geralmente existem como forças estaduais ou locais de incêndio, ou como sociedades ou grupos profissionais de investigadores de incêndio, ou equipes de ajuda mútua para investigação de incêndio.

**11.6.7 Setor Imobiliário.** O Setor Imobiliário mantém determinados registros que podem ser interessantes para o investigador de um incêndio durante sua missão. Além das pessoas e empresas que se dedicam a compra e venda de edifícios e terrenos, com frequência contam com amplas coleções de fotografias de edifícios de habitações, escritórios e comércios situados no território que abrangem. Estas fotografias podem ser interessantes para o investigador de um incêndio.

**11.6.8 Companhias Financeiras.** As companhias financeiras são outra fonte valiosa de informação, pois dispõem de arquivos com mapas e livros de transações, registros de certificados de depósito de compradores e vendedores de imóveis, outros com instruções sobre os depósitos, contratos e acordos e outros de títulos.

**11.6.9 Instituições Financeiras.** As instituições financeiras são os bancos, bancos de poupança, intermediários financeiros, corretores e Companhias privadas de Empréstimo. Todos têm registros que podem servir como uma fonte importante de informações. Há, além de informações financeiras sobre uma pessoa ou empresa particular, outros registros contendo informações sobre todos os aspectos da vida de uma pessoa ou a história de uma empresa.

**11.6.10 Companhias de Seguros.** As companhias de seguros certamente têm interesse nos resultados da maioria dos incidentes de incêndio e explosão. O principal interesse desse ramo em tais investigações é a detecção do delito de incêndio criminoso e outros delitos de fraude. A indústria de seguros pode, no entanto, também fornecer ao investigador de incêndios uma quantidade diversificada de informações sobre a estrutura envolvida ou veículo e das pessoas que tenham o segurado. (Veja a Seção 11.5.6.5).

A indústria de seguros também financia o Registro de Coisas Perdidas Asseguradas (PILR), que recebe relatos de perdas de propriedades através do fogo, roubos e furtos. O mesmo constitui o índice computadorizado das seguradoras que pagaram as indenizações, a quem foi pago, o tipo da reivindicação, e semelhantes. Elas podem servir como uma valiosa fonte de informação para o investigador de incêndios.

**11.6.11 Instituições Educativas.** Os investigadores de incêndios não costumam considerar instituições de ensino como uma fonte de informação. No entanto, os registros mantidos nessas instituições podem fornecer informações sobre os antecedentes e os interesses de uma pessoa.

**11.6.12 Empresas de serviços públicos (água, gás e eletricidade).** Durante o curso normal dos negócios, empresas de serviços públicos mantêm bancos de dados extensos, particularmente em relação aos seus clientes. O investigador de incêndios não deve ignorar que essas empresas, sejam públicas ou privadas, também mantêm registros sobre a qualidade e os problemas associados com a distribuição de seus produtos ou serviços.

**11.6.13 Organismos Profissionais.** Os Organismos profissionais são uma fonte de uma das mais valiosas fontes de informação com que o investigador de incêndio pode contar. Estas organizações agrupam muitas profissões. Sua importância para o investigador é que cada uma delas se refere a um ramo do comércio ou uma profissão e, portanto, funcionam como um centro de informação de seu campo de operação. Além de sua experiência, a maioria destes organismos edita e distribui publicações que podem ser importantes pontos de referência para o investigador.

**11.6.14 Emissoras locais de televisão.** As emissoras locais de televisão enviam equipes de filmagem para incêndios de interesse jornalístico. Cópias de sua cobertura de vídeo podem ser obtidas, se ainda estiverem disponíveis. Emissoras de TV também têm registros do clima na área atingida e muitas vezes têm dados de outros observadores do tempo de áreas abertas dos aeroportos.

**11.6.15 Redes de detecção de raios.** Existem redes que podem ajudar no estabelecimento da hora e local [a menos de 500 m (1.640 pés)] de um raio. Os

dados históricos também são disponibilizados, incluindo relatos de descargas de raios detectados dentro de um período de tempo especificado antes de um incêndio.

**11.6.16 Outras fontes privadas.** Há uma variedade de outras fontes privadas de informação. Estas fontes privadas mantêm uma variedade de registros. Como tal, o investigador de incêndios pode ter de solicitar informações a partir destas fontes adicionais.

**11.7 Conclusão.** O número e a variedade de fontes públicas e privadas para um investigador de incêndios é ilimitado. Embora não se destina a ser, exaustiva, a lista de fontes listadas neste capítulo deve fornecer a um investigador de incêndios certeza de que a sua capacidade de buscar informações sobre um determinado incêndio também é ilimitada.

## CAPITULO 12        PLANEJAMENTO DA INVESTIGAÇÃO

**12.1 Introdução.** Este capítulo trata de estabelecer as considerações básicas de interesse para o investigador antes de iniciar a investigação no local do incidente.

Com a independência do número de pessoas envolvidas, sempre é necessário planejar de antemão a investigação. As considerações para estabelecer o número de investigadores designados, podem ser limitações pressupostas, disponibilidade de pessoal, complexidade, perda de vidas humanas e tamanho do local a ser investigado.

Antes de precisar de determinados recursos, a pessoa responsável pela investigação do incidente deve identificar os recursos que possui e os provenientes de outras fontes. Assim, é responsável de adquirir os recursos adicionais necessários.

Pode solicitar ajuda às autoridades locais ou estatais relacionadas com a constituição, a institutos e universidades e a outros muitos órgãos públicos e privados.

Recomenda-se aplicar na investigação de um incidente o conceito de “trabalho em equipe”. Entende-se que o investigador em muitos lugares terá que tirar fotos, fazer planos do local dos fatos, recolher amostras, entrevistar as testemunhas e responsabilizar-se de toda a investigação sem outra ajuda. Estas funções e outras que são descritas neste documento deveriam ser realizadas com independência do número de pessoas que podem participar da investigação.

**12.2 Informação básica do incidente.** Antes de começar a investigação do lugar dos fatos, ele deverá identificar muitos acontecimentos, fatos e circunstâncias. É importante a precisão, pois um erro nesta fase pode prejudicar os resultados da investigação subsequente.

**12.2.1 Situação do local.** Quando tenha sido informado sobre um incidente, o investigador deve obter da pessoa que o notificou a máxima informação possível sobre a situação do local. Se a distância é grande, deverá tomar as medidas oportunas para transportar a equipe de investigadores ao local dos fatos.

A situação do local do incidente pode exigir também o uso de equipamentos e máquinas especiais (ver 12.4.1).

**12.2.2 Data e hora do incidente.** O investigador deve estabelecer com precisão o dia, mês e hora do incidente. O tempo transcorrido pode determinar o planejamento da investigação. Quanto mais tempo transcorra entre o incidente e a investigação, mais importante será revisar toda a documentação e informação existente: informes do incidente, fotografias, plantas do edifício e diagramas.

**12.2.3 Condições atmosféricas.** O tempo durante a investigação pode obrigar o uso de roupas e equipamentos especiais. Também pode determinar quanto tempo os membros da equipe podem trabalhar no local dos fatos.

Se fizer um tempo muito ruim, terá que tomar maiores medidas de segurança para os membros da equipe. Por exemplo, quando o peso da neve sobre um edifício possa se tornar um perigo.

Fatores como a direção e velocidade do vento, a temperatura e a chuva podem ter afetado a ignição e propagação do fogo.

**12.2.4 Magnitude e complexidade do incidente.** A magnitude e complexidade do incidente e do local onde foi produzido podem ditar a necessidade de ajuda para o investigador. Se o local do incidente é muito grande, pode criar problemas de comunicação aos investigadores, que deverão tomar as medidas oportunas para se comunicarem com eficácia.

A magnitude e complexidade do local dos fatos podem afetar também a duração da investigação e requeiram preparar alojamentos e comida para os membros da equipe. Em geral, quanto maior for o local dos fatos, maior será o tempo dedicado à investigação.

**12.2.5 Tipo e uso do edifício.** O investigador deve investigar o tipo e uso do edifício incendiado. O uso ou ocupação de um edifício (planta industrial, planta de processos químicos, loja, instalação nuclear ou cemitério de resíduos radiológicos) pode obrigar a delimitação especial dos resíduos, ter causado contaminação ou radiação ou inundações no local dos fatos. Além disso, pode ser necessário utilizar roupa adequada contra materiais perigosos ou contaminantes, mascarilhas respiratórias e outros equipamentos protetores para garantir a segurança no lugar dos fatos. As condições em alguns locais podem resultar em perigos, fazendo que os investigadores permaneçam fora por um tempo.

O conhecimento do tipo de construção e materiais empregados oferecerá ao investigador uma informação básica valiosa e lhe permitirá prever as circunstâncias e problemas que possam ser encontrados pela equipe de investigação.

**12.2.6 Natureza e magnitude dos danos.** A informação sobre o estado do local dos fatos pode alertar ao investigador sobre os requisitos especiais para a

investigação, tais como equipes de provas, assistência de especialistas, maior necessidade de pessoal e equipes especiais de segurança. O investigador pode ver-se submetido a limitações de tempo, devendo atuar em consequência.

**12.2.7 Segurança do local dos fatos.** O investigador deve determinar o quanto antes a identificação da pessoa, autoridade ou órgão proprietário ou que controle o local dos fatos, solicitando o direito correspondente de entrada e meios de acesso. Deve levar em conta a segurança no local dos fatos. Se for possível, deve tomar as medidas necessárias para conservar o lugar até a chegada do investigador. Se não for possível, deve procurar tirar fotografias e tomar nota do estado do lugar antes que seja alterado ou submetido à demolição.

**12.2.8 Proposta de investigação.** Objetivo da investigação. Durante o planejamento da investigação, o investigador deve estar consciente de seu papel, fins e responsabilidades. Na investigação podem participar muitos investigadores, públicos ou privados. Por isso é necessária a colaboração e o respeito mútuo entre as investigações.

**12.3 Organização das funções da investigação.** Em todas as investigações há certas funções básicas que devem ser designadas. São as de direção/coordenação, fotografia, tomada de notas, desenho de mapas e plantas (ver capítulo 13), entrevistas às testemunhas (ver capítulo 11), investigação do local dos fatos (ver capítulo 15), recolhimento e conservação das provas (ver capítulo 14) e a avaliação da segurança (ver capítulo 10).

Com frequência se necessitarão também de especialistas em campos como eletricidade, calefação e ar condicionado e outros aspectos da engenharia. Se for possível, o investigador deverá levar em conta essas funções com o pessoal que dispõe. Ao designar as tarefas, o investigador aproveitará as habilidades especiais de cada membro da equipe.

**12.4 Reunião prévia da equipe de investigação.** Se o investigador tiver um tempo, antes de chegar ao local dos fatos deverá realizar uma reunião com todos os membros. O chefe da equipe ou o investigador deve surgir com questões sobre limites jurisdicionais e designar responsabilidades específicas aos membros da equipe. Deverá alertar ao pessoal sobre o estado do local dos fatos e as medidas de segurança que devem tomar.

**12.4.1 Equipes e instalações.** Todas as pessoas que estão no local do incêndio devem ir equipadas com equipamentos de segurança adequados, segundo as necessidades. Também devem ter um jogo de ferramentas básicas de reserva. As ferramentas e equipamentos podem ser necessários em todos os casos, mas ao planejar a investigação, o investigador, se não dispõe de todos eles, deve saber ao menos como obtê-los.

Equipamento de proteção pessoal

Botas ou sapatos de segurança

Capacete de segurança

Equipamento de respiração (de tipo correspondente à exposição)

Óculos protetores

Luvas

Lanterna

Capa protetora

Ferramentas e equipamentos

Água

Alicates (para cortar cabos)

Barbante

Escovas

Câmera e filme

Fita métrica

Bússola  
Copos de isopor  
Tela  
Corda  
Chaves de fenda para vários tipos  
Detector de hidrocarbonetos  
Equipe para escrever/desenhar  
Escada  
Vassoura  
Etiquetas de teste (adesivas)  
Focos  
Machado  
Ímã  
Sabão e detergente para mãos  
Gravador  
Martelo  
Material absorvente  
Canivete  
Pá  
Alavanca  
Pico  
Pinças  
Ancinho  
Recipiente para coleta de amostras (respeito às recomendações, ver seção 14.5)  
Regra

Marcadores

Serra

Tenaz

Toalhas de mão

Toalhas de papel/panos para secar

Voltímetro/ohmímetro

**12.5 Pessoal especializado e consultores técnicos.** Ao planejar a investigação de um incêndio, pode-se necessitar de pessoal especializado que ofereça assistência técnica. A investigação de um incêndio apresenta muitas faces. Se o investigador não está familiarizado com algumas delas, não deve duvidar em chamar outro especialista em investigação de incêndios que tenha mais conhecimentos ou experiência de um aspecto concreto da investigação. Por exemplo, há peritos especialistas em explosões.

Estes peritos ou pessoal especializado podem proceder das universidades, órgãos públicos (federais, estaduais ou locais), sociedades ou órgãos profissionais, empresas consultoras e outras. Quando se chama um pessoal especializado, é importante evitar o conflito de interesses. Por isso, se recomenda identificar de antemão o pessoal que vai manter. Nas seções seguintes estão alguns exemplos de profissões especiais técnicas e científicas, com as áreas que esse pessoal pode ajudar o investigador. Sem embargo, esta seção não trata de recolher todas as fontes possíveis de pessoal especializado e consultores técnicos.

Tem que levar em conta que a investigação de um incêndio é um campo muito especializado. Por isso, os indivíduos que não possuam formação específica e experiência na assinatura da investigação e análise do fogo podem não estar bem qualificados para oferecer opiniões relativas à origem e causa de um incêndio, embora possam ser especialistas em outros campos. Para poder oferecer essas opiniões, geralmente é necessária formação e experiência adicional.

As seguintes descrições são gerais e não implicam que a presença ou ausência de formação na área mencionada afete a qualificação de um especialista.

**12.5.1 Engenheiro ou técnico em materiais.** Uma pessoa com essa formação pode ter conhecimentos especiais de como reagem os materiais a distintas condições, por exemplo, ao calor e ao fogo. No caso dos metais, alguém com formação metalúrgica será capaz de responder a perguntas sobre corrosão, esforços, fadiga ou falhas, aquecimento ou fundição. Um especialista em polímeros ou um químico podem oferecer ajuda sobre como reagem os plásticos ao calor e a outros fatores que se apresentam durante um incêndio e sobre a combustão e inflamabilidade dos plásticos.

**12.5.2 Engenheiro mecânico.** Pode-se solicitar a um engenheiro mecânico para analisar sistemas ou equipamentos mecânicos complexos, como os de calefação, ventilação e ar condicionado (HVAC em suas iniciais em inglês), sobre se esses sistemas podem ter influenciado na movimentação da fumaça dentro do edifício. O engenheiro mecânico tem que ser também capaz de realizar análise de resistência de materiais.

**12.5.3 Engenheiro eletricista.** Um engenheiro eletricista pode oferecer informação sobre os sistemas de alarme contra incêndios do edifício, sistema elétrico, fontes de alimentação e outros equipamentos ou componentes. Também pode ajudar quantificando os parâmetros de operação normais de um determinado sistema e estabelecendo se houve alguma falha.

**12.5.4 Químico/engenheiro químico.** Estas pessoas tem formação em processos químicos, dinâmica de fluidos e transmissão de calor. Em um incêndio com produtos, processos ou plantas químicas, o engenheiro químico pode ajudar o investigador a identificar e analisar as possíveis falhas.

Um químico tem grande formação na identificação e análise dos produtos químicos, que o investigador pode utilizar para identificar uma substância encontrada no local do incêndio. O químico tem que saber realizar ensaios com essa substância para determinar sua reação física e química ao calor. Se existem dúvidas sobre a

toxicidade ou da reação humana a determinados produtos químicos ou produtos da decomposição de outros, o investigador deverá consultar a um químico, um bioquímico ou um microbiólogo.

**12.5.5 A ciência e a engenharia do fogo.** Dentro do campo da ciência e da engenharia do fogo, existem diversas áreas especiais que podem ajudar e assessorar o investigador.

**12.5.5.1 Engenheiro de proteção contra incêndios.** A engenharia de proteção contra incêndios abrange todas as assinaturas tradicionais relativas à ciência e técnica dos incêndios e explosões.

Este profissional lida com a relação de fontes de ignição com os materiais, para saber como o fogo foi iniciado. Estuda a dinâmica do fogo e como isso afeta os diferentes tipos de materiais e estruturas. O engenheiro de proteção contra incêndio também deve saber como os sistemas de extinção (detectores de fumaça, sprinklers ou sistemas de halon) trabalham na detecção e como podem ajudar a analisar por que um sistema não conseguiu detectar ou extinguir um incêndio. Muitas vezes, a complexidade do trabalho exigida do engenheiro de proteção ao fogo conta com a aplicação de outros assuntos das ciências e engenharia para estudar a forma como foi realizado, propagado e extinto o fogo.

Também precisa saber os códigos de proteção contra incêndio, métodos de ensaio, a resistência dos materiais para os modelos de fogo e análise de falhas.

**12.5.5.2 Técnico superior em engenharia de incêndio.** Pessoas que têm um grau de "Bacharelado", Mestrado ou equivalente em engenharia do fogo reconhecido, tecnologia do fogo e segurança de incêndio, ou área afim, que geralmente têm estudado a dinâmica e a ciência do fogo, a investigação dos incêndios naturais ou provocados, técnicas de supressão de fogo, táticas de extinção de um incêndio, gerenciamento de serviços de incêndio, proteção contra fogo de edifícios e sistemas no aspecto de proteção contra incêndio, prevenção de incêndios, materiais perigosos, matemática e ciência da computação aplicada à ciência do fogo de alto nível, o comportamento pessoal diante do fogo, controle de segurança e perda, códigos e normas do fogo e segurança e investigação de incêndio.

**12.5.5.3 Técnico de nível médio de engenharia do fogo.** Pessoas com formação acadêmica em áreas como fogo e tecnologia de segurança ou similares, que, em geral estudou a dinâmica e a ciência do fogo, a investigação das causas de incêndios, técnicas e táticas de supressão de incêndio, projeto de proteção contra incêndio de edifícios e sistemas sob o aspecto de proteção contra incêndio, prevenção de incêndios, materiais perigosos, matemática e ciência da computação do comportamento do fogo e das pessoas em incêndios, segurança e controle de perdas, os códigos de incêndio e as normas e segurança e investigação de incêndio aplicado.

**12.5.6 Especialista Industrial.** Quando a pesquisa afeta uma indústria particular, determinados equipamentos ou processos, pode ser necessário um especialista nessa área para ajudar a compreender os processos envolvidos. Se você também tem experiência nestes riscos específicos de incêndio e nas normas ou regulamentos sobre sua indústria, equipamentos e processos, podem fornecer informações valiosas para o pesquisador. Haja vista que tais especialistas dentro da própria indústria participem de associações profissionais e organismos similares.

**12.5.7 Advogado.** Um advogado pode prestar assistência jurídica no que diz respeito às evidências, às leis, à maneira como acessar a cena de um incêndio e como solicitar autorização judicial.

**12.5.8 Perito/Agente de seguros.** Um especialista ou agente de seguros pode oferecer as informações ao pesquisador sobre o edifício e o que havia antes do incêndio, sistemas de proteção contra incêndios do edifício e o estado desses sistemas. Ele também pode fornecer informações sobre a cobertura de seguro e reivindicações anteriores.

**12.5.9 Cães treinados.** Equipes treinadas podem auxiliar pesquisadores em áreas de localização a recolher amostras para análise laboratorial subsequente para identificar a presença de líquidos inflamáveis.

**12.6 \*Gestão de processos.** Deve empregar um método de organizar as informações geradas durante a pesquisa e coordenar esforços das várias pessoas envolvidas. Isso é discutido no contexto da investigação de grandes incêndios, no capítulo 24 deste guia. Ele é também o assunto de um lote de material de perfil referenciados no final deste guia.

## CAPITULO 13 RELATÓRIO SOBRE A CENA

**13.1 \* Introdução.** Ao registrar o lugar onde ocorreu o incêndio ou explosão, o pesquisador tem por objetivo relatar os fatos como um meio para ajudá-lo a se lembrar de suas observações em um momento posterior e relatar o estado do lugar. Os métodos correntes para atingir esse objetivo são as imagens, vide I, diagramas, desenhos, slides, fitas e notas de áudio.

Um registro completo e exato da cena é vital, pois, a partir desse conjunto de fatos, o pesquisador pode chegar a conclusões e recomendações e apoiá-los com dados. Existem vários meios para ajudar o pesquisador a registrar os dados na cena.

**13.2 Fotos.** Através de fotos ou vídeos você pode ter uma documentação visual do local do incêndio. As imagens podem descrever a cena melhor que palavras. Eles são o lembrete mais eficaz do pesquisador. Marcas e detalhes que tinham sido esquecidos no momento de tirar fotografias ou vídeos, podem tornar-se aparentes depois. Eles também podem apoiar os relatórios e declarações do pesquisador.

Para um fotógrafo vir a dominar seus equipamentos, você pode fazer um curso básico de fotografia ou vídeo através de instituições, um clube de fotografia ou uma loja especializada.

Devem ser tiradas quantas fotografias forem necessárias para documentar e registrar adequadamente a cena do incêndio. Logicamente, os números de fotos tiradas podem ser afetados pelas limitações de tempo e dinheiro, por isso o fotógrafo deve exercer o seu julgamento independente. Melhor tirar muitas fotos do que poucas. Nós recomendamos o uso exclusivo de vídeos ou filmes. Eles são mais eficazes quando utilizados em conjunto com fotografias de papel. Pode ser necessário um equipamento adicional.

**13.2.1 Momento do disparo.** Fotografias tiradas durante o incêndio, ou logo depois, são um importante meio de gravação da cena antes que ela seja alterada, afetada ou até mesmo destruída. O tempo é importante, entre outros motivos:

- (A) Como o edifício está em perigo de ruína iminente ou poderá ser demolido por razões de segurança.
- (B) Uma vez que o estado do conteúdo do edifício cria um ambiente perigoso, que requer uma atenção imediata.
- (C) Por que as provas devem ser documentadas quando aparecem a medida em que são eliminados os resíduos do incêndio, assim como com achados arqueológicos. Se as camadas estão documentadas, podemos compreender melhor o comportamento do fogo.

**13.2.2 Princípios Básicos.** O aspecto mais fundamental da fotografia é que o pesquisador deve conhecer e dominar como a câmera funciona. A maneira mais fácil de saber como a câmera funciona é compará-la com o olho humano.

Um dos aspectos mais importantes que o pesquisador tem de se lembrar durante a filmagem é a luz. Geralmente, no local de um incêndio vão ter objetos em um fundo escurecido, criando condições para tirar uma foto ruim. Como é fácil de imaginar, quando em um lugar escuro a pupila dilata para deixar entrar mais luz. O mesmo vale para a câmera. A pessoa que está em uma sala geralmente escura

coloca luz para ver melhor. Da mesma forma, o fotógrafo pode usar lâmpadas ou flash para melhorar a visão da câmera.

O olho humano e a câmera projetam sobre a superfície sensível de uma imagem invertida sobre a retina do olho e da câmera sobre a película. A quantidade de luz que passa é regulada pela íris (no olho) ou pelo diafragma (na câmera). Em ambos os casos, a câmera através da qual passa a luz está coberta com um revestimento preto que absorve os raios e evita os reflexos parasitas.

Independentemente do tipo de câmera, da velocidade do filme, ou se estiver tomando slides ou filme, recomenda-se que o filme seja em cores. A vantagem da película a cores é que o produto final pode representar mais realisticamente o local do incêndio, pois mostra as variações de cor entre os objetos e as manchas de fumaça.

**13.2.2.1 Tipos de câmeras.** Existe uma infinidade de tipos de câmeras, que vão desde modelos baratos e pequenos, aos mais sofisticados com uma variedade de acessórios.

Algumas câmeras são totalmente automáticas, o que oferece a alguns pesquisadores uma sensação de facilidade, sabendo que tudo o que eles têm de fazer é olhar e fotografar. Estas câmeras ajustam com sensibilidade da película de acordo com um código impresso na bobina; regulando a abertura da lente ( $f$ ) e concentrá-la por meio de um raio infravermelho.

Às vezes, o pesquisador vai preferir uma câmera manual para tirar fotos especiais que não poderia fazer com a câmera automática. Por exemplo, com uma câmera manual, você pode tomar uma série de imagens que variam gradualmente a exposição para garantir que pelo menos tem uma boa luz quando é difícil de medir. Existem outras câmeras que podem ser utilizados no manual ou automática. A maioria dos pesquisadores prefere a câmera automática.

O melhor formato de câmera é o SLR, com uma única lente de 35 mm, mas se o pesquisador não tem câmera de 35mm, você pode usar as seguintes instruções. Uma vantagem é dispor de mais outra câmera instantânea, ou seja, revelando fotos instantaneamente, especialmente se a foto é um teste valioso.

**13.2.2.2 Filmes.** Existem muitos tipos de filmes com várias sensibilidades de cores para fotos e slides. Existem numerosos tipos de sensibilidade (medido em graus ASA), especialmente em 35mm. O filme mais comum e mais utilizado por pesquisadores de um incêndio é de 35 mm, vamos falar apenas sobre a sensibilidade deste filme. A gama de sensibilidade vai de 25-1600 ASA até 6.400 cores e a preto e branco. Estes números representam apenas um índice. Quanto maior o grau ASA, requer que se leve menos filme. Um filme de muitos ASA (mais rápido) é melhor com pouca luz e não há flash, mas tem a desvantagem de que as extensões são piores, porque você vê o grão. O investigador deve usar o filme com menos ASA, que pode trabalhar bem, porque você pode ter que fazer ampliações. Mais filme usa 100 a 400 ASA. O pesquisador deve praticar até encontrar um filme e o tipo de ASA com que possa trabalhar bem em qualquer situação.

**13.2.2.3 Fotografia Digital.** Com o avanço da tecnologia da informação e melhores câmeras digitais e tecnologia, há uma série de elementos que melhoraram em relação à aceitação da fotografia durante o depoimento. Desculpe, não há uma resposta definitiva sobre a aceitação destas fotografias em tribunais. Como todas as fotos, ainda precisam passar no teste de "representação confiável e precisa" e "relevância declaração". Embora seja possível o formato digital, devido aos problemas de admissibilidade, o filme impresso deve ser o principal meio de fotografia. Uma cópia ou fotos redundantes utilizando diferentes câmeras e formatos, proporciona ao pesquisador uma melhor chance de ter a cena documentada.

Se o formato digital é usado, a câmara de alta resolução irá fornecer a maior qualidade de fotografias ao investigador. Considerações adicionais sobre o tipo de câmera selecionada será o mesmo que para a seleção e uso da fotografia normal (tais como lentes, flash, metro, e assim por diante). A última relacionada com o uso da fotografia digital é o uso de impressão em papel de alta qualidade quando cópias impressas de fotografias são feitas.

**13.2.2.4 Lentes.** Câmera de lente é utilizada para deixar a luz e focar a imagem na superfície do filme. A maioria das lentes modernas são compostas, ou

seja, um alvo na verdade tem várias lentes. Para obter fotos de qualidade, o perito de incêndio tem que entender o funcionamento elementar das lentes. A superfície convexa da lente recolhe a luz e envia-a para a parte de trás da câmara, onde a película está. A abertura é ajustável, o espaço da lente pode permitir uma certa quantidade de luz. Como a abertura fica menor (aumenta o valor de "F"), a lente permite a entrada de menos luz. Os graus de abertura são marcados em um anel que se move ao redor da lente. Tipicamente, quanto maior for a abertura utilizada, a melhor qualidade da imagem.

A distância focal de uma lente vai desde a linha normal (50 mm- bastante semelhante ao olho humano) para uma grande angular (28 mm ou menos) ou maior (100 mm ou mais), o que é geralmente lentes de telefoto ou zoom. O investigador deve saber o comprimento focal a ser utilizado com mais frequência e se familiarizar com todos os tipos de acordo com seus objetivos.

A área de maior profundidade de campo ou definição é a distância entre os objetos mais próximos e mais distantes que parecem focados em fotografia. A profundidade de campo depende da distância ao objeto fotografado, a abertura da lente e a sua distância focal. A profundidade de campo também determina a qualidade de detalhes nas fotos que o pesquisador pretende realçar. Para um dado f, quanto menor for a distância focal da lente, maior será a profundidade de campo. Para uma distância focal dada, maior a f (menor abertura), maior profundidade de campo. Quanto maior a profundidade de campo, mais detalhes a foto terá. Esta é uma técnica importante que o pesquisador deve dominar. Portanto, estes são os dados da lente com a qual você deve estar familiarizado. Se você usar uma câmera com lente fixa, o pesquisador não precisa se preocupar com essas configurações, que já estão incorporados para lente de fábrica. Recomendamos a utilização de uma distância focal de lente com zoom médio, por exemplo, 35-70 mm, o que lhe permite capturar fotos com grande ângulo e com boa profundidade de campo, que permite tirar fotos aproximadas (macro).

**13.2.2.5 Filtros.** O pesquisador deve saber que o uso de filtros em cores pode lhe trazer problemas. Se você estiver resultados desconhecidos, recomenda-se

não usar filtros. Ao tirar fotos com filtros de cores, deve-se utilizar um filtro limpo. Para proteger a lente geralmente pode-se usar um filtro claro.

**13.2.2.6 Iluminação.** A melhor fonte de luz é o sol. Não existe luz artificial alguma que possa ser razoavelmente comparado com a cor, definição e clareza fornecida pela luz solar, mas ao amanhecer ou anoitecer, dentro de um edifício ou de uma sala ou em um dia nublado, é provável que uma luz auxiliar, que pode vir de um foco ou um flash independente construído na câmera seja necessário.

Como uma área que foi queimada não produz reflexos, é útil iluminar artificialmente com holofotes. No entanto, para isso, uma fonte de alimentação, que pode ser um gerador portátil ou um extensor de tomada, é necessário.

Para pesquisar o flash é necessário. O flash deve ser removível da câmera, ele pode ser usado oblíquo à direção da lente. Isso é importante para reduzir o brilho, profundidade e textura para expandir as áreas danificadas pelo calor e chamas. Outra vantagem é que o flash destacável, se você fotografar uma área mais ampla, você pode mudar o ângulo e a distância entre o flash e o assunto.

Uma técnica para cobrir uma grande área com várias fotografias, é chamado de "pintura fotográfica", o que é feito colocando a câmera em uma posição fixa, com o obturador aberto e disparar um flash a partir de ângulos diferentes para iluminar diferentes objetos ou uma grande área de vários ângulos. Este mesmo efeito pode geralmente ser obtido usando vários ativadores remotos de flash chamados escravos.

Para close-ups, um flash rodado reduz o brilho e proporciona uma iluminação adequada do objeto. Você também pode usar vários flashes para obter o mesmo efeito que flash rodada produz colocando-os em um ângulo oblíquo.

Você pode tirar uma foto de um cartão padrão com um cinza 18% para a calibração em fase de impressão da fotografia PHS, por exemplo, no primeiro rolo de película. Isto indica a intensidade da luz do flash usados em cada cena.

O investigador deve garantir que o brilho ou o reflexo das lâmpadas de flash não distorcem a aparência real de um objeto. Por exemplo, o reflexo pode fazer com que marcas de fumaça apareçam ou não apareçam. Por outro lado, as sombras

criadas pelo flash podem ser interpretadas como marcas de queimadura. As lâmpadas usadas nas câmeras de vídeo podem causar os mesmos problemas.

Para reduzir este problema pode ser usado flashes de ângulos variáveis, difusores de luz ou outras técnicas.

O investigador deve fotografar tão importante, que deveria refazê-lo várias vezes com diferentes aberturas ou tempo de exposição, para garantir que seja possível chegar a uma conclusão adequada.

**13.2.2.7 Tipos especiais de fotografias.** Tecnologia moderna permite fotografias especiais. Em certas circunstâncias pode tirar fotos de microscópio, infravermelho ou laser. Por exemplo, foto laser pode pegar uma impressão digital em um corpo.

**13.2.3 Técnicas de Composição.** Fotografias podem ser a evidência mais convincente para a pesquisa sobre a evolução do fogo.

Na investigação de um incêndio deve-se tirar uma série de fotografias que refletem a estrutura ou edifício e conteúdo remanescente na cena. Normalmente, o pesquisador tira uma série de imagens do exterior para o interior do edifício e das áreas que não foram queimadas para os mais queimados. Finalmente, tirar fotografias da área e ponto de origem do fogo e os elementos que podem ter causado isso.

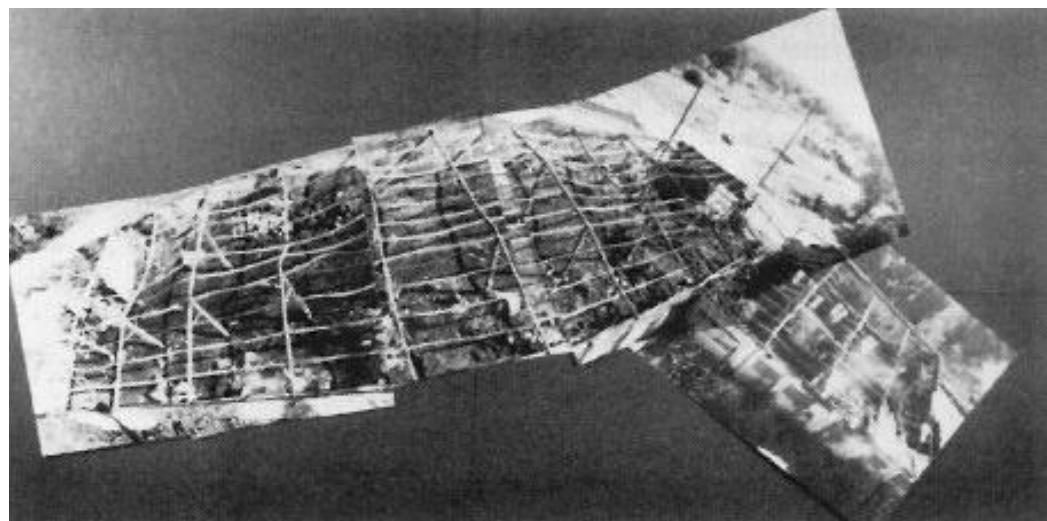
É interessante que se documente imagens de todos os locais, não apenas do ponto de origem suspeito, pois isso pode ser útil para demonstrar a propagação do fogo ou evidências em áreas não afetadas.

**13.2.3.1 Fotos sequenciais.** Fotos sequenciais ajudam a entender a relação entre um pequeno objeto e outros objetos existentes em uma área conhecida. Primeiro, o pequeno objeto a uma distância onde ele estará em relação aos objetos presentes foto. Segundo, mostra que outras fotos são tiradas mais perto de um primeiro plano do objeto (*veja a Figura 13.2.3.1*).



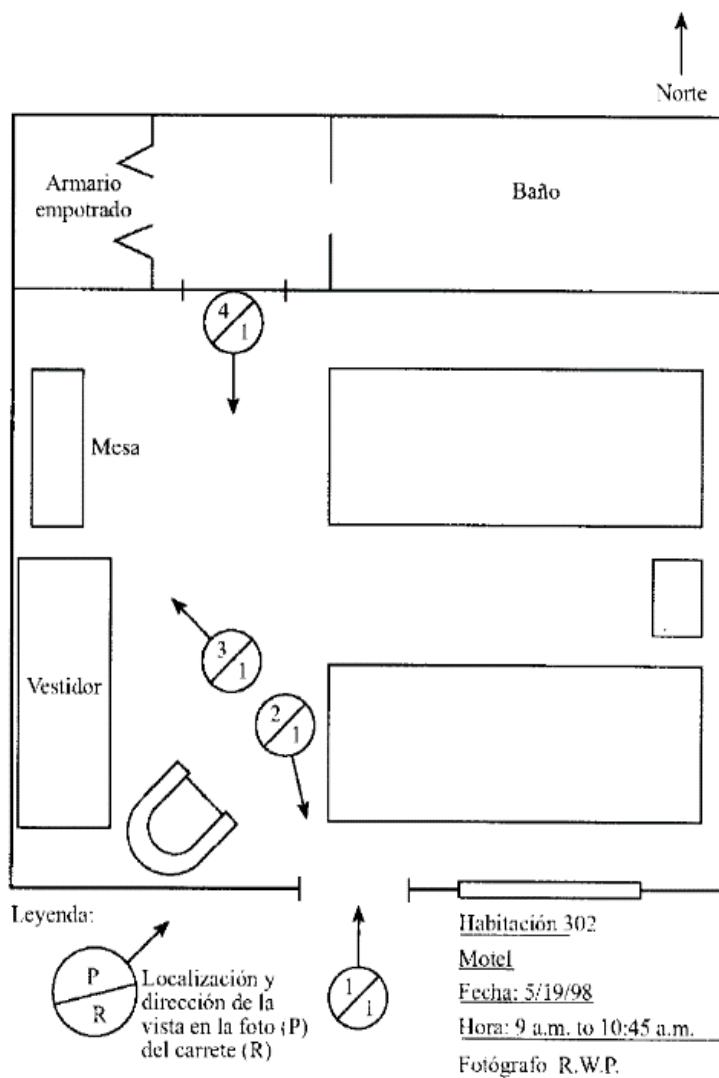
**FIGURA 13.2.3.1 fotos sequenciais de uma cadeira.**

**13.2.3.2 Mosaicos.** Ao não se ter uma lente grande angular e deseja obter uma visão panorâmica, pode ser útil para fazer um mosaico ou “colagem” de fotos. Isto é feito através da montagem de um número de sobreposição de fotos que você vai ver mais de uma visão área esférico, como mostrado na Figura 13.2.3.2. O carregador deve identificar algum marco no visor horda que aparecem na foto, e tirar a próxima foto a partir do mesmo ponto para o lado. Em seguida, devem ser montadas as duas imagens para se obter uma imagem maior da câmera é ser capaz de cobrir com um único tiro.



**FIGURA 13.2.3.2 Mosaico de fotografias de um incêndio em um armazém tiradas desde a cabine de um caminhão guindaste.**

**13.2.3.3 Diagrama de fotos.** Também poderia ser útil para investigar fotos diagrama dor. Quando você fez a planta, você pode copiar e setas apontando o caminho que a foto foi tirada. Após as setas e fotos numeradas. Um diagrama deste tipo pode ser semelhante ao da Figura 13.2.3.3.



**FIGURA 13.2.3.3** Diagrama mostrando a posição está a fazer fotos.

É necessário anotar o nome do fotógrafo, identificando o local do incêndio (o número de incidentes ou endereço) e a data em que foram tiradas as fotografias. No entanto, nem sempre é necessário registrar o momento exato em que as fotos são tiradas, embora haja casos em que o tempo seja importante para se entender o que a imagem mostra. Ao fotografar um objeto idêntico, condições de luz natural ao meio-dia pode dar uma imagem fotográfica muito diferente se a foto é tirada última durante a noite ou ao entardecer. Quando a iluminação é importante em si deve indicar a hora aproximada do dia em que a foto foi tirada. Também deve observar em fotos tiradas antes de extinguir o fogo, pois isso pode ajudar a definir o desenvolvimento do incêndio.

**13.2.3.4 Assistente Fotógrafo.** Se tem uma pessoa para tirar as fotografias que não seja o investigador de incêndios, este deve monitorar os ângulos e composição para garantir que se tenha as imagens necessárias para documentar a sua investigação. Investigadores devem dizer aos fotógrafos o que eles querem, porque eles podem não ter a oportunidade de voltar à cena. Investigadores não devem presumir que o fotógrafo entende o que são essenciais para as fotos.

**13.2.3.5 Fotos ante os tribunais.** Um investigador de incêndios pode prestar depoimento e fotos junto aos tribunais. Uma exigência local de todas as jurisdições é que a foto é relevante para o testemunho. Também pode haver outros requisitos, como por exemplo que os objetos não sejam inflamáveis ou que a imagem seja clara e sem distorções. Na maioria dos tribunais, se a imagem é importante para o testemunho, o fotógrafo geralmente superar objeções. Como as primeiras fotografias coloridas foram fornecidos como prova em uma prova de fogo, a maioria das jurisdições não distinguem entre fotos coloridas e em preto e branco, caso preencham os demais requisitos legais.

**13.2.4 Vídeo.** Nos últimos anos tem sido produzida novidades graças ao uso de câmeras de vídeos com filme acessíveis a não profissionais. Existem câmaras de forma diferente como VHS, BETA e 8 mm. O vídeo é uma ferramenta muito útil para o investigador de incêndios. Uma grande vantagem do vídeo é a sua capacidade de orientar quem assiste quanto a cena do fogo através do movimento progressivo do ângulo de visão. De alguma forma isso pode ser semelhante ao uso de diagramas, fotos, fotos numeradas tudo em um só recurso.

Ao tirar vídeo ou filme deve evitar efeitos como zoom ou outros que podem exagerar um objeto ou distorce-los, pois isso pode ser considerado subjetivo e não ser considerado como não provas objetivas, que é o mais exigido nas regras de evidência. Outro uso do vídeo é para entrevistar testemunhas, tais como ocupantes ou suspeitos, quando seja importante para documentar em suas teses. Se o investigador ou júri tiverem que analisar o comportamento da testemunha, o vídeo pode vezes muitas vezes fazer-se útil para atingir este objetivo.

Nós não recomendamos o uso exclusivo de vídeos ou filmes, pois este tipo de recurso pode ser considerado menos objetiva e menos confiável do que a fotografia. O vídeo deve ser sempre usado com imagens estáticas.

Um vídeo do fogo pode ser um método de gravação e documentação da cena do incêndio. O pesquisador pode comentar sobre as observações, semelhante a um gravador no modo de áudio normal, durante a gravação de cena do incêndio. O benefício adicional é que o pesquisador possa melhor lembrar a cena do fogo, especificamente marcas de queimaduras ou evidência de artefatos, a sua localização, e outros elementos importantes na cena. Embora usado neste método, a gravação não é necessária para apresentação posterior, é simplesmente um outro método pelo qual o pesquisador pode registrar e documentar a cena do incêndio.

Também pode ser eficaz para a análise das evidências destrutivas. Gravando as filmagens, você pode documentar o status e posição de particular evidência.

**13.2.5 Atividades sugeridas.** O relatório será melhor se você puder documentar todos os aspectos possíveis da atividade prática ou resultados no local de um incêndio. A documentação deve incluir atividades de supressão, remoção de escombros e investigação da origem e causa do incêndio.

**13.2.5.1 Durante o incêndio.** Se você puder, você deve tirar fotos do fogo enquanto ele está ocorrendo. Isso ajuda a mostrar o desenvolvimento das operações de combate a incêndio e de fogo. Como a fase de remoção de detritos, muitas vezes envolve mover o conteúdo e, por vezes, os elementos estruturais do edifício, fotografar este estágio vai ajudar a entender melhor como o lugar era antes do incêndio.

**13.2.5.2 imagens de multidões ou de pessoas.** Fotografias de multidões às vezes são valiosas para identificar indivíduos que podem ter dados adicionais que são de interesse para a investigação.

**13.2.5.3 Imagens da extinção do fogo.** Atividades de extinção de incêndio que afetam a pesquisa são, por exemplo, a operação de sistemas automatizados e as atividades do fogo, se possível. Todos os aspectos destas atividades, tais como situação dos hidrantes, posição das viaturas dos bombeiros, encaminhamento do tubo, a localização das linhas de ataque, etc., desempenham um papel no resultado do incêndio. Portanto, esses elementos devem ser fotografados.

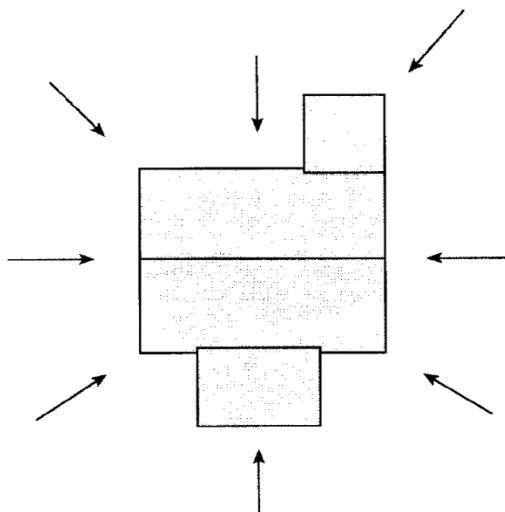
**13.2.5.4 Fotos ao ar livre.** Determinar o status do local do incêndio, tirar uma série de fotos do lado de fora. Incluindo sinais de trânsito, vias de acesso, números de casas ou outras referências que podem ser facilmente identificados e são susceptíveis de permanecer por muito tempo. Também deve fotografar a área circundante que pode oferecer testes remotos, por exemplo, proteção de incêndio ou danos da exposição. Você também tem que tirar fotografias exteriores de todos os cantos do edifício e fachadas, através das quais seja possível estudar todos os elementos estruturais e sua relação mútua. (*Veja a Figura 13.2.5.4*).

**13.2.5.5 Fotos da estrutura.** Fotografias da estrutura que documentam o dano recebido por sua exposição ao calor e chamas. Estas imagens podem ter marcas de queimadura que permitem acompanhar a evolução do fogo e ajudar a determinar a sua origem.

Um procedimento recomendado é tirar fotos de todos os ângulos possíveis pontos de vista e fora do edifício. Cantos oblíquos da foto podem fornecer orientação. As fotos devem apresentar todos os ângulos necessários para explicar plenamente a condição do edifício.

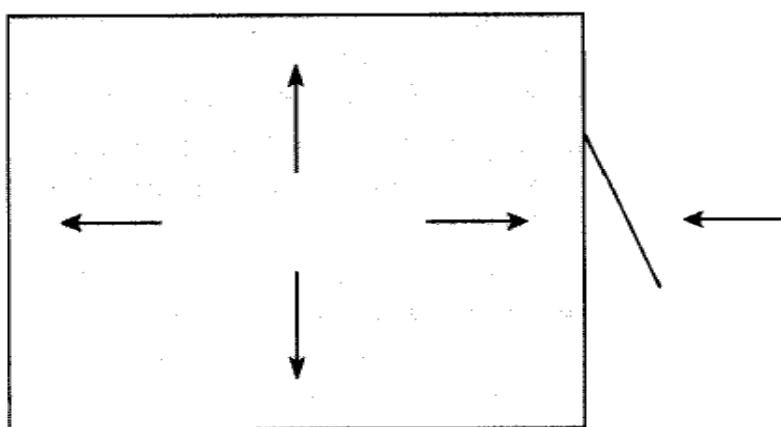
As fotografias deverão ser tiradas de falhas estruturais, por exemplo, janelas, tetos ou paredes, pois essas falhas pode alterar o caminho de propagação do fogo e desempenham um papel importante no resultado final. Devemos também fazer fotos fotografias que revelam as deficiências e não-conformidade estruturais, porque propagação e marcas de incêndio podem ser determinada por tais deficiências.

**FIGURA 13.2.5.4 A cena do incêndio deve ser fotografada de todos os ângulos e cantos.**



**FIGURA13.2.5.4 A cena do incêndio deve ser fotografada de todos os ângulos e cantos.**

**13.2.5.6 Fotos dentro de casa.** As fotos do interior são igualmente importantes. Condições de luz são susceptíveis de ser diferente do que o exterior, o que vai requerer o ajustamento dos parâmetros metros, mas a meta (Documento de seguir o caminho de propagação de fogo para a sua fonte) são os mesmos. Devem ser legítimos todos os pontos de marcas já existentes ou criadas pelo fogo e todos os de fumaça, calor e ventilação queimaduras. Figura 13.25.6 (a) é um diagrama de fotos básicas.



**FIGURA 13.2.5.4 A cena do incêndio deve ser fotografada de todos os ângulos e cantos.**

Devem fotografar os quartos adjacentes para a origem do incêndio, embora não tenham sido danificados. Além disso, o interior dos armários e vazios. Em pequenos edifícios isso pode significar todos os quartos, mas no geral, não é necessário fotografá-las tudo, ao menos que seja necessário para documentar a presença, ausência ou status do seu conteúdo. Tem que atirar em todos os aparelhos ou equipamentos de produção de calor nas imediações da fonte de fogo ou perto dessa área, tais como fornos ou fogões para documentar o seu papel, se ele tem estado na origem do fogo.

Infere-se ter que atirar em todos os móveis em sua posição original, antes e depois da reconstrução, e áreas sob mobiliário ou outros conteúdos (ver Figura 13.2.5.6(b))



**FIGURA 13.2.5.6 (b) protegido de cabo calor radiante pequeno tijolo.**

É importante posicionar as portas e janelas durante um incêndio. Então tem que ser tiradas fotos para documentar essas informações e as marcas resultantes devem ser fotografadas assim como partes internas de proteção contra incêndio como detectores, *sprinklers*, extintores usados, fechaduras ou *firewall*. É necessário fotografar os relógios para contar o tempo em que deu início o incêndio até o término do mesmo.

**13.2.5.7 fotos das entradas em serviços e dispositivos.** Deve ser fotografado todos os insumos (energia elétrica a gás) e controles, tanto dentro como fora do edifício. Por exemplo, medidores de gás e eletricidade, reguladores de gás e sua posição em relação ao edifício. Além disso, os postes que têm elétrica perto do edifício onde o transformador é queimado e a construção e serviços elétricos inserindo os quatro cilindros de fusíveis ou disjuntores. Se há aparelhos a gás na área de origem do incêndio, deve-se fotografar a posição de todos os controles que eles têm. Quando as caixas dos disjuntores forem fotografadas, tem que ser vista a posição de todas as alças e do plano mostrando a que cada disjuntor corresponde. Igualmente deve-se fotografar todos os cabos e partidas dos serviços de bombeiros.

**13.2.5.8 disparos de teste.** Devem ser fotografados no local dos fatos todos os objetos que podem ser usados como evidência e editado no escritório ou laboratório do pesquisador, caso uma imagem com mais detalhes seja necessária. Durante a escavação das camadas de detritos, itens que aparecem podem ser reconhecidos ou não em evidência. Ao tirar fotografias de valor arqueológico, deve ser permanentemente documentado o status e posição de evidências que possam ter relevância vital. Fotografias orientadas, testes em sua posição original e mostrar o seu estado para encontrá-los. O teste é essencial em qualquer litígio e fotografias dos testes são importantes se estiver bem identificada. Nas fotografias dos testes devem ser utilizados outros objetos para identificar um tamanho relativo. Pode ser usado para ele outros objetos, por exemplo, uma moeda. Antes de tirar a foto com a régua ou o objeto de referência, devemos imaginar fotografar o único teste.

**13.2.5.9 fotos das vítimas.** É necessário documentar a posição dos ocupantes e fotografar qualquer evidência de ações que tenham feito. Por exemplo, marcas nas paredes, as camas onde estavam ou áreas encontradas pelo corpo devem ser protegidas (*ver figura 13.2.5.9*). Se mortos, deve registrar se corpos apresentam marcas de tiro ou feridas, sobreviventes e suas roupas rasgadas.



**FIGURA 13.2.5.9 Área protegida onde o corpo foi encontrado.**

**13.2.5.10 imagens do ponto de vista das testemunhas.** Se durante uma investigação de qualquer testemunha for possível comprovar o que ele observou a partir de um certo ponto de vista, deve-se tirar uma foto do mesmo lugar ou o mais próximo possível do original. Esta foto pode direcionar todas as pessoas que participam da investigação ou de um júri. Do ponto de vista da testemunha, apoiar ou refutar a possibilidade de que a testemunha viu o que ele diz que tem visto.

**13.2.5.11 Aéreas Fotos.** Fotografias tiradas de dentro de um avião ou helicóptero de um elemento, que pode ser a escala de um edifício ou do incêndio, muitas vezes pode revelar marcas de propagação do fogo. As fotografias aéreas podem ser caros e apresentam diferentes problemas que afetam a qualidade de seus resultados. Se for necessário tirar fotografias aéreas, sugere-se que o pesquisador solicite dicas, conselhos ou assistência de um fotógrafo aéreo.

**13.2.6 Conselhos sobre fotografia.** Pesquisadores devem se lembrar de algumas dicas básicas para fotografias.

(A) Quando o profissional chegar ao incêndio e depois uma foto de uma placa padrão com um cinza 18%, você deve levar também uma foto ou arquivo que possui informações e que identifica a localização (localização, data, etc.)

(B) Você deve colocar uma etiqueta em cada bobina após o uso para evitar a perda ou confusão.

(C) O orçamento de pesquisa permite escolher rolos de filme de carga em vários tamanhos diferentes, que podem apresentar menor custo em determinadas situações.

(D) Levar um tripé torna-se confortável para fotos em mosaico, para aliviar o peso da câmera e evitar que as imagens se movam e para permitir manter a câmera longe do entulho. Uma liberação rápida do tripé economiza tempo.

(E) Não misturar fotos de vários incêndios no mesmo rolo. Antes de deixar a cena, você deve tirar todas as fotos que você precisa e obter o carretel da câmera. Isso evita confusão e problemas no futuro.

(F) Você deve levar baterias de reserva, especialmente no tempo frio, por que pode acabar antes do previsto. Existem diferentes tipos de baterias, algumas maiores e mais longas.

(G) O investigador deve lembrar que as pilhas e baterias não podem ser deixadas na câmera por um longo tempo. Se as pilhas vazarem, pode causar vários problemas em sistemas elétricos e de câmara mecânica.

(H) não feche a alça da câmera ou outros objetos da lente ou do flash. Além disso, quando preparar a câmera e estiver pronto para acioná-la, você deve abrir os olhos para ver se as luzes piscam.

**13.2.7 Apresentação de fotografias.** Existem vários métodos para o pesquisador apresentar os relatórios, diagramas e fotografias. A consideração secundária para ajudar na sua preparação é seguir as orientações ou práticas utilizadas para fazer uma apresentação mais informativa. O pesquisador deve determinar o método de apresentação e verificar quais os tipos de fotografias são aceitas em tribunal. Além disso, o pesquisador deve identificar e obter o

equipamento que pode ser necessário para ajudar na apresentação, configurar e testar o equipamento antes do uso. A preparação é um dos aspectos mais importantes da apresentação de elementos de prova.

**13.2.7.1 Fotos ou slides.** Ambos os formatos têm vantagens e desvantagens. A vantagem dos slides é que eles podem fornecer imagens maiores gratuitamente. Quanto aos slides apresentados em tribunal, todos os membros do júri devem estar atentos aos fatos e provas apresentadas pelo pesquisador, ao passo que, um jurado pode se lembrar de algum fato.

Pode ser interessante usar ampliações em formato de pôster. Por outro lado, durante uma longa declaração/explicações muito detalhada, é muito difícil usar lâminas sem colocar um projetor. Neste caso, as fotos são mais fáceis de gerenciar e analisar. Quando slides são utilizados podem ser apresentados problemas de alcatrão como a queima da lâmpada de projetor. Neste caso, não haveria alternativa senão continuar apresentando ao tribunal a cena sem demora. Fotos não exigem meios mecânicos para ver e é mais fácil fazer a identificação ou dados descritivos da mesma foto ou um papel anexado.

**13.2.7.2. Apresentação de vídeo.** O uso do vídeo é uma excelente metodologia para apresentação de informações importantes em um comunicado. A chave para o uso adequado da apresentação de vídeo é a certeza de que o tamanho da tela é suficiente para permitir que você veja todas as partes corretamente. Os usos de monitores adicionais podem ser úteis para resolver este problema. O pesquisador deve conhecer os problemas possíveis quando for preparar a apresentação de vídeo, como espectadores acostumados à qualidade de vídeo profissional.

**13.2.7.3 Apresentações de computador.** O progresso e crescimento na utilização de apresentações baseadas em computador, dá ao pesquisador uma excelente ferramenta para a apresentação. Como com outras formas de apresentação, estes programas têm vantagens e desvantagens inerentes. Apresentações de computador fornecem ao usuário a capacidade de adicionar desenhos e fotografias no mesmo slide, e outras características marcantes ou fornecer informações que podem melhorar a capacidade do observador para entender as relações e as informações que estão ocorrendo. O investigador deve ter

disponíveis recursos de emergência, como fotografias e desenhos originais, se qualquer problema de incompatibilidade entre programas ou mais computadores ocorrer, de modo a se prevenir ou aumentar a sua eficácia.

**13.3. Tomar notas.** Tomar notas é um complemento de desenhos e fotografias e deve ser usado principalmente para completar os objetos e documentos que não podem ser fotografadas, ou desenhados, por exemplo:

- a) nomes e endereços.
- b) os modelos e números de série.
- c) as declarações.
- d) Número de fotos.
- e) Identificação de objetos.
- f) Os tipos de materiais (por exemplo, painéis de madeira, espuma, carpete).

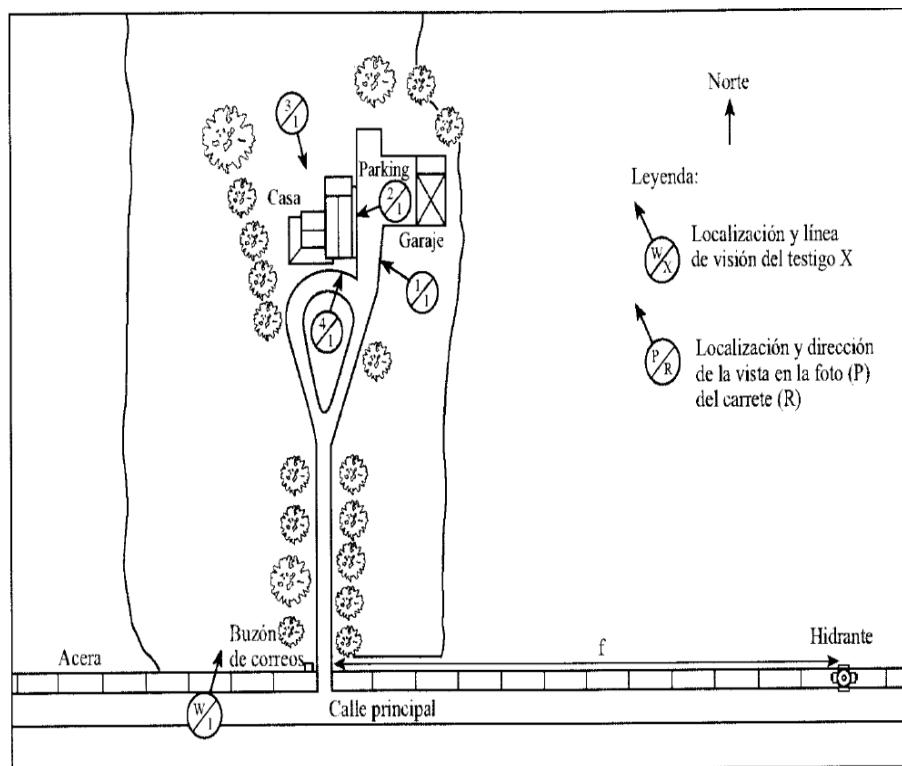
Para muitos pesquisadores ditar as suas notas em cadernos. Como às vezes pode ser difícil de compreender frases, escrever bem é perfeitamente aceitável a visão transcrita antes de apresentar uma fita gravada. Quanto ao investigador de dados ou análises críticas documentadas, deve ter cuidado e não confiar apenas nas fitas ou a evidência coletada por uma equipe.

**13.4 Desenhos.** O pesquisador pode fazer diferentes tipos de desenhos como desenhos, diagramas e gráficos para ajudá-lo a documentar e analisar o local do incêndio. Dependendo do tamanho e da complexidade do incidente, pode ser usada várias técnicas para preparar desenhos. O detalhe exigido nesses desenhos fica a critério do investigador. Como fotos, desenhos são usadas para suportar a memória quando o pesquisador tem a oportunidade de inspecionar a cena.

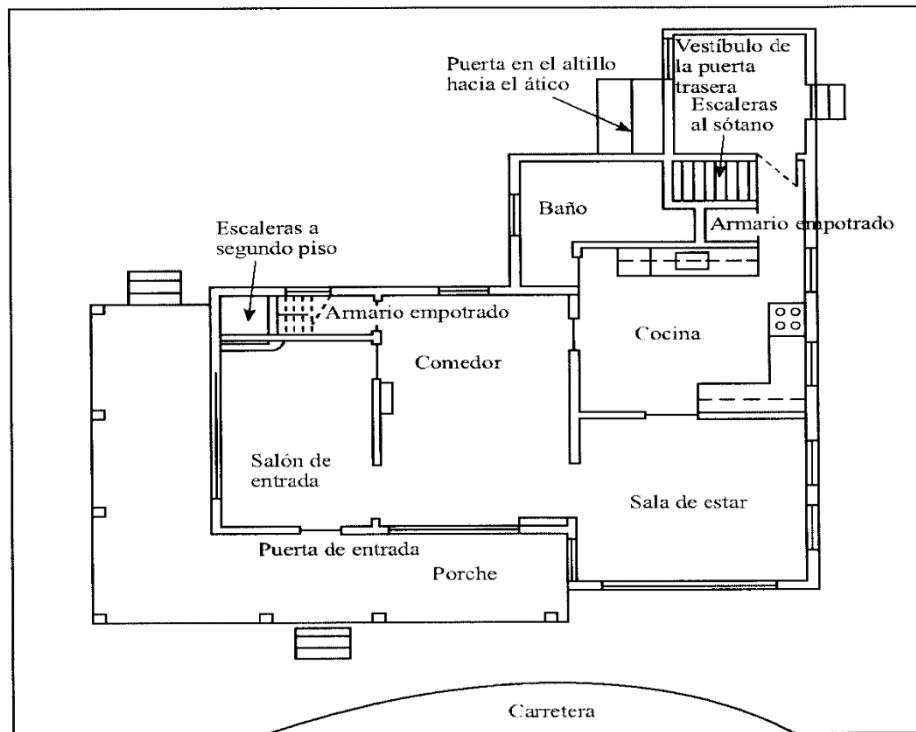
**13.4.1 Desenhos de investigação de incêndio.** Depois de escolher o nível de detalhe que você quer fazer o desenho, os investidores de um incêndio têm que decidir como desenhar as marcas observadas durante a investigação. Novamente deve estabelecer o nível de detalhe que você quer fazer, sabendo que é a única

pista que vai ter para documentar os fatos. Esse nível pode ser uma abordagem geral ou medição precisa. Junto com a fotografia como os desenhos das marcas causadas pelo fogo são uma boa documentação da cena e pode ajudar a investigação quando considerada, se de repente já teria ou não tinha antes.

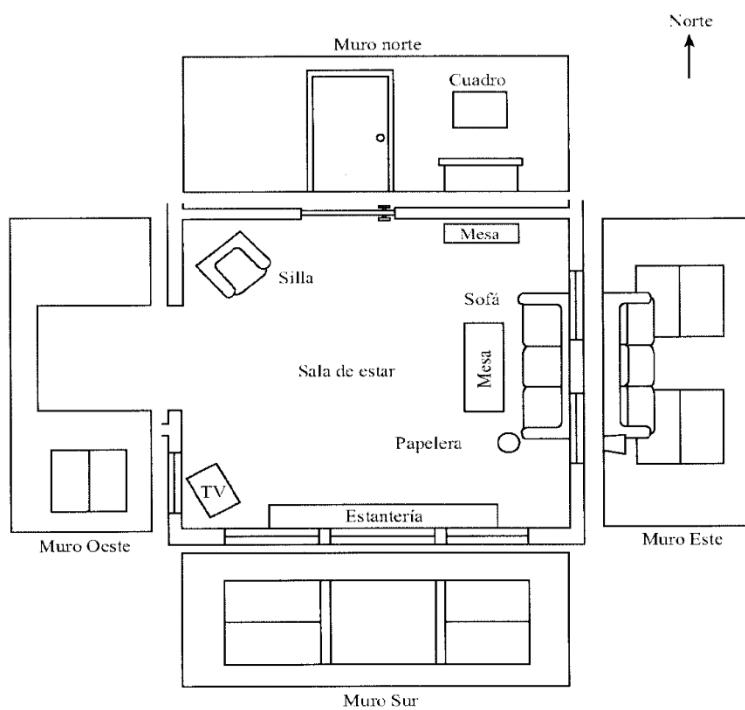
**13.4.2 Tipos de desenhos.** Pesquisador pode fazer vários tipos desenhos para ajudá-lo a analisar ou explicar um incêndio. Nas figuras 13.4.2 (a) para 13.4.2 (f) ofereceu alguns desses caras.



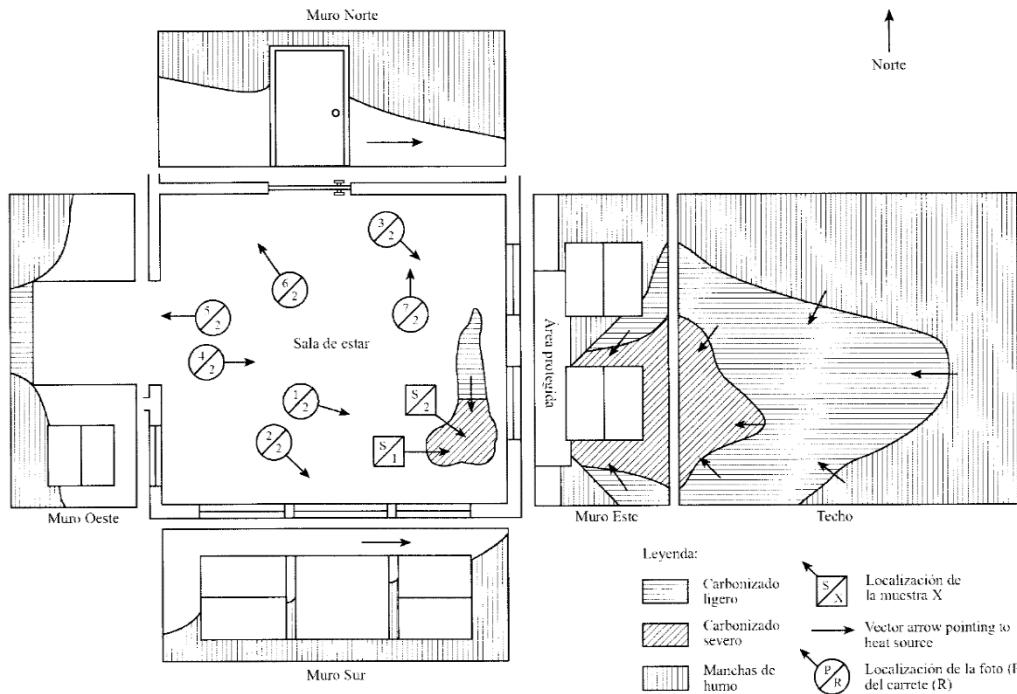
**FIGURA 13.4.2 (a) Planta do local, mostrando a posição das fotos e testemunhas**



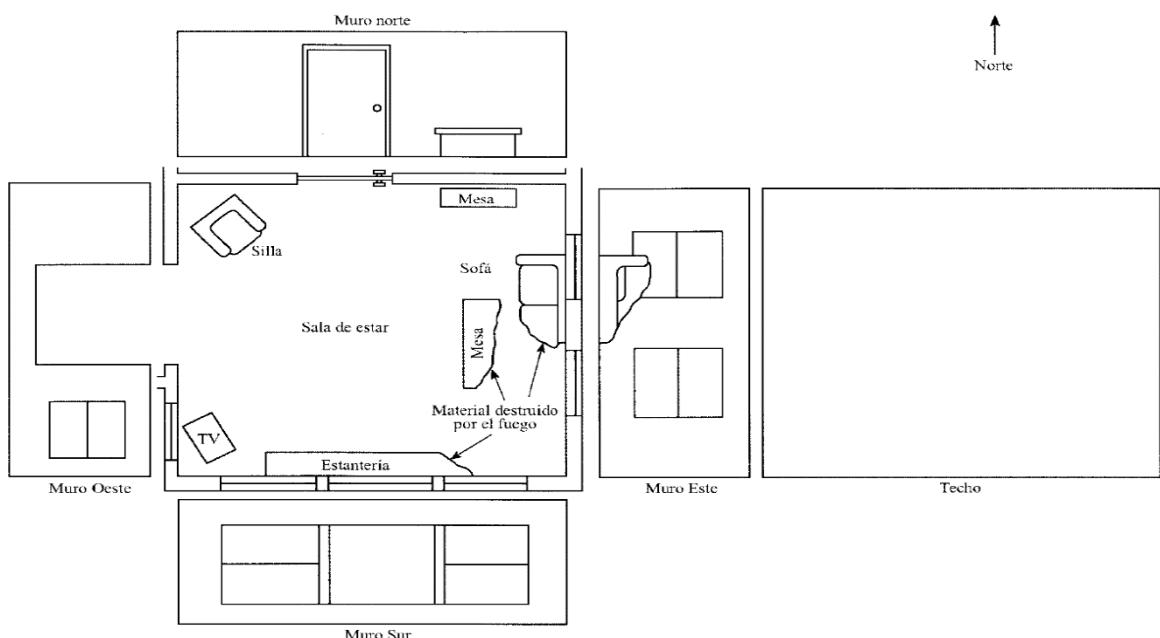
**FIGURA 13.4.2 (b) Piso plano em detalhe.**



**FIGURA 13.4.2 (c) Diagrama dos conteúdos antes do incêndio.**

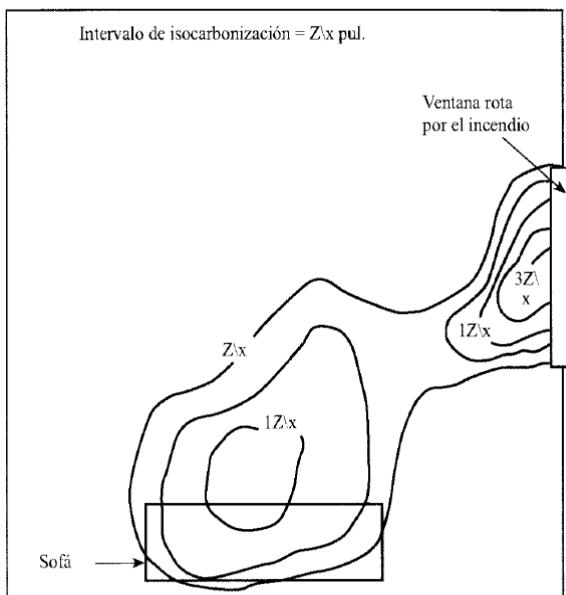


**FIGURA 13.4.2 (d) diagrama de decomposição de uma sala onde você pode ver as marcas de danos, em vez das amostras e depois das fotos.**



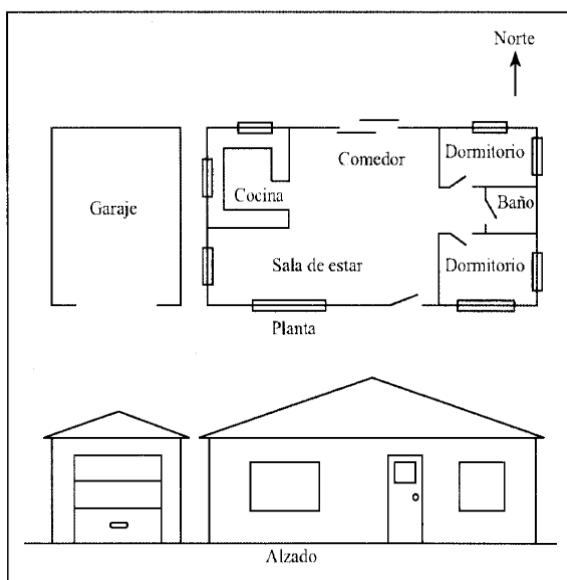
**FIGURA 13.4.2 (e) Diagrama mostrando a reconstrução de conteúdos móveis danificados em suas posições originais**

**FIGURA 13.4.2(f)** Diagrama de isocarbonización que muestra las líneas donde el carbonizado de los rastreles del suelo presenta la misma profundidad.



Para unidades del Sistema Internacional, 1 pul. = 25.4 mm.

**FIGURA 13.4.5** Planos mínimos para un análisis sencillo de un incendio.



**13.4.3 Escolha dos desenhos.** Ao escolher o tipo de desenho que queira fazer a pesquisa, pergunte as características que possuem a construção, equipamentos ou outros fatores importantes para saber a causa, a origem e a propagação do fogo. Por exemplo, se o acabamento interior de uma sala tem contribuído para o fogo, deve fazer um desenho mostrando a posição do material. Ou se o prédio queimou, como resultado do incêndio de outro edifício adjacente será importante para fazer um mapa da posição de ambos os edifícios. Se você usou um incêndio em um líquido inflamável, é importante saber onde e como foi feito.

**13.4.4 \* Símbolos.** Escolha de símbolos explicativos no desenho fica a critério do investigador. Mas é importante para ser consistente com os símbolos utilizados. Se "S" para indicar a saída, você não pode usar esse símbolo para representar algo na outra.

**13.4.5 Desenhos mínimo.** Em qualquer fogo, o desenho deve ser um simples esboço. Um esquema típico de um edifício deve mostrar a posição relativa dos quartos, escadas, janelas, portas, etc., e os danos que sofreram. Esses desenhos

podem ser à mão livre, com as dimensões aproximadas. Este tipo de desenho deve ser suficiente nos casos em que a análise e as conclusões sobre o fogo são simples (*veja a Figura 13.4.5*). Mas nos incêndios mais complexos ou onde ele é exigido em processos judiciais, pode se exigir que desenhe ou obtenha os planos de construção e detalhes completos de sua construção, equipamentos, instalações, testemunhas e danos.

**13.4.6 desenhos arquitetônicos e de engenharia.** Existem muitos tipos de planos e, para um analista de sua apresentação, muitas informações podem ser extraídas. Para um investigador de incêndios tentar documentar os fatos, é mais importante saber os nomes gerais dos planos e do nível de detalhes de cada tipo delas. Arquitetos e engenheiros costumam usar os seguintes tipos de planos de o processo de concepção e construção, começando com o mais geral e terminando com o mais detalhadamente:

- (A) Desenhos à mão livre;
- (B) Desenhos esquemáticos do projeto. Planos delineados para apresentar o primeiro projeto, sem muitos detalhes.
- (C) O desenvolvimento de planos de projeto. Planos delineados desenhos esquemáticos, definidos e detalhados.
- (D) Desenhos de construção ou de trabalho. Planos descritos com maiores detalhes mostram que os materiais utilizados para a construção destruir o edifício.
- (E) Planos finais. Planos delinearam os últimos que têm mais mudanças nos planos de construção e é o edifício acabado.

Existem vários no processo de concepção e construção, tipos de planos de que eles devem estar familiarizados a investigação carregador. Os mais comuns são apresentados na Tabela 13.4.6.

TIPO	INFORMAÇÕES QUE CONTÉM	QUEM PREPARA
Topográfico	Plano do terreno	Perito topográfico
Plano de Situação	Estrutura do terreno com as informações de água e eletricidade e saídas de emergência do edifício	Engenheiro civil
Plano da planta	Mostra as paredes e ambientes do edifício tiradas de cima	Arquiteto
Tubulações	Traçado e tamanho das tubulações de água potável e residual	Engenheiro Mecânico
Eletricidade	Tamanho e disposição da entrada de serviço, interruptores e aparelhos elétricos	Engenheiro elétrico
Mecânico	Sistema de calefação, ventilação e ar condicionado	Engenheiro Mecânico
Alarmes contra incêndio	Como seu nome indica	Engenheiro de proteção contra incêndios
Da estrutura	Estrutura do edifício	Engenheiro estrutural
Paredes	Muros e paredes exteriores e interiores	Arquiteto
Secções	Diversos cortes para ver o interior da edificação	Arquiteto
Planos de detalhe	Planos ampliados das zonas ou estações mais complexas	Todos os anteriores

**Tabela 13.4.6 Planos e projeto de construção que se podem ter.**

**13.5 Listas de Materiais e engenharia arquitetônica.** Em projetos maiores podem ser necessários para detalhar os tipos de listas de equipamentos os chamados de "listas de materiais". Se for preciso muitos componentes como grande detalhe, geralmente têm uma lista. Algumas das listas de materiais mais comuns são:

- (1) Fãs.
- (2) Portas
- (3) Acabamentos interiores.
- (4) Iluminação.

**13.6 \* Especificações.** Arquitetos e engenheiros elaboram as especificações e desenhos anexos. Embora os planos de mostrar a geometria do projeto, detalhando as especificações de qualidade dos materiais, responsabilidade na contratação e gestão global do projeto. As especificações são geralmente divididas em seções de acordo com os componentes do edifício. O investigador do fogo pode

identificar as propriedades dos materiais e revisando suas especificações pode ajudar a sua análise.

## CAPITULO 14      TESTES FÍSICOS

**14.1 \* Geral.** Durante o curso de uma investigação de um incêndio é provável que o pesquisador deva localizar, coletar, identificar, armazenar, analisar e preparar o teste de evidências físicas. O investigador de incêndio deve estar muito familiarizado com o geralmente aceito e recomendado para processar os testes.

**14.2 Testes Físicos.** Geralmente, qualquer evidência física são objeto físico ou tangível que pode provar ou não um fato ou uma solução particular. A evidência física no local do incêndio deve ser importante para determinar a origem, a causa, propagação ou responsabilidade.

O investigador de incêndio deve decidir quais provas físicas devem ser coletadas na cena para submissão a um laboratório ou agência de testes para análise e estudo ou para apoiar um fato ou opinião. Esta decisão pode ser baseada em outras considerações, tais como o âmbito do inquérito, as proibições ou exigências legais (*ver seção 9.2*). Outros também podem coletar provas, por exemplo, outros pesquisadores, representantes de companhias de seguros, representantes dos fabricantes, proprietários e ocupantes. O pesquisador deve conhecer os aspectos da espoliação de provas.

**14.3 \*Proteção contra o fogo e evidências físicas.** Deve fazer todo o possível para proteger e preservar a cena do incêndio o mais intacta e inalterada quanto possível, com as estruturas, conteúdo, equipamentos e móveis no lugar que antes eram o fogo (*veja a Figura 14.3.*).



**FIGURA 14.3 Evidências físicas no local do incêndio. Testes como este pequeno jogo de papel podem ser destruídos ou perdidos facilmente se não preservar adequadamente o local do incêndio.**

Geralmente a causa de um incêndio não é conhecida até perto do final da investigação. Assim, o valor probatório depende de interpretação de evidências físicas observadas no lugar do fogo, não são sabidas até que se conclua a revisão do lugar, ou até que o inquérito seja encerrado completamente. Portanto, o lugar em si do fogo é considerado uma evidência física e deve ser protegido e preservado. A preservação do local do incêndio e as provas físicas não reside apenas na responsabilidade do pesquisador: deve começar com a chegada dos bombeiros ou da polícia. Uma Proteção Pobre geralmente produz a poluição, a perda ou o movimento desnecessário de evidências físicas no local dos fatos. Portanto, a cabeça do chefe do incidente e, posteriormente, investigador do fogo deve proteger o local contra a entrada não autorizada. O acesso ao local do incêndio deve ser limitado a pessoas que estão ali para extinguir o fogo.

Testes sobre a cena não devem ser considerados apenas em um contexto de provas forenses tradicionais (por exemplo, braços, fluidos corporais, impressões digitais) ou limitada a testes, itens ou artefatos relacionados aos incêndios causados como recipientes ou dispositivos incendiários. Evidências circundantes incluem

estrutura física, conteúdo, artefatos e todo o material de queima ou qualquer material que aparece nas marcas de fogo.

**14.3.1 Marcas do fogo como evidência física.** A análise probatória e interpretativa das marcas do fogo pode ser útil na identificação de uma fonte de ignição em potencial, tais como um dispositivo incendiário ou equipamentos elétricos em um incêndio acidental. As marcas do fogo são visíveis ou efeitos físicos mensuráveis permanecem depois do incêndio, incluindo efeitos térmicos em materiais tais como carbonização, oxidação, consumo de combustível, fumaça e fuligem depósitos, deformação, derretimento, mudanças de cor, mudanças no caráter de materiais, colapso estrutural, e outros efeitos. (Ver secção 4.3.)

**14.3.2 Testes em artefatos.** Artefatos podem ser o primeiro material, a fonte de ignição, queimado ou outros elementos ou componentes de alguma forma relacionados à ignição, ao desenvolvimento ou à propagação de incêndios. Também pode ser um elemento, em que as marcas de fogo estão presentes, caso em que a conservação do produto manufaturado não é importante para a própria perícia, mas pela marca contendo fogo.

**14.3.3 . Proteção de evidências.** Existem vários métodos que podem ser usados para proteger a evidência da destruição. Muitos métodos incluem a designação de um bombeiro ou policial como um guarda para prevenir ou limitar o acesso a um edifício, sala ou área; uso de cones de trânsito ou marcadores numéricos para identificar áreas para garantir provas ou análises adicionais, ou tentar cobrir a área com lonas antes de reparação; ou isolar a sala ou área com cordas, fitas de cuidado, ou linha de fitas de polícia. O pesquisador pode supervisionar operações de reparação e salvamento.

Os itens encontrados na cena de um incêndio, como caixas ou recipientes vazios podem estar em um artefato. No entanto, esses elementos não podem identificar claramente o dispositivo como prova de que os bombeiros ou outro devam conservar no local do incêndio. Se o teste foi claro identifica-lo, podem ser destruídos ou retirados do local do fogo.

**14.3.4 Atribuições e responsabilidades do pessoal de extinção de incêndio na conservação do local.** Geralmente, bombeiros e policiais não foram treinados com a responsabilidade sobre a preservação da cena do incêndio. Em

muitos casos, essa resposta é identificada na responsabilidade de os indicadores apontarem resultados da origem do fogo, como presença de dispositivos de incêndios ou pavios incendiários, e na presença de líquidos inflamáveis na cena (veja o Capítulo 19). Embora este seja um aspecto importante para as responsabilidades das causas relacionadas com a investigação do fogo é apenas uma pequena parte.

A supressão de controle e fogo rápido protegem os testes. Muitas vezes a capacidade de preservar a cena do fogo é um elemento importante na investigação. Mesmo quando os bombeiros não são os responsáveis para determinar a fonte ou a causa do incêndio, desempenham um papel importante na investigação para preservar a cena do fogo e as evidências físicas.

**14.3.4.1 Conservação.** Uma vez descoberto uma evidência deve-se tomar cuidado para preservar e proteger o item contra perda, destruição ou deslocamento. A pessoa que descobriu deve notificar os principais incidentes o mais rápido possível. O comandante do incidente deve notificar o investigador ou os órgãos competentes com autoridade e responsabilidade para a documentação e coleta de provas.

**14.3.4.2 Cuidados nas operações de extinção de incêndios.** As equipes de combate de incêndio devem evitar danos desnecessários, por exemplo ao usarem mangueiras de jato direto contra telhados ou janelas quebradas, derrubadas de paredes ou realizar remoção de escombros e no resgate.

**14.3.4.2.1 O uso de tubulações de água e mangueiras.** Se possível, os bombeiros devem usar com cautela o jato direto, especialmente na base do fogo, o que pode ser a área de origem. Muitas vezes você pode encontrar evidências da fonte de ignição na área de origem. O uso de mangueiras, especialmente aplicações de jato em linha reta, pode deslocar, danificar ou destruir evidências físicas ali presentes.

O consumo de água deve ser controlado em áreas onde o pesquisador pode querer olhar para o chão para possíveis marcas de fogo. Quando a água do solo acumulado é drenada, o furo de drenagem deve estar localizado de modo a ter o menor efeito possível sobre o lugar e as marcas do fogo.

**14.3.4.2.2 Detritos.** Durante a remoção de entulhos é quando um teste existente que não tenha sido danificado por um incêndio, é possível de ser destruídos ou deslocado. A remoção excessiva dos escombros antes da documentação e análise de marcas de fogo pode afetar a investigação, incluindo a incapacidade de determinar a área de origem.

Embora os bombeiros tenham uma responsabilidade em controlar e extinguir o fogo, são também os responsáveis pela preservação das provas. Estas duas responsabilidades podem parecer conflitantes, no entanto, se as operações acima são realizadas de forma sistemática, você pode atender às duas responsabilidades de forma satisfatória.

**14.3.4.2.3 Resgates.** Deslocamento ou remoção de artefatos pode dificultar a reconstrução do investigador. Se o investigador não pode determinar a localização do teste antes do incêndio, o valor de análise está perdido ou o teste prejudicado. Mover ou remover o conteúdo e, especialmente, o mobiliário ou outras provas de fogo deve ser evitado antes da documentação ser concluída com a reconstrução e análise.

**14.3.4.2.4 Manoplas e interruptores.** Os bombeiros devem abster-se de girar os botões e interruptores de qualquer equipamento ou aparelhos no local do incêndio. A posição dos componentes, como as maçanetas e interruptores, pode ser um elemento necessário em pesquisa, especialmente no desenvolvimento de cenários ou hipóteses de ignição. Seu movimento pode alterar o estado original após o incêndio e causar quebra ou impossibilitar a sua recolocação na posição original após o fogo. (Ver 21.5.3.)

**14.3.4.2.5 Usando ferramentas automatizadas.** A utilização de ferramentas automáticas com gasolina ou diesel deve ser cuidadosamente controlada em determinadas situações. A operação deste equipamento deve ser realizada fora do perímetro do fogo. Sempre que o equipamento com combustível for usado no lugar do incêndio, ele deve documentar a sua utilização e localização, e alertar o pesquisador do seu uso.

**14.3.4.2.6 Protegendo bombeiros, pessoas e materiais de emergência.** Acesso ao fogo deve ser limitado àqueles que precisam estar lá. Esta precaução inclui pessoal dos bombeiros e outros equipamentos de resgate necessários para a

tarefa de resgate. Sempre que possível, deve ser isolado ou protegido até que tenha sido documentado, protegido, avaliada e recolhidas as provas.

**14.3.5 Papel e responsabilidades do investigador.** Se os bombeiros não tomarem as medidas preliminares para preservar ou proteger o local do incêndio, é o investigador quem tem de assumir essa responsabilidade e fazer. Então, dependendo da autoridade e da responsabilidade individual, os investidores devem documentar, analisar e recolher provas.

**14.3.6 Considerações práticas.** Precauções apresentadas nesta seção não devem ser interpretadas como uma exigência de conservação. Ele pode precisar de reparação ou demolição do local do incêndio, por razões de segurança ou outras razões práticas. Uma vez que as partes envolvidas tenham documentado o local e retirado as provas relevantes, não há razão para continuar a manutenção do lugar de fogo. Deve-se decidir quando serão tomadas medidas suficientes para permitir a retomada das atividades normais, em comum acordo com todas as partes interessadas.

**14.4 Poluições de evidências físicas.** A contaminação de evidências físicas é inadequada e devem ser utilizados métodos para produzir de forma adequada a coleta, armazenamento ou transporte. Assim como com a má preservação da cena de um incêndio, testes de poluição física pode reduzir o seu valor probatório.

**14.4.1 A contaminação dos recipientes de teste.** Uma evidência física é muitas vezes contaminada pelo uso de recipientes contaminados. Portanto, um investigador de incêndios deve tomar todas as medidas razoáveis para garantir que a prova não seja contaminada, pelos recipientes em que são armazenadas, devem ser armazenadas em um local longe de outros recipientes utilizados e longe de áreas contaminadas.

Um método que pode ajudar a limitar o potencial poluidor dos recipientes para o recolhimento de provas, como recipientes de aço pintado ou frascos de vidro, é fechá-los imediatamente após o recebimento do fabricante. Estes recipientes devem ser fechados durante o armazenamento e transporte para o local. Um recipiente deste tipo só deve ser aberto para manter a prova no momento de recolhê-los e, em seguida, voltar a fechar até à sua análise em laboratório.

**14.4.2 \*A contaminação durante a coleta.** Grande parte da evidência física de contaminação ocorre durante a coleta. Isto é especialmente verdadeiro quando se trata de testes e aceleradores líquidos. Estes aceleradores podem ser absorvidos por luvas ou vestes, podem permear ferramentas e instrumentos de coleta.

Portanto, para evitar a contaminação da prova física é fundamental para o investigador levar luvas de plástico descartáveis ou colocar as mãos em sacos de plástico quando for coletar evidências de aceleradores de líquidos ou sólidos. Para coletar mais provas de aceleradores, o investigador deve sempre usar luvas ou sacos novos.

Um método alternativo para a redução da contaminação da ferramenta é usá-la como o próprio recipiente. Por exemplo, o início de um metal pode ser usado como uma pá para colocar as amostras dentro da lata, eliminando a possibilidade de contaminação por mãos, luvas e ferramentas de investigação.

Da mesma forma, o pesquisador deve limpar qualquer ferramenta que vá usar como vassouras, pás ou pinças após recolher cada líquido de teste ou acelerador sólida, para evitar contaminação. O pesquisador deve tomar o máximo cuidado para não usar produtos de limpeza a seco ou qualquer outro que possa conter solventes voláteis.

**14.4.3 A contaminação por bombeiros.** A poluição é possível quando os bombeiros estão usando ferramentas e equipamentos com combustível em uma área onde um investigador depois examinou a presença ou ausência de um líquido inflamável. Os bombeiros devem tomar precauções para assegurar que não haja contaminação, e se houver, o investigador deve ser informado.

**14.5 Métodos de recolhimento de materiais.** Coleta de evidências físicas formam uma parte integrante de uma investigação de incêndio bem feita. O método de coleta de evidência física é determinado por vários fatores, incluindo:

- (A) Estado físico: se as provas são sólido, líquido ou gasoso.
- (B) As características físicas: a forma, tamanho e peso das evidências
- (C) Fragilidade: dano ou alteração de provas.
- (D) A volatilidade: facilidade de evaporação do teste.

Independentemente do método de coleta usado, o investigador deve seguir as práticas e procedimentos estabelecidos pelo laboratório que irá examinar e analisar evidências físicas.

**14.5.1 \* Documentação de coleta de evidências físicas.** Antes de mudar de local a evidência física deve ser perfeitamente documentada. Esta documentação pode ser feita melhor por meio de notas, relatórios escritos, desenhos e diagramas com dimensões e imagens precisas. Diagramas e fotografias devem ser feitos sempre antes de passar a evidência física ou alterar a cena. O investigador deve tentar fazer uma lista de tudo o que foi deslocado e de onde foi movido.

O objetivo desta documentação é duplo: primeiro, auxiliar o investigador de incêndios para estabelecer a origem da evidência física, não só a sua posição no momento da sua descoberta, mas também o seu estatuto e relação à pesquisa de mitigação. Em segundo lugar, ajudar o pesquisador a saber também se as evidências físicas foram contaminadas ou alteradas.

**14.5.2 Coleção típica de evidência física forense.** Evidências físicas forenses típicas, são entre outros, os de impressões digitais e mãos, fluidos corporais como sangue e saliva, cabelos e fibras, pegadas, marcas de ferramentas, os traços de terra e areia, madeira e serragem, vidro, pinos estruturas, metais, papéis escritos e documentos suspeitos que contem qualquer traço de combustível. Embora as regras possam ser associadas formalmente a outros tipos de pesquisa, estes testes físicos podem também ser parte da investigação de incêndio. Métodos de recolhimento dessas amostras forenses variam muito, portanto o investigador de incêndios deve consultar os laboratórios forenses que irão examinar e analisar estas evidências físicas.

**14.5.3 Recolhimento de provas para a detecção de velocidade.** Um acelerador é qualquer agente, geralmente um líquido inflamável utilizado para iniciar ou acelerar a propagação de um incêndio. Aceleradores podem ser encontrados em qualquer fase: Gasosa, líquido ou sólido. Testes para aceleradores devem ser recolhidos e analisados segundo o ASTM E1387, teste padrão, Método de inflamáveis ou resíduos líquidos de combustíveis em extratos de amostras de resíduos do incêndio por cromatografia gasosa (Método Padrão de Teste de resíduos ou líquidos inflamáveis Combustíveis Extraídos de Amostras restantes de

um fogo, por cromatografia gasosa) ou ASTM E 1618, Testes padrões e método para resíduos líquidos inflamáveis em extratos de resíduos do incêndio por Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa (Método Padrão de Teste de Resíduos Líquidos Inflamáveis Extraído de Amostras Restos de um fogo, por cromatografia gasosa – Espectrômetro de Massa).

Aceleradores têm características únicas relacionadas com a coleta diretamente das evidências físicas. Por exemplo:

- (1) Aceleradores líquidos são facilmente absorvidos pela maioria dos componentes estruturais, acabamentos de interiores e outros detritos do fogo.
- (2) Em geral, os aceleradores líquidos que flutuam na água (uma exceção notável é o álcool).
- (3) Os líquidos têm uma notável aceleração de persistência (sobrevivência), quando em contato com materiais porosos.

Quando um cão adestrado é usado para detectar possíveis indícios de uso de aceleradores, o treinador deve ser autorizado a decidir quais áreas do edifício ou local devem ser examinadas (se houver). Antes de qualquer pesquisa, o treinador deve avaliar cuidadosamente os riscos de saúde e segurança no local, tais como colapso, queda, materiais tóxicos, calor, vapores, e deve ser o árbitro final para permitir que o cão entre em ação. A decisão do adestrador deve ser pela varredura de todo o edifício ou apenas no local, incluindo aquelas áreas que não estão envolvidos no incêndio.

O cão treinado pode ajudar com a revisão dos resíduos (solto ou em conjunto) retirados do local como uma triagem para confirmar se recuperaram resíduos adequados para análise laboratorial.

**14.5.3.1 Coleta de amostras de líquidos para testes.** Quando um acelerador está no estado líquido pode ser facilmente apanhada com uma variedade de métodos. Mas seja qual for o método utilizado, o pesquisador deve garantir que a prova não seja contaminada.

Se for possível, o acelerador líquido deve ser recolhido com uma seringa, conta-gotas, pipeta ou do próprio recipiente. Também pode ser utilizada para absorver as bolas de cotonetes ou algodão estéril. Este método faz com que a coleta

de líquido permaneça absorvido no algodão. Portanto, as bolas ou cotonetes com líquido absorvido se tornam evidência física para ser armazenado em um recipiente hermeticamente isolado e enviado para o laboratório para análise e testes.

#### **14.5.3.2 Coleções de líquidos de teste absorvidos por materiais sólidos.**

Muitas vezes, há evidências de que um acelerador líquido só pode ser encontrado em materiais sólidos que absorveram o acelerador como sujeira ou areia. Este método de coleta exige apenas que aqueles sólidos que tenham absorvido o líquido. A coleta destes pode ser feito diretamente com o recipiente onde você vai salvar ou cortá-las ou por raspagem. As bordas intactas, sem fechar ou serrilhar as extremidades, buracos de pregos, rachaduras, nós e outras áreas similares na madeira; gesso, pedra, argamassa, são particularmente boas para provas. Se o acelerador penetrou tanto no sólido, você pode remover qualquer pedaço de material e guardá-lo para exame laboratorial.

Em alguns sólidos, como sujeira ou areia, o líquido pode ser completamente absorvido. Portanto, o pesquisador deve recolher amostras na profundidade máxima.

Em situações em que se suspeita que o líquido acelerador possa ser absorvido em materiais porosos, tais como pisos de concreto, o pesquisador pode usar outros materiais absorventes, tais como cal ou terra. Este método envolve a colocação do absorvente sobre a superfície do solo por não mais de 20 ou 30 minutos. Em seguida, coletada em um recipiente limpo, selado. O absorvente é então separado no laboratório. O pesquisador deve ter o cuidado de usar a ferramenta para limpar ferramentas e recipientes de coleta, já que o absorvente pode ser facilmente contaminado. Também manter separado de uma amostra não utilizando absorvente, como mostrado para comparação.

#### **14.5.3.3 Coletas de amostras sólidas para testes.** Aceleradores sólidos podem ser produtos químicos ou compostos perigosos. Enquanto alguns materiais incendiários permanecem corrosivo ou reativo, ter o cuidado de manter a sua natureza corrosiva não atacar o recipiente. Ele também deve lidar com esses materiais com cuidado e fazer a coleta com pessoas especializadas.

#### **14.5.3.4 \*Amostras de comparação.** Muitas vezes é necessário coletar também amostras para se comparar evidências físicas para exame e testes.

Amostragem de comparação é especialmente importante na coleta de materiais que se acredita que contenham líquidos ou sólidos. Por exemplo, a amostra em relação à evidência física consiste de um pedaço de tapete, que se acredita conter um acelerador de líquido, e um fragmento do mesmo tapete que não contém qualquer acelerador de líquido. A comparação de amostras permite que o laboratório possa avaliar as possíveis contribuições para a análise dos produtos de pirólise voláteis, e avaliar as propriedades de inflamabilidade dos combustíveis normais presentes.

Supõe-se que as amostras de comparação podem não estar disponíveis para a situação do local do incêndio. Também é frequentemente assumido que as amostras de comparação são desnecessárias para facilitar a identificação de resíduos líquidos inflamáveis. Determinar se a comparação é necessária, é a tarefa do químico do laboratório, mas uma vez que é geralmente impossível para o pesquisador retornar ao local para coletar amostras para comparação. A coleta deve ser tomada no momento da investigação inicial.

Se você suspeitar da presença de equipamentos elétricos ou mecânicos na ignição do fogo, é possível identificar e coletar os equipamentos como amostra de comparação.

**14.5.3.5 \*Os cães treinados.** Cães adestrados são úteis na detecção de líquidos inflamáveis e melhoraram as investigações de incêndio, auxiliando na localização e coleta de amostras para que o laboratório possa analisar a presença de líquidos inflamáveis. A formação adequada destes cães auxilia na localização e seleção de amostras de treinamento.

Para ser cientificamente demonstrada a presença ou ausência de um líquido inflamável em uma amostra deve ser analisada em um laboratório para 14.5.3. Qualquer aviso dos animais não enviado para análise laboratorial, não deve ser considerado validado.

A pesquisa mostrou que os cães reagiram com produtos da pirólise não gerados por um líquido inflamável, e nem sempre têm reagido quando eles sabiam que tinha aceleradores líquidos inflamáveis anteriormente. Se o pesquisador suspeitar que há aceleradores devem ser colhidas amostras mesmo se o cão não as detectar.

A investigação atual não indica que os compostos químicos ou classes específicas são a chave para o alarme "fogo" do cão. Investigações revelaram que a maior parte dos componentes contidos em líquidos inflamáveis, podem ser produzidos pela combustão normal de materiais sintéticos. Laboratórios usam diretrizes ASTM (ver secção 14.10) são padrões mínimos que definem esses produtos químicos que devem estar presentes para fazer uma determinação positiva.

As diferentes variedades de produtos da pirólise presentes em partes do fogo não pode explicar alertas caninos confirmados. A capacidade discriminatória de um cão para distinguir entre produtos de pirólise e líquidos inflamáveis é destacada, mas não infalível.

A finalidade correta de usar cães treinados é "ajudar para a seleção de amostras que são mais propensos a ser confirmadas em laboratório. A detecção de líquidos inflamáveis por cães deve ser usada junto com os outros métodos de análise e pesquisa descritas neste guia, e não no lugar deles.

**14.5.4 Coleta de amostras de gás.** Pesquisa em determinados tipos de incêndios e explosões, especialmente se envolveu combustíveis gasosos, pode ser necessário que o investigador de incêndios recolher amostras de gás. A coleta de amostras de gás pode ser feita por diferentes métodos.

O primeiro envolve a utilização de dispositivos mecânicos fáceis de encontrar no mercado. Estes dispositivos simplesmente tiram uma amostra da atmosfera e armazenado em uma câmara ou absorvem por um filtro de carbono ou materiais à base de polímeros absorventes, para posterior análise.

Outro método é a utilização de barcos para evacuar shows aéreos, que são especialmente concebidos para a amostragem gasoso.

**14.5.5 Equipamentos de coleta de amostra em componente elétrico.** Antes de pegar qualquer equipamento ou componente elétrico, o investigador deve verificar se eles estão desconectados. Você deve seguir todos os procedimentos de segurança descritos no capítulo 10. Equipamentos e componentes elétricos devem ser colocados como evidência física, pois ajudam o pesquisador saber se eles foram relacionados ou não como a causa do fogo.

Os componentes elétricos que foram afetadas por fogo podem ter sido muito fragilizados e, portanto, pode ser danificado se não for tratada com cuidado. Os métodos e procedimentos de coleta devem manter, tanto quanto possível, o estado em que foi encontrada a evidência física. Antes de recolher qualquer componente elétrico como evidência física, deve ser totalmente documentado, fazendo até mesmo fotos e diagramas. Cabos elétricos podem ser cortado e removido facilmente. Este tipo de teste pode ser um pequeno pedaço de um fio seriamente afetado ou lançar uma peça muito mais tempo, para exame. Procure uma parte não queimada onde o isolamento se manteve intacto. O investigador deve recolher um pedaço de fio de tanto tempo quanto possível, a fim de analisar se o isolamento tinha sido feito. Antes de cortar os fios para tirar fotos e após o fim da marcação do fio de corte e que ainda precisam ser identificados:

- (1) O mecanismo ou aparelho para o qual foi ligado ao cabo ou em que tenha sido cortado.
- (2) O disjuntor ou fusível ou de conexão que foi ligada ao cabo ou em que tenha sido cortado.
- (3) O percurso seguido pelo cabo do dispositivo ao detector do circuito.

Cabos elétricos, caixas, termostatos, relés, terminais conexões, painéis e componentes similares são muitas vezes utilizados como evidência física. Portanto, recomenda-se que estes testes sejam mantidos intactos no mesmo estado em que eles foram recolhidos.

Se possível, é recomendável remover os armários ou terminais em que tais equipamentos foram instalados sem alterar seus componentes internos. Por exemplo, quadros de distribuição deve ser removido todo. Alternativamente, você pode remover parte da imagem que fusíveis ou disjuntores. Se necessário remover alguns componentes, o pesquisador deve ter cuidado para não travar ou operar com cuidado e observar a sua posição e papel no sistema elétrico em geral.

Se o pesquisador não está familiarizado com equipamentos de energia elétrica, deve procurar ajuda de alguém que sabe antes de desmontar.

**14.5.6 Coleta de eletrônicos e eletrodomésticos.** Ao perceber que um pequeno aparelho ou outro equipamento tem sido parte da deflagração do fogo, recomenda-se que o investigador examine ou teste. Aparelhos podem ser coletados

como evidências físicas que suportam a opinião do pesquisador que foram ou podem não ser causa do incêndio. Este tipo de evidência física pode variar de grandes aparelhos (fornos, aquecedores de água, fogões, lavadoras, secadoras) para os mais pequenos (torradeiras, cafeteiras, rádios, ferros ou lâmpadas).

Quando for prático, você deve coletar todos os aparelhos ou equipamentos como evidências físicas, incluindo cabos e cordões.

Se o tamanho ou o mau estado do aparelho ou equipamento torna impraticável sua remoção, recomenda-se protegê-lo onde ele está para revisão e testes. No entanto, às vezes você só pode coletar um subconjunto de um componente ou equipamento ou aparelho como evidência física. Nesses casos, o investigador deve garantir que a remoção de incêndio, transporte e armazenamento conserve como prova desse item na mesma condição que foi descoberto.

**14.6 Recipientes para testes.** Depois de recolhidos, o teste físico deve ser colocado e armazenado num recipiente adequado. Como a coleção do próprio teste, a escolha do recipiente depende do Estado, características físicas, a volatilidade e a fragilidade do mesmo. Os recipientes devem manter a integridade do teste do mesmo e para evitar quaisquer alterações ou contaminação.

Estes recipientes podem ser elementos comuns, tais como envelopes, sacos de papel ou frascos de plástico ou latas de metal, ou também ser utilizados para a coleta de diferentes tipos de provas. Escolher o recipiente certo deve ser guiado pelos procedimentos e métodos do laboratório que irá examinar a evidência.

**14.6.1 Os recipientes para recolhimento de provas de velocidade – líquidos e sólidos.** É aconselhável que os recipientes utilizados para a coleta de dois testes de aceleradores sejam limitados a esses quatro tipos: latas, frascos de vidro, sacos especiais para testes e sacos de plástico. O pesquisador do incêndio deve evitar a evaporação e contaminação do acelerado. Por conseguinte, é importante que o recipiente usado seja completamente estanque ao ar para evitar evaporação ou contaminação.

**14.6.1.1 Latas de metal.** O recomendado é a coleta de provas sólidas e aceleradores de líquidos em uma lata nova e não cobertas, como mostrado na Figura 14.6.1.1 estas latas só devem ser cheias até dois terços, deixando um espaço para a vaporização.

A vantagem da utilização de latas de metal é que eles são muito comuns, baratas, durável e evitam a evaporação dos líquidos voláteis.

Mas elas também têm algumas desvantagens, tais como a impossibilidade de ver os testes de estabilidade sem abrir a lata, elas precisam de mais espaço para armazenar e são propensas a ferrugem, se você as mantêm por muito tempo. Se as latas de metal são usadas para armazenar líquidos voláteis, tais como gasolina, a altas temperaturas (de 38 ° C ou 100 ° F) pode produzir pressão de vapor suficiente para estourar o topo e a amostra é perdida. Em tais casos, seria mais apropriado em frascos.

**FIGURA 14.6.1.1** Distintos tipos de latas metálicas



#### **14.6.1.2 Frascos de Cristal.**

Em testes para a escolha de aceleradores líquidos e sólidos também podem ser utilizados fracos de Cristal. É importante que as tampas dos frascos sejam revestidas por partes que não tenham vedações de borracha, especialmente se são usadas para coletar os líquidos. Muitas vezes, essas vedações contêm solventes que podem contaminar a amostra e os vedantes de borracha podem dissolver-se pela presença de aceleradores líquidos ou vapores, provocando perda da amostra. Essas garrafas devem ser preenchidas apenas até dois terços, deixando um espaço para o possível teste que emitem vapores que devem ser examinados e analisados.

A vantagem de usar garrafas de vidro é que elas são muito comuns, baratas, permitem que você veja o teste sem abertura, evita a evaporação de líquidos voláteis e não se deterioram ao longo do tempo.

No entanto, elas também têm desvantagens, como quebra facilmente e são, por vezes, não suficientes para coletar um grande número de testes.

#### **14.6.1.3 Sacos especiais para provas.**

Pode também ser usado para coleta de provas sacos especiais projetados especificamente para recolher provas e aceleradores líquidos. Estes sacos, ao contrário dos sacos plásticos atuais, não contêm substâncias químicas que podem causar resultados errôneos em testes laboratoriais de evidências físicas neles contidas.

As vantagens de usar estes é que há sacos especiais em uma variedade de formas e tamanhos, são baratos, permitem visualizar a prova sem abrir o saco, eles são fáceis de guardar e evitam a evaporação de líquidos voláteis.

Suas desvantagens principais são que podem rasgar facilmente, causando a contaminação da evidência física que eles contêm, e às vezes não fecham corretamente.

#### **14.6.1.4 Sacos correntes de plástico.**

Os atuais sacos de plástico (polietileno) também podem ser utilizados também para o recolhimento de provas de aceleradores sólidos e líquidos, entretanto são permeáveis e permitem as perdas e a poluição.

As vantagens do uso de sacos de plástico são muitas formas e tamanhos, são baratos, permitem que você veja o teste sem abrir o saco e são fáceis de armazenar.

Mas ainda assim eles são muito suscetíveis a rasgos e penetração, que podem produzir contaminação de provas que contêm, e não permitem reter líquidos como hidrocarbonetos e álcoois, perdendo a amostra, revelando-se difícil de identificar os contaminados com outros recipientes que têm no mesmo saco.

### **14.7 Identificações das provas físicas**

Todas as provas devem ser marcadas ou etiquetadas no momento de sua recolhida, para sua identificação.

A identificação consiste no nome do pesquisador que coletou evidências físicas, a data e hora da coleta, nome ou número de identificação, o número da descrição do incidente, descrição da evidência física e onde foi recolhido. Isso pode ser feito diretamente no recipiente ou no rótulo, em seguida, colar ou anexar a ele (veja a Figura 14.7).



**FIGURA 14.7** Identificações de provas em um recipiente.

O investigador do incêndio deve ter cuidado para que essa etiqueta não se rompa, perda ou altere com facilidade. Também deve ter cuidado de onde colocar a etiqueta, sobre tudo se é abrasiva, para que não impeça posteriores exames ou ensaios de provas no laboratório.

#### **14.8 Transporte e manejo de provas físicas.**

O transporte das provas físicas ao laboratório ou centro de ensaios pode ser feito pessoalmente ou através de terceiros.

##### **14.8.1 Entrega pessoal.**

Sempre que possível, recomenda-se que o investigador entregue pessoalmente as provas físicas para seu exame e ensaios. Este método reduz a possibilidade de que as provas se percam ou roubem.

Durante a entrega, o investigador deve tomar todas as precauções para conservar a integridade das provas físicas. Se recomenda que as provas permaneçam na posse e controle do investigador até a chegada e transmissão de sua custódia ao laboratório ou centro de ensaios.

O investigador do incêndio deve definir por escrito o alcance do exame e ensaios que solicita. Na solicitação deve constar o nome, direção e número do telefone do investigador, uma lista detalhada das provas que estão nos exames e ensaios e qualquer outra informação necessária, segundo a natureza e alcance dos exames e ensaios que solicite. Nesta solicitação pode constar os fatos e circunstâncias do sinistro no qual foram recolhidas as provas.

#### **14.8.2 Transporte por terceiros.**

Às vezes pode ser necessário enviar as provas físicas a um laboratório ou centro de ensaios para seu exame e análise. Em tal caso, o investigador deve tomar todas as precauções possíveis para conservar a integridade das provas.

Para enviar as provas, o investigador deverá utilizar um contendor de tamanho suficiente para que caiba todos os demais recipientes nos quais tenham provas do mesmo caso. Nunca se deve enviar ao laboratório na mesma caixa provas de distintos casos.

Dentro do contendor, cada recipiente irá perfeitamente fechado. Em sua fechadura o contendor deve remeter uma carta de envio, que é uma petição por escrito ao laboratório para que examine e faça ensaios com as provas no qual deve constar o nome, direção e número de telefone do investigador, uma lista detalhada das provas que apresente para seu exame e ensaios e qualquer outra informação necessária, segundo a natureza e alcance dos exames e ensaios que solicite. Nesta solicitação pode constar também os fatos e circunstâncias do sinistro no qual foram colhidas as provas. A carta de envio também pode incluir os fatos e circunstâncias do produtor das provas.

O pacote fechado deve ser enviado por correio certificado ou por mensageiro. Não obstante, o investigador deve pedir sempre um recibo e uma confirmação da recepção do pacote.

#### **14.8.2.1 Envio de provas elétricas.**

Além disso os procedimentos descritos na seção 14.8.2, o investigador deve ter em conta que alguns componentes elétricos com sensores eletromagnéticos não se deve enviar. Por exemplo, certos disjuntores, reles e termostatos. O investigador deve consultar com o pessoal do laboratório ou centro de ensaios para que indique como deve enviar as provas.

#### **14.8.2.2 Materiais voláteis ou perigosos.**

O investigador deve tomar as precauções ao enviar materiais voláteis ou perigosos. Deve procurar que tais envios se façam de acordo com as leis federais, estaduais e locais. Quando maneja provas voláteis, é importante que as proteja de temperaturas extremas. O congelamento das provas voláteis podem afetar os resultados dos ensaios no laboratório. Em geral, quanto menor é a temperatura a que se maneja as provas, melhor se conservam as amostras voláteis, porque sempre nem chegam a congelar.

#### **14.8.3 Manejo das provas.**

As provas físicas devem ser mantidas no melhor estado possível. Deve evitar sempre sua perda, contaminação e degradação. As principais fontes de degradação da maioria das provas são o calor, luz e umidade. Já que é preciso guardar as provas no lugar seco, escuro e mais frio possível. Se existem provas voláteis, se recomenda encarecidamente resfriá-las. Se há recolhido amostras para analisar os restos do incêndio, se pode congelar pois há de se evitar a contaminação microbiana e sua degradação biológica. Sem falar, o congelamento pode alterar o ponto de inflamação e outras propriedades físicas e pode fazer que estejam os recipientes cheios de água.

#### **14.9 Cadeias de custódia das provas físicas.**

O valor das provas físicas depende totalmente dos esforços que tem o investigador do incêndio por manter a segurança e integridade dessas provas desde o momento de seu descobrimento e recolhimento inicial, feitos seus exames e ensaios. Em todo momento depois de recolhida, as provas físicas devem ser guardadas no lugar seguro especial para elas. O acesso a esse lugar deve limitar-se a fim de que na cadeia de custódia das provas participem menos pessoas possíveis. Sempre que se pode, o lugar onde se guardam as provas deverá estar sob controle exclusivo do investigador do incêndio.

Se é necessário passar a cadeira de custódia de uma pessoa a outra, deve fazer mediante documento que firme a pessoa que recebe as provas. Na figura 18 se recorre a um exemplo de impresso deste tipo.

**FIGURA 14.9** Impressos para a cadeia de custódia de provas

Nome do sujeito _____	
Dano _____	
Data do Incidente _____ Hora _____ am. pm.	
Agente de busca _____	
Descrição da prova _____	
Localização _____ _____	
<b>Cadeia de Posse</b>	
Recebido de _____	
Por _____	
Data _____ Hora _____ am. pm.	
Recebido de _____	
Por _____	
Data _____ Hora _____ am. pm.	
Recebido de _____	
Por _____	
Data _____ Hora _____ am. pm.	
Recebido de _____	
Por _____	
Data _____ Hora _____ am. pm.	

#### **14.10 Exames e ensaios das provas físicas.**

Uma vez recolhidas, as provas físicas devem ser examinadas e analisadas no laboratório ou outro centro de ensaios. As provas físicas são examinadas e ensaiadas para determinar sua composição química, estabelecer suas propriedades físicas, estabelecer se cumpre ou não determinados requisitos legais; estabelecer se funcionam, não funcionam ou funcionam mal; para determinar sua suficiência ou deficiência de desenho ou outras questões que podem proporcionar ao investigador do incêndio a ocasião de entender e estabelecer a origem do mesmo, sua causa específica, os fatores que tem contribuído a sua propagação ou as responsabilidades. O investigador deve consultar com o laboratório ou centro de ensaios para saber que serviços concretos oferecem e que limitações têm.

### **14.10.1 Exames e ensaios das provas no laboratório.**

Os laboratórios realizam uma grande variedade de ensaios normatizados, segundo as provas físicas subministradas e os casos hipotéticos que se queiram avaliar ou examinar. Estes ensaios se devem realizar mediante procedimentos estabelecidos por alguma instrução reconhecida. Deste modo se assegura que os resultados são válidos e que podem comparar com os de outros laboratórios ou centros de ensaios.

Tem que ter em conta que os resultados de muitos exames e ensaios de laboratórios são afetados por muitos fatores, como a capacidade do pessoal que realiza ou interpreta as análises, a capacidade dos aparelhos de ensaios, o estado ou manutenção de cada aparelho concreto, a suficiência do protocolo de ensaio e a qualidade da amostra ou prova que se analisa. O investigador deve ter em conta todos fatores quando interpretar os resultados do laboratório.

Se sabe que os ensaios podem alterar as provas, antes de fazer se deve avisar a todas as partes interessadas para que se oponham ou estejam presentes. Sobre esta notificação se pode consultar a ASTM E860, Prática normalizada para os Exames e Ensaios de objetos que estão ou podem versar sobre os Afetados por Demandas por Responsabilidade Civil de Produto, (Padrão para examinar artigos do teste ou podem envolver-se em processos judiciais de responsabilidade do produto) (Ver também 14.5.3.4)

### **14.10.2 Métodos de Ensaio.**

A continuação se recorre numa lista de determinados métodos analíticos e ensaios que podem ser utilizados na investigação de um incêndio. Quando se carrega estes ensaios a um laboratório, o investigador do incêndio deve ter em conta a qualidade dos resultados que pode esperar.

#### **14.10.2.1 Cromatografia de gases (CG).**

Este método de teste separa as misturas nos seus componentes individuais e, em seguida, oferece uma representação gráfica de cada um e a sua quantidade relativa. O método é muito útil no caso de misturas de gases ou de líquidos que podem evaporar sem decomposição. A CG é geralmente um teste preliminar que pode revelar a necessidade de mais estudos para identificar mais especificamente os componentes. Na maioria dos aceleradores de produtos petrolíferos, este método

oferece uma determinação adequada se feito corretamente. A metodologia está contida na norma ASTM E 1387, Método de Teste Padrão para inflamável ou Resíduos líquidos combustíveis, em extratos de amostras de fogo detritos por cromatografia gasosa (Método de Teste Padrão de Resíduos líquidos inflamáveis ou combustíveis extraídos de Amostras de resíduos do incêndio por Cromatografia de Gases).

#### **14.10.2.2 Espectrometrias de massas (EM).**

Este método de teste é normalmente usado em conjunto com a cromatografia em fase gasosa e usadas para analisar completamente os componentes identificados durante o ensaio de cromatografia. A metodologia de GC/MS são listados na norma ASTM E 1618, Método de Teste Padrão para resíduos líquidos inflamáveis em extratos de resíduos do incêndio por Cromatografia Gasosa - Espectrometria de Massa (Método de Teste Padrão para amostras de líquido inflamável de resíduos provenientes de sopro por Cromatografia de gases - espectrometria de massa).

#### **14.10.2.3 Espectrometria por raios infravermelhos (EIR).**

Este método de ensaio permite identificar determinados produtos químicos segundo sua capacidade de absorção de raios infravermelhos em determinadas longitudes de onda.

#### **14.10.2.4 Absorção Atômica (A)**

Este método de ensaio identifica os componentes das substâncias não voláteis como metais, cerâmicas ou terras.

#### **14.10.2.5 Fluorescência aos Raios X**

Este ensaio analisa os elementos metálicos evoluindo sua resposta aos raios X.

#### **14.10.2.6 Ponto de inflamação mediante vaso fechado tipo Tag (ASTM D56)**

Este método de ensaio (ASTM D 56, Método de teste padrão para ponto de inflamação por Tag Teste fechado), serve para determinar o ponto de inflamação dos líquidos de baixa viscosidade e ponto de inflamação inferior a 93ºC (200°F). Para o asfalto e os líquidos que tendem a formar durante os ensaios uma capa superficial,

assim como os materiais que contêm sólidos em suspensão, se utiliza o ensaio em vaso fechado de Pensky-Martens (ver 14.10.2.8)

**14.10.2.7 Determinação dos pontos de inflamação e ignição mediante o vaso aberto de tipo Cleveland (ASTM D92).**

Este método de ensaio (ASTM D 93, Método de teste padrão para ponto de Pensky-Martens em câmara fechada), serve para determinar o ponto de inflamação mediante ensaio em vaso fechado de Pensky-Martens dos aceitos combustíveis e lubrificantes, líquidos com sólidos em suspensão, líquidos que tendem a formar uma capa superficial em condições de ensaio, e outros líquidos.

**14.10.2.9 Determinação do ponto de inflamação de líquidos e ignição por Tag copo aberto (ASTM D1310).**

Este método de teste (ASTMD 1310, Método de Teste Padrão para Ponto de Fulgor e Ponto de Combustão de Líquidos por Tag aparelho copo aberto), usado para determinar por Tag copo aberto o ponto de inflamação e ignição de líquidos cujos pontos respectivos situam-se entre -18º e 163°C (0° F e 325° F) e mais do que 163° C (325° F), respectivamente.

**14.10.2.10 Determinação do ponto de inflamação por Seta flash vaso fechado (ASTM D3828)**

Estes métodos de ensaio (ASTM D 3828, métodos de ensaio normalizados para Ponto de Pequena Escala em testes fechados) se refere para determinação por tipo de teste Seta flash vaso fechado, para os quais são necessárias amostras em geral em menor quantidade.

**14.10.2.11 Temperatura de autoignição de produtos químicos líquidos (ASTM E659).**

Este método de ensaio (ASTM E 659, o Método de Teste Padrão para autoignição da temperatura de produtos químicos líquidos), usado para determinar a temperatura de autoignição da chama quente e fria de um produto químico líquido à pressão atmosférica, em um recipiente e uniformemente acalentado.

#### **14.10.2.12 Calor de combustão de hidrocarbonetos por bomba calorimétrica (método de alta precisão) (ASTM D2382).**

Este método de ensaio (ASTM D 2382, Método de Teste Padrão para calor de combustão de combustíveis de hidrocarbonetos pelo Calorímetro de bomba em Método de alta precisão), usado para determinar o calor de combustão de combustíveis de hidrocarbonetos. Está desenhado especificamente para aplicar a combustível de aviação quando a diferença permitida entre os experimentos é de 0,1%. Ele pode ser utilizado numa vasta gama de matéria não volátil e voláteis, sempre que algumas tolerâncias maiores são permitidas.

#### **14.10.2.13 Inflamabilidade dos tecidos (ASTM D 1230).**

Este método de teste (ASTM D 1230, o Método de Teste Padrão para flamabilidade de Vestuário Têxtil), utilizado para avaliar a inflamabilidade de tecidos em sua versão comercial, pertencente a roupas que não são pijama ou roupa de proteção para as crianças.

#### **14.10.2.14 Resistência à ignição por modelos de pontas de móveis estofados (ASTM E1352).**

Este método de teste (ASTM E 1352, Método de Teste Padrão para a Resistência do cigarro em ignição em móveis estofados), serve para avaliar os modelos de resistência ao fogo (tamanho natural) do mobiliário estofado após a exposição a pontas de cigarro em condições controladas.

#### **14.10.2.15 Resistência à ignição por pontas de estofados em componentes móveis (ASTM E1353).**

Este método de teste (ASTM E 1353, métodos de teste padrão para Resistência de Cigarro em ignição em Componentes de Móveis Estofados), serve para avaliar a resistência ao fogo de mobiliário estofado após exposição a pontas de cigarro em condições controladas.

#### **14.10.2.16 Inflamabilidade de revestimentos têxteis (ASTM D2859).**

Este método de teste (ASTM D 2859 Método de Teste Padrão para inflamabilidade de Pisos com revestimentos acabados têxteis) serve para determinar a inflamabilidade de revestimentos têxteis, quando expostos a uma fonte de ignição em condições controladas de laboratório. Ela se aplica a todos os tipos de

revestimentos têxteis, independentemente do seu método de fabricação ou se são fibras naturais ou artificiais. Embora possa ser aplicada a tecidos inacabados, a sua prova não pode ser considerada satisfatória para a avaliação de um revestimento de tecido para ser utilizado diretamente pelos consumidores.

#### **14.10.2.17 Inflamabilidade dos Aerossóis (ASTM D 3065).**

Este método de teste (ASTM D 3065, método de teste padrão para inflamabilidade de aerossóis), usado para determinar os riscos de aerossóis inflamáveis.

#### **14.10.2.18 Características de queima de superfície de materiais de construção (ASTM E 84).**

Este método de ensaio (ASTM E 84, Método de Ensaio Padrão para a queima de superfícies com características de materiais de construção), do comportamento da combustão comparando superfícies de materiais de construção, é aplicado em superfícies expostas tais como tetos ou paredes, desde que o material ou conjunto de materiais para a sua natureza estrutural e forma em que eles são testados, serem capazes de segurá-lo na posição ou ficar durante a duração do julgamento. O ensaio é realizado com o material na horizontal (teto) e não é recomendado para o uso de plásticos celulares.

#### **14.10.2.19 Testes de resistência de fogo em coberturas (ASTM E 108).**

Este método de teste (ASTM E 108, a Método de teste padrão para incêndio em telhas), medido na resistência ao fogo de revestimentos de teto em incêndio simulados que ocorrem fora do edifício. Aplica-se a suportes fornecidos cobertos para instalar em um combustível ou não-combustível, como eles serão utilizados.

#### **14.10.2.20 Fluxo de radiação crítica ou sistemas de revestimento de selos com uma fonte calorífica de energia radiante (ASTM E 648).**

Este método de teste (ASTM E 648, Método de Teste Padrão para Fluxo Radiante de Cobertura de Sistemas Usando um calor radiante como fonte de Energia), descreve uma maneira para medir o fluxo de radiação crítica para sistemas de revestimento montados horizontalmente e expostos a uma fonte de chama de ignição em um ambiente que aumenta a energia térmica (na câmara de ensaio). A amostra pode ser montada em uma camada mais baixa em um piso de concreto

estrutural simulado, atingindo um piso estrutural simulado ou de outra forma que represente.

#### **14.10.2.21 Experimentos de incêndio em uma habitação (ASTM E 603).**

Este manual (ASTM E 603, Guia Padrão de Experimentos de fogo em quartos), cobre os experimentos a escala real de incêndios em compartimentos, destinados a avaliar as características de incêndio dos materiais, produtos ou sistemas sob incêndio real. Trata de servir como orientação para o planejamento de experimentos e interpretação dos resultados. O manual pode ser usado para estabelecer condições de laboratório que simulam melhor um determinado conjunto de condições de incêndio.

#### **14.10.2.22 Limites de concentração produzidos pela inflamação de substâncias químicas (ASTM E 681).**

Este método de teste (ASTM E 681, Método de Teste Padrão dos limites de concentração de inflamabilidade de Produtos Químicos), utilizado para determinar os limites superiores e inferiores de concentração que produz a inflamabilidade de produtos químicos com pressão de vapor suficiente para formar misturas inflamáveis no ar com pressão de uma atmosfera à temperatura do ensaio. Ele pode ser usado para determinar estes limites, na presença de gases inertes diluídos. Não se deve utilizar um comburente mais forte que o ar.

#### **14.10.2.23 Medição de gases presentes ou gerados durante um incêndio (ASTM E 800).**

Esta norma (ASTM E 800, o Guia Padrão para Medição de gases presentes ou gerados durante Incêndios), descreve os métodos de análise para a medição do monóxido de carbono, dióxido de carbono, oxigênio, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, sulfeto de carbonila, halogêneos de hidrogênio, ácido cianídrico, aldeídos em hidrocarbonetos, juntamente com considerações sobre as amostras. Muitos destes gases podem ser encontrados no local do incêndio. Técnicas de análise são descritas para cada espécie gasosa, juntamente com suas vantagens e desvantagens. A aplicação de qualquer dos métodos é muitas vezes determinada pelo ambiente do teste, as limitações das amostras, a finalidade da análise e da precisão desejada.

#### **14.10.2.24 Quantidade de calor e liberação de fumaça visível para diferentes materiais e produtos (ASTM E 906).**

Este método de teste (ASTM E 906, Método de teste padrão para Calor e fumaça visíveis lançados por Materiais e Produtos), pode ser usado para determinar a quantidade de calor e de liberação de fumaça visível de determinados produtos e equipamentos expostos a diferentes níveis de radiação de calor, pelas amostras e os procedimentos de configurações do aparelho de ensaio aqui descritos.

#### **14.10.2.25 Aumento da taxa de pressão e aumento da pressão de poeiras combustíveis (ASTM E 1226).**

Este método de ensaio (ASTM E 1226, Método de Ensaio para a pressão e taxa de subida de pressão de poeiras combustíveis), pode ser aplicado para medir limites de explosão, a facilidade de ignição e de pressão de explosão de pó e dos gases.

#### **14.10.2.26 Quantidade de calor e fumaça visível lançado por diferentes materiais e produtos, utilizando calorímetro de consumo de oxigênio (ASTM E 1354).**

Este método de teste (ASTM E 1354, Método de Teste Padrão para Calor e fumaça visíveis lançados por materiais e produtos utilizando um calorímetro de consumo de oxigênio), é baseado em um instrumento de laboratório para medir a quantidade de liberação do calor, a radiação de calor produzido, perda de peso e a produção de certos gases tóxicos por alguns materiais.

#### **14.10.2.27 Propriedades de ignição de plásticos (ASTM D 1929).**

Este método de ensaio (ASTM D 1929, Método de Teste Padrão de determinação de temperatura de ignição de plásticos), é usado para determinar as temperaturas de autoignição, em laboratório e ignição súbita de plástico, utilizando um forno de ar quente.

#### **14.10.2.28 Inflamabilidade de tecidos pelo método semi restrito (ASTM D 3659).**

Este método de teste (ASTM D 3659, Método de Teste Padrão para Inflamabilidade de Tecidos pelo Método Semi restrito) serve para avaliar as propriedades de inflamabilidade do tecido colocado na posição vertical.

#### **14.10.2.29 Tensão de rigidez dielétrica (MIL-STD-202F Método 301).**

Este método de teste (MIL-STD-202F, Método de teste para Componentes Elétricos e Eletrônicos), também chamado de potencial, sobre potencial, potencial de resistência ou quebra dielétrica, envolve a aplicação de uma tensão mais elevada do que a nominal durante um determinado período de tempo entre os componentes isolados ou entre os componentes individuais e do solo.

#### **14.10.2.30 Resistência de Isolamento (MIL-STD- 202F Método 302).**

Este método de teste (MIL-STD-202F, Método de teste para Componentes Elétricos e Eletrônicos), mede a componente de isolamento elétrico resistente da que oferece a uma tensão contínua aplicada para produzir uma corrente de fuga na superfície desse componente.

### **14.10.3 Adequação das amostras.**

O investigador de incêndios, por vezes, ignora a capacidade do pessoal e equipamentos de laboratório. Essa ignorância pode coletar evidências físicas e leva pequenas evidências para exame ou para os testes.

É verdade que o pesquisador nem sempre tem a oportunidade de determinar a quantidade de testes físicos que pode coletar. Com frequência só disporá da quantidade que descobrir durante sua investigação.

Para obter resultados adequados e precisos, os laboratórios precisam de um certo número mínimo de amostras para fazerem seus ensaios. Portanto, o pesquisador deve procurar conhecer essas quantidades mínimas. Em caso de dúvida, deve consultar o laboratório que irá examinar ou analisar provas.

### **14.10.4 Os ensaios e testes comparativos.**

Durante a investigação de incêndio, o pesquisador poderá ter de examinar o equipamento, equipamentos elétricos e outros produtos para ver se eles cumprem as normas. Estas normas são publicadas pela ASTM, Universidades, Laboratórios Inc., e outros. Um outro método de fazer exames e ensaios comparativos, é a utilização de uma cópia ou produto de referência.

Mediante esta referência, se podem fazer ensaios de um aparelho elétrico ou produto igual ao sinistrado para determinar se foi ou não capaz de causar o

incêndio. Há que procurar que o teste seja feito com um aparato ou produto da mesma marca e modelo daquele que foi visto no incêndio.

#### **14.11 Eliminação das provas.**

O investigador de incêndios é muitas vezes colocado a prova quando tem que remover as provas uma vez que a investigação terminar. Nesse caso, não deve destruir provas nem tirar sem contar com a devida autorização. Algumas circunstâncias podem exigir que os testes sejam armazenados muitos anos e até mesmo, em última instância, serem devolvidos ao seu proprietário.

Processos criminais, tais como incêndio são necessários para preservar as provas até o julgamento ser pronunciado. Durante o processo, a evidência apresentada como relatórios, fotografias, diagramas e objetos físicos, podem ser parte do processo que tem que ser mantido pelo tribunal. O juiz pode devolver ao pesquisador os voláteis ou testes de grande porte. O pesquisador pode ter em suas posses provas que talvez nenhum outro use durante o processo. Quando terminar a possibilidade de recurso, o investigador pode pedir ao tribunal para destruir ou devolver as provas. Salvo qualquer autorização por escrito para destruir as provas. Deve o investigador criminal considerar também uma possível ação judicial civil, que pode surgir a partir do incidente, o que vai exigir ainda preservar as provas nos litígios criminosos que estão acabados.

### **CAPITULO 15 DETERMINAÇÃO DA ORIGEM**

#### **15.1 Introdução.**

Neste capítulo vamos recomendar um procedimento a seguir para determinar a origem de um incêndio. No capítulo 16 vamos desenvolver os esforços de pesquisa a partir dos resultados de determinação da origem. Em geral, se você não pode determinar a origem de um incêndio, não pode determinar a sua causa.

A determinação da origem de um incêndio envolve coordenar as informações na sequência:

- (1) As marcas físicas deixadas pelo fogo.

(2) As declarações feitas por pessoas que testemunharam o fogo ou sabiam quais as condições encontradas no momento da apresentação.

(3) A análise dos fenômenos físicos e químicos de iniciação, desenvolvimento e propagação do fogo como uma ferramenta para estabelecer ou hipóteses sobre as condições que deram origem a estes fenômenos.

(4) Encontre o lugar onde o arco elétrico causou o dano e o circuito elétrico envolvido (ver Seção 6.10).

Em alguns casos, um único elemento, como uma prova física, irrefutável ou o testemunho fiel da iniciação, podem ser a base para a determinação concludente de sua origem. Pela maioria dos casos um único elemento é suficiente. Por tanto, o investigador deve acudir todos os recursos disponíveis para desenrolar as possíveis hipóteses e determinar quais delas encaixam aceitavelmente com as provas disponíveis. Se uma hipótese aparentemente aceitável não encaixa com alguma das provas, é fundamental que o investigador determine se o erro está na hipótese ou na prova. Em alguns casos será impossível determinar inquestionavelmente a origem de um incêndio. É importante não fazer a determinação de um ponto de origem já que contar com provas concludentes. Já que há um ponto que não se pode estabelecer, seguirá sendo valioso para muitas coisas identificar as possíveis fontes de origem do incêndio. Em tais casos o investigador deve fazer uma lista de todas as explicações possíveis da origem, com as provas que apoiam cada uma delas.

Atividades voltadas para a determinação da origem do fogo se produzem simultaneamente com a investigação da causa e análise de falhas. Da mesma forma, inspecionar a cena, tomar notas, fotografias e coleta de evidências são atividades simultâneas com a busca da origem. Em geral, as atividades de determinação da origem seguem uma ordem de rotina, e, ao mesmo tempo, desenvolvem ações específicas de cada uma delas.

A área de origem é quase sempre determinada examinando as marcas do fogo na lareira, começando com as áreas de menores danos e deslocando-se para o mais danificado. Se é identificável, as marcas de movimento e intensidade do incêndio podem se rastrear toda a área ou o ponto de origem. Uma vez que se haja estabelecido a área de origem, o investigador poderá compreender e documentar a propagação do incêndio. O objetivo de determinar a origem de um incêndio é

identificar o ponto geográfico exato de onde iniciou. Uma vez que se há determinado esta área, com base nas marcas produzidas pelo movimento do calor, das chamas e da fumaça, poderá se identificar o lugar específico da origem. O ponto exato é aquele em que a fonte de calor que arde o primeiro combustível, e se denominará o ponto de origem.

Os investigadores devem estabelecer um método sistemático para cada tipo de incêndio. Seguindo um procedimento conhecido, o pesquisador pode se concentrar sobre o incidente, sem ter que estudar os detalhes dos próximos passos do processo e, mais importante, evitar esquecer alguma faceta importante da investigação.

Neste capítulo vamos explicar um exame recomendado para o procedimento na cena do incêndio. Basicamente, este procedimento envolve um exame preliminar da cena, estabelecendo uma hipótese preliminar de propagação do fogo e análise aprofundada do lugar, a reconstrução dos fatos, uma hipótese final sobre a propagação do fogo e da identificação de sua origem.

Em todo este capítulo centraremos nossa explicação nas técnicas recomendadas para examinar o lugar do incêndio. Estas técnicas servem para informar ao investigador, sobre a determinação da origem do fogo que não se limita a elas. O investigador deve ter em conta todos os aspectos do sinistro. Por exemplo, as declarações dos testes, a experiência anterior do investigador e os procedimentos de luta contra o fogo, desempenham um papel importante na determinação de sua origem. Todos estes aspectos serão tratados em outras seções deste manual e em outros textos sobre o mesmo assunto.

## **15.2 Avaliação dos Danos do incêndio.**

As Investigações devem fazer hipóteses sobre a propagação do fogo depois de pesquisar exaustivamente o lugar onde ele ocorreu. Para aquelas hipóteses se devem estudar a tese e o documento que marcam o movimento e a intensidade do calor e discutir a importância e o sentido de cada uma dessas marcas (capítulos 4 e 13).

### **15.2.1 Tomar notas.**

Durante este processo, o pesquisador deve tomar notas detalhadas, por escrito, a uma fita. Essas notas devem incluir todos os comentários relevantes, tipo

de coma, posição e medir marcas; material em que eles aparecem e da análise feita pelo pesquisador em sua direção e intensidade.

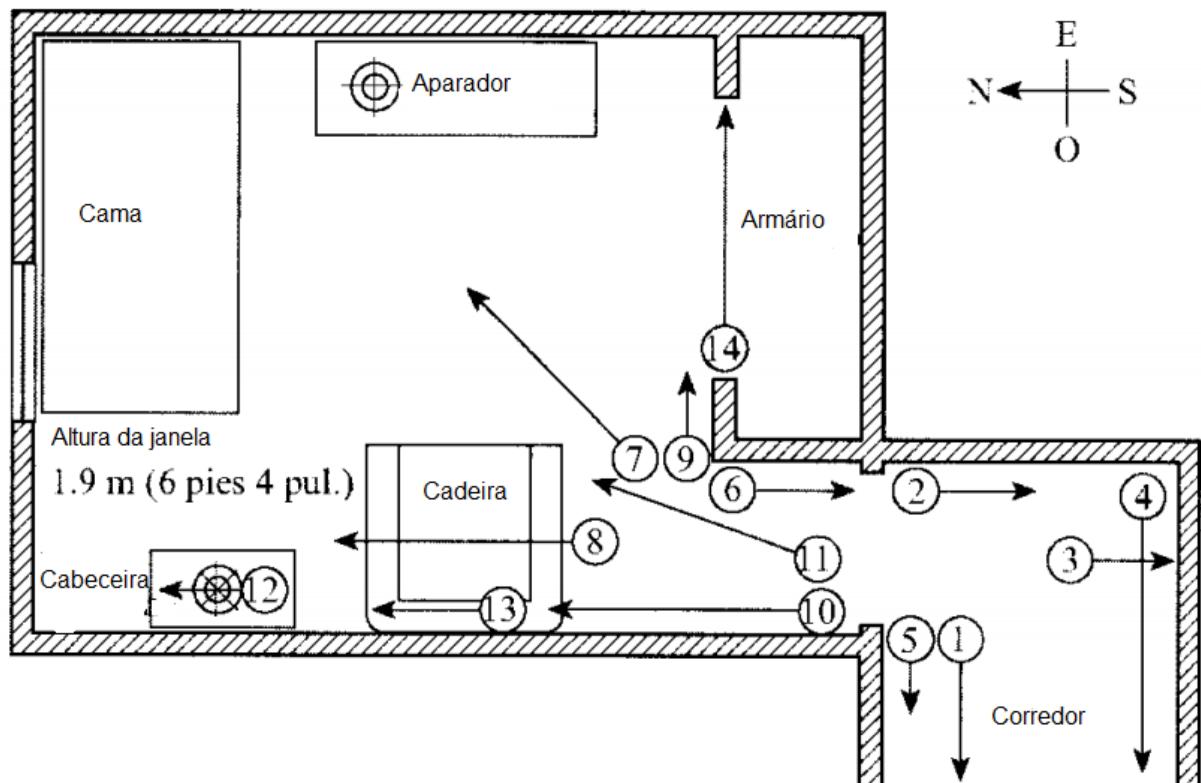
### **15.2.2 Fotografia.**

O investigador deve fotografar as marcas de fogo de diferentes ângulos para mostrar o caminho, tamanho, relação com outras marcas e situação dentro da cena do incêndio. A mudança de ângulo serve para documentar melhor as marcas e a utilização de diferentes técnicas de iluminação que permite uma melhor filmagem de sua textura.

### **15.2.3 \* Diagramas vetoriais.**

O uso de diagramas de vetores que indiquem a direção do calor e das chamas, pode resultar em uma ferramenta muito útil de análises do investigador. Os vetores se desenrolam sobre um plano do lugar em que se vejam as paredes, portas, janelas e todos os móveis e outro conteúdo que seja importante. Depois, mediante setas, o investigador indica sua interpretação da direção de propagação das chamas ou o calor. As setas podem desenhar o ocorrido no fogo desde a fonte de calor ou a direção da fonte de calor, sempre que todo o diagrama se mantenha a mesma convenção. Se podem marcar as setas que indiquem um ou mais dos diversos fatores que se investiguem com a temperatura, direção da combustão, fluxo calorífico ou intensidade. Se mostra um exemplo na figura 15.2.3.

FIGURA 15.2.3 Diagrama vetorial do calor mostrando o tamanho e a direção dos vetores de movimento de calor a partir da marca de fogo (Fonte: Kennedy e Shanley, "USFA Queimadura do fogo Padrão - Programa para o estudo dos padrões de Fogo")



Você pode desenhar mais vetores para simular o movimento real do calor. Nesse caso, o investigador deve marcar claramente que vetores representam marcas de queimaduras reais e outros suportam as interpretações feitas pelo pesquisador dessas marcas. Um diagrama do vetor dá ao pesquisador um ponto de vista geral para análise. O diagrama pode ser usado também para identificar marcas em conflito que têm de ser esclarecidas.

Um ponto importante que há de se fazer é a terminologia. Fonte de calor não é sinônimo de origem do fogo. Ao contrário, estes termos se relacionam com qualquer fonte de calor que cria uma marca de incêndio identificável. A fonte de calor pode ter sido ou não gerada pelo primeiro combustível que há queimado. Por exemplo, um fogo se propaga a uma garagem e queima os líquidos inflamáveis que se guardam lá. Esses líquidos inflamáveis produzem uma nova fonte de calor que produz novas marcas nas paredes da garagem. Portanto é importante a utilização da análise de vetores das chamas e calor com uma compreensão adequada do progresso do incêndio e a dinâmica básica do fogo.

#### **15.2.4 Diagramas carbonizados de profundidade.**

Em suas notas, o investigador deve registrar os resultados de qualquer investigação que haja sobre as partes carbonizadas. Essas observações devem ser documentadas por suas notas, e também por gráficos. Para a análise, o investigador pode construir um gráfico e sobre ele um diagrama de profundidade da parte carbonizada, medindo essa profundidade e anotá-la no papel uma escala conveniente. Quando tiver anotado essas medidas, deverá traçar linhas que unam os pontos com uma profundidade de carbonização igual ao mesmo caso. As linhas de isocarbonizado resultantes podem representar linhas de demarcação e marcas de intensidade facilmente identificáveis.

### **15.3 Avaliação Preliminar do local do incêndio.**

Deve fazer uma avaliação preliminar do local do fogo, começando com as áreas menos afetadas para as mais afetadas e incluir uma inspeção geral do edifício, dentro e fora, com todas as áreas circundantes. O objetivo inicial desta revisão é determinar o escopo da investigação, equipamento e pessoal necessário; avaliar a segurança do local de fogo e estabelecer as áreas que requerem um estudo mais aprofundado.

A descrição de todos esses lugares deve ser a mais precisa possível. Anote a direção dos pontos cardeais de uma referência ou a fachada principal do edifício. Em cada caso deve fazer posições para que todos usando a descrição possam facilmente localizar a área descrita.

#### **15.3.1 Áreas circundantes.**

O investigador deve examinar também os arredores do edifício. Nestas áreas podem haver evidências significativas de incêndio ou marcas longe de construir o que lhe permite definir melhor o local e a investigação. Deve haver registro de todos os dados de interesse, tais como a posição de cada elemento e a sua situação em relação ao edifício.

Nas zonas circundantes se devem buscar provas que tenham a ver com as setas, como coisas que podem haver estado dentro do edifício ou marcas de fogo. Esta fase da inspeção se deve aproveitar para buscar testes do incêndio e outras pessoas que podem esconder informação sobre o edifício sinistrado.

### **15.3.2 Circunstâncias atmosféricas.**

Você tem que averiguar o tempo que fazia no dia do incêndio e analisar todos os fatores atmosféricos que podem ter influído no mesmo. Nas zonas circundantes podem haver também marcas do tempo. Pelos desenhos nos edifícios e vegetação dos arredores podem determinar também qual era a direção do vento.

### **15.3.3 Exterior do edifício.**

Um passeio ao redor do prédio para ajudar a avaliar a magnitude do incidente e determinar o lugar a ser examinado, bem como a possibilidade de que o fogo se espalhou a partir de uma fonte externa. Deve notar-se a construção e a utilização da construção. Por construção nos referimos de fato ao prédio, que tipo de materiais são usados , suas fachadas, saber se foi remodelado e qualquer outra característica anormal que pode ter afetado a iniciação e propagação do fogo. Significativamente, o grau de destruição que pode ser dado num edifício com diferentes tipos e métodos. Por exemplo, se um edifício tem duas partes, a primeira do século atual e outra dos anos 60, de outro modo igual ao grau de destruição pode variar consideravelmente entre as duas partes.

A ocupação do edifício se relaciona com o uso para o qual se dedica. O uso vem definindo as atividades realizadas no mesmo, a maneira de executar essas atividades e por tipo e estado das pessoas que ocupam. Se o edifício se dedica para outra atividade que não seja aquela para o qual foi originalmente concebido, devemos levar em conta esta mudança.

Tem que anotar várias pistas produzidas pelo fogo no exterior do edifício para ajudar a estabelecer a área a ser estudada com mais atenção. Neste ponto da investigação ainda não é necessário todavia fazer uma análise em profundidade dos danos.

### **15.3.4 Interior do edifício.**

Na sua avaliação inicial, os investigadores devem examinar todos os quartos e áreas comuns do edifício. O estado de seus ocupantes, a construção de conteúdos, os métodos de armazenamento e condições de vida devem ser observados. Além disso, o tipo de construção e revestimentos. Uma vez que a zona menos queimada até a mais queimada, os indicadores devem ser registrados, movimento de fumaça e calor, fogo das áreas e extensão do dano em cada zona (se

tanto, pouco, alguns ou nenhum). Estes levantamentos são então comparados com os observados do lado de fora. O pesquisador deve aproveitar esta oportunidade para avaliar a força do edifício. Este aspecto é vital para saber se você pode trabalhar nele com facilidade. Para outras questões de segurança ver Capítulo 10.

O principal objetivo desta avaliação preliminar do interior é identificar as áreas que necessitam de uma análise mais detalhada. Portanto, o pesquisador deve observar qual pode ser a origem do fogo, as marcas do fogo, a carga do fogo, a combustão e as possibilidades das fontes de ignição.

Durante esta avaliação o pesquisador deve notar qualquer alteração que se observa no local após o incêndio. Por exemplo, a eliminação ou remoção de detritos, remoção de elementos de conteúdo do edifício, alterações de caixas elétricas para facilitar a iluminação temporária e remover os contendores de gás. Tais alterações podem afetar significativamente a interpretação de evidências físicas pelo investigador. Se notar alterações, você deve perguntar o porquê aqueles que fizeram para a mesma magnitude e qualquer documento que pode ter lugar antes que estes ocorram.

Após a conclusão da avaliação preliminar do lugar, o investigador tem que saber já se o lugar que vai investigar é seguro, as necessidades prováveis de equipamentos e pessoais e as zonas circundantes do edifício que requerem uma inspeção mais detalhada. A evolução preliminar do lugar de um incêndio é um aspecto importante da investigação. O investigador deve dedicar todo o tempo necessário a fazer suas primeiras hipóteses. O tempo que dedica a esta tarefa levará muito tempo e esforço.

#### **15.4 Formulação da primeira hipótese.**

A identificação das áreas de interesse é produzida formulando uma hipótese preliminar de como é propagado o fogo através do edifício. Esta hipótese preliminar se estabelece anotando as zonas mais afetadas e menos afetadas e tentando seguir o caminho do fogo feito pela fonte. Esta hipótese permite ao investigador organizar e planificar seu trabalho. O desenrolar das hipóteses preliminares é um ponto crítico da investigação. Nesta fase é importante que o investigador trate de estabelecer quaisquer outras hipóteses possíveis e, no curso da investigação seguir pensando

nessas hipóteses alternativas feitas que encontra provas concludentes ou razões suficientes para desenhá-las.

No entanto, tenha em mente um fato muito importante. A investigação não se deve planificar só para demonstrar as hipóteses preliminares, sem ter em conta outras considerações. A investigação trata de identificar todos os fatos produzidos e utilizar estes fatos para estabelecer opiniões baseadas nos princípios geralmente aceitados da ciência do fogo e na experiência. A investigação pode fazer que se abandone sucessivas hipóteses para formar uma opinião definitiva. Estas situações fazem com que as primeiras hipóteses se considerem preliminares já que terminou a investigação. Um enfoque estreito deste esforço evitará o desarranjo normal de uma hipótese, desde sua fase preliminar até a final (veja capítulo 2).

O investigador deve reconsiderar as áreas de interesse, incorporando dados adicionais que aparecem quando a investigação progride. Por exemplo, dados de pesquisa devem incluir sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado; de proteção contra incêndio, e outros eletrodomésticos de cozinha, sistemas de distribuição elétrica, água e gás. As áreas examinadas não devem ser limitadas às pessoas afetadas pelo fogo. A análise dos sistemas que têm pouca ou nenhuma relação com os danos causados pelo fogo, pode depois ajudar a identificar sua causa.

### **15.5 Exame detalhado das superfícies exteriores.**

Quando você tiver terminado a avaliação preliminar do local, deve analisar os detalhes do edifício. O objetivo desta análise é identificar onde começou o fogo, e começa com um exame das superfícies externas.

Embora esteja claro que o fogo se originou dentro do edifício, não deixe de fazer esta análise externa. Observações, planos e fotos podem esclarecer ao investigador aspectos do edifício, ajudar a estabelecer como foi queimado e a documentar detalhes que podem resolver temas não plantados.

#### **15.5.1 Estado pré-fogo.**

Você tem que determinar a condição do prédio antes do incêndio. Detalhes como seu estado de conservação, estados dos cimentos e lareiras, estado de mantimentos dos sistemas de supressão do incêndio, etc., podem levantar dados

significativos. A documentação dos dados neste momento pode ser a única oportunidade de fazê-lo.

### **15.5.2 Serviços Públicos.**

O investigador deve localizar e documentar os serviços do edifício, como o tipo e capacidade nominal da instalação elétrica e o tipo de gás utilizado. Deve anotar as leituras de todos os contadores. Também deve notar a posição dos depósitos de combustível e seu modo de conexão ao edifício.

### **15.5.3 Portas e Janelas.**

O investigador deve documentar o status de todas as portas e janelas, especialmente aquelas que dão acesso ao edifício. Você deve observar se a porta está quebrada ou intacta e, se foi forçada. Deve observar os meios de fechamento da porta, como uma trava, fechamento, etc. Se a porta está quebrada, o investigador deve determinar se foi antes ou depois do incêndio. Em alguns casos isso pode ser feito com a inspeção da madeira lascada e observando se queimada ou limpa de carbono não queimado ou manchado. Às vezes é possível fazer mais observações para ver se a porta estava aberta ou fechada durante o incêndio, observando se as superfícies ocultas das pernas ou dobradiças estão sujas ou não.

As superfícies limpas indicam que a porta estava fechada quando não havia fumaça. No entanto, as superfícies sujas de fumaça nem sempre indicam que a porta estava aberta. Se a fumaça se acumula em grandes quantidades e cria uma diferença de pressão entre os dois lados da porta, a fumaça passa através dos intervalos que se mantêm em torno da porta e marcam estas superfícies. Essas diferenças de pressão se devem ao aumento de temperatura produzida pela fumaça, ao movimento do ar produzido pelos ventiladores do ar condicionado ou da renovação do ar, aos efeitos do vento causado pela diferença da temperatura entre o interior e o exterior do edifício.

Deve notar o estado das janelas e vidros. Com relação à posição das janelas durante o incêndio, se pode fazer os mesmo com as portas. Com as janelas, a situação pode indicar qual foi a causa da ruptura. Se o fogo rompe as portas ou janelas, a maior ventilação afeta a velocidade de combustão e a propagação do fogo dentro do edifício. O investigador deve tratar de saber se a abertura de uma porta ou janela foi produzido antes, durante ou depois da extinção do incêndio.

#### **15.5.4 Provas de Explosões.**

Deve anotar qualquer deslocamento das superfícies externas, a distância dos planos deslocados e a magnitude do movimento das paredes e telhados. Se é possível, isto se deve anotar no plano do edifício. No mesmo plano se anotará também as superfícies carbonizadas e as marcas de fumaça nas superfícies ocultas que haja ficado expostas pelo deslocamento de algum componente estrutural. No capítulo 18 falaremos com mais detalhes das explosões.

#### **15.5.5 Danos produzidos pelo fogo.**

Eles devem observar os danos causados por um incêndio em superfícies exteriores, o investigador deve colocar o máximo de atenção para os danos produzidos em relação às aberturas e desastres naturais. As portas, janelas e aberturas de ventilação são a passagem natural de fumaça e calor e pode indicar a direção do fogo e produtos de combustão. As aberturas são causadas por incêndio ou produzidos durante as tarefas de extinção. Aquelas produzidas pelo fogo indicam uma área onde houve uma intensa combustão no interior do edifício. Furos distantes criados por fogo podem indicar que houve várias fontes, e de que há uma maior carga de fogo concentrado ou apenas o fogo se espalhou para estas zonas, provocando um maior impacto em uma zona mais vulnerável da superfície extrema do edifício.

Buracos causados pelas atividades de extinção geralmente tendem a forçar orifícios de entrada para desabafar gases da combustão ou de combate a incêndio. As aberturas podem afetar significativamente o movimento do fogo no interior do edifício, dando lugar às marcas que aparecem anormal, devendo o investigador averiguar estes e escrever com muito cuidado, o que contrasta com o pessoal de proteção contra incêndio para saber o que aconteceu dentro da construção para aumentar a ventilação. Esses testes podem ser úteis na avaliação da propagação e o impacto do curso, com métodos como o diagrama vetorial.

### **15.6 Exame detalhado das superfícies internas.**

É realizado antes de dar qualquer opinião sobre a origem do fogo, geralmente feito em exame detalhado das superfícies interiores do edifício. Na maioria dos incêndios de construção, a sua origem é no interior dos mesmos e não é possível determinar com exatidão, examinando apenas as superfícies exteriores. Embora

este curso não começou sobre o incêndio no interior do edifício, que deve ser documentado na mesma análise. Ademais para estabelecer sua origem, na investigação de um incêndio tem que olhar para muitas outras coisas. As fotografias e planos de interiores podem fornecer respostas a questões decorrentes destas análises. Para o exame das superfícies interiores do edifício semelhantes a seguir o procedimento externo. Para a análise dos danos do fogo, serão aplicadas as mesmas técnicas descritas na seção.

#### **15.6.1 Estado antes do incêndio.**

Deve-se observar o estado dentro do prédio antes do fogo, especialmente em áreas onde o fogo é declarado e propagado. Deve-se notar o estado de manutenção ou a falta dela. Além disso, a presença de qualquer concentração de ensaio de materiais facilmente inflamáveis, como lixo. O pesquisador deve observar se os aparelhos elétricos foram usados corretamente. Portanto, também anote qualquer indicação de que pode ter havido em cargas elétricas, usar cabo, mau uso de aparelhos eletrônicos, etc. Estes indicadores não só ajudam a determinar a causa do incêndio, mas podem apoiar ou refutar hipóteses sobre a sua origem.

Você tem que localizar todos os dispositivos internos ou proteção contra extinção de incêndio, extintores e detectores de fumaça, portas firewalls, etc. O pesquisador deve observar se eles estão em perfeitas condições e se teve um bom desempenho durante o incêndio. Você também deve observar se eles foram desativados ou se a manutenção era inadequada.

O pesquisador deve registrar a carga de incêndio que está dentro do prédio, se é coerente com o que poderia ser esperado e se pode ter contribuído para a propagação do fogo. Os dados devem incluir carga de incêndio e aparar revestimentos em superfícies interiores do edifício.

O objetivo final desta inspeção é se o estado do prédio antes do fogo, poderia ter contribuído ou não, e em que medida, a origem, causa ou proposição do mesmo.

#### **15.6.2 Instalações.**

O pesquisador deve localizar e observar as condições das instalações dos serviços de construção. Em uma casa, você pode simplesmente fotografar a caixa de distribuição, mas se ele é um grande edifício industrial, talvez terá que estudar

toda a fiação elétrica. Em qualquer caso, você deve definir o tipo e método de distribuição e reivindicações da eletricidade produzidas na instalação.

Você também deve localizar e descrever a instalação de gás. O objetivo deste teste é determinar se o gás pode ter contribuído para a propagação do fogo. Se o exame revelar que o desempenhado gás combustível pode ter um papel na propagação do fogo, o investigador deve analisar em pormenor os testes de instalação e pressão para vazamentos. Lembre-se do que o fogo pode fazer em um sistema de vazamento de gás em perfeitas condições.

### **15.6.3 Explosões.**

Para o exame do interior do edifício devem seguir o mesmo procedimento para o exame de suas superfícies externas. Devemos observar qualquer movimento de estruturas internas, incluindo as distâncias e direções. Se possível, você deve localizar o centro dos danos produzidos pela explosão. Se a investigação estabelece que houve uma explosão, o pesquisador deve tentar estabelecer se a explosão foi antes do incêndio ou depois esse foi declarado. Isto pode ser determinado observando as vezes do estado das superfícies normalmente escondidas ou protegidas, tais como as paredes interiores. Componentes não queimados do edifício que estão fora do perímetro do mesmo, podem também ser indicativo de que houve uma explosão antes do incêndio. O fogo pode provocar explosões que se projetem fora do edifício. Para uma explicação mais detalhada sobre as explosões, veja capítulo 18.

### **15.7 Reconstrução do local do incêndio.**

O objetivo desta reconstrução é recriar o mais próximo possível do estado em que estava no local antes do fogo. Tal reconstrução permite ao pesquisador ver as marcas deixadas pelo fogo nas superfícies expostas e deve permitir que você faça uma hipótese mais precisa da sua origem. Outra vantagem é a probabilidade de que uma inspeção completa do local do incêndio permita que outros observem melhor as marcas produzidas. Para definir o estado do local antes do fogo, pode ser útil entrevistas, diagramas, fotografias e outras mídias.

Por causa da avaliação preliminar do lugar, já se haviam estabelecido as áreas que iram requerer maior estudo a tarefa de reconstrução do lugar do incêndio que, por vezes, pode não requerer a retirada dos escombros e a colocação do

conteúdo em todo o interior do edifício, como já temos dito anteriormente, a evolução preliminar do lugar dos testes não se deve fazer rapidamente. Uma análise cuidadosa do lugar do incêndio pode ajudar a reduzir um nível normal da dura tarefa de quitar os escombros. Se não se pode reduzir a zona que se quer reconstruir, o investigador deve aceitar que é necessário quitar os escombros de toda a zona destruída.

#### **15.7.1 Segurança Física.**

Outra consideração importante durante o trabalho de revisão da cena é a segurança física. A remoção de detritos pode fazer com que o edifício enfraqueça e colapse. Você também pode encontrar buracos no chão e expor os fios eletricamente. Um desenvolvimento recente é a detecção do risco de substâncias perigosas. Os riscos encontrados durante a investigação devem ser removidos antes de continuar. Para uma explicação mais pormenorizada dos aspectos de segurança, veja Capítulo 10.

#### **15.7.2 A remoção de escombros.**

É essencial para eliminar adequadamente os resíduos. Se esta tarefa é feita de forma inadequada, pode tornar-se visível apenas parte das marcas que deixou o fogo, que pode trazer uma má interpretação do mesmo. A investigação da cena do incêndio é difícil e o trabalho é sujo. O primeiro passo para uma boa investigação é aceitar esses fatos.

Remoção de entulho para as tarefas de reconstrução é algo que afeta o pesquisador. Bombeiros removem o entulho e detritos do fogo também podem remover provas, tornando mais difícil a determinação da origem do incidente. Durante a extinção do fogo, deve-se tomar cuidado para não alterar o lugar mais do que o necessário para obter a extinção. Se as circunstâncias exigem uma grande alteração, devemos fazer todo o possível para documentar a sua condição antes de mudar.

O investigador deve considerar onde você deve depositar o entulho para a reconstrução. Mover os escombros duas vezes é improutivo. Esta atividade deve ser realizada de maneira racional e sistemática, é decidir se os escombros devem ser retirados em camadas e ir documentando o processo a medida que avança. Se a retirada é feita por mais de um investigador, deve discutir a finalidade da mesma e o

que esperam encontrar. Esta discussão prévia pode evitar que um investigador tire algo que a opinião de outro é importante.

### **15.7.3 Arquivos.**

O conteúdo e restos descobertos durante a remoção de detritos devem ser registrados, bem como sua posição, orientação e estado. Isso é importante para repor esses elementos na posição em que estavam antes do incêndio. Uma vez retirados os detritos, todo o conteúdo deve ser localizado na posição onde o fogo foi declarado para analisar a marca que tem sido sobre ele.

Se o conteúdo mudou durante as atividades de extinção, colocá-lo de volta para onde ele foi pode ser muito mais difícil. Se você não pode defini-lo perfeitamente, esse objeto não deve ser incluído na reconstrução da cena. Qualquer hipótese sobre a pista de orientação pode ser errônea, resultando em dados falsos no processo de documentar alternativamente, o conteúdo em todas as posições prováveis, na esperança de que os dados subsequentes possam determinar a sua orientação exata.

### **15.7.4 Modelos de reconstrução.**

Nos últimos anos, o desenvolvimento da ciência e tecnologia de fogo tem dado em várias ferramentas analíticas derivadas da física e da química do fogo e as medições das propriedades dos materiais. Muitos destes dados estão apresentados na forma de cálculos inter-relacionados, chamados modelos de incêndio. As técnicas analíticas de reconstrução constituem uma ferramenta adicional para a análise de fogo e a determinação da sua origem. Até recentemente, esses modelos estavam exigindo grandes computadores e um alto nível de conhecimentos científicos para implementar e compreender o significado e a validade dos resultados.

Atualmente já temos uma série de ferramentas de análise mais simples e fácil de interpretar. Alguns podem até mesmo ser usados como pequenas calculadoras de mão, mas a maioria requer o uso, no mínimo, dos computadores pessoais modernos. À medida que novas ferramentas surgem, esses modelos de incêndio exigem diferentes graus de experiência do usuário. Em geral, o utilizador destes modelos devem certificar-se de que o método utilizado é adequado, se os dados são introduzidos bem e se os resultados são bem interpretados. Aqueles que não estão

suficientemente informados para usar com confiança nesses modelos não devem usar tais métodos.

Usuários incompetentes não devem usar essas ferramentas analíticas, sem orientação e apoio de uma pessoa responsável.

Diante do valor dessas ferramentas, seria interessante para todos os envolvidos na investigação do fogo conhecer o estudo, para usar o mais adequado às suas capacidades e necessidades.

### **15.8 Hipóteses sobre a propagação do fogo.**

Quando, após análise das superfícies externas e internas do edifício, recolher todos os dados possíveis, o pesquisador deve fazer uma hipótese sobre como o fogo se espalhou para o edifício. O objetivo da presente hipótese é estabelecer a origem da área de incêndio. Se a hipótese entrou em contradição uns com os outros, também devem reconhecer e resolver a incerteza. Se uma solução não for possível, você tem que reavaliar a hipótese até que as contradições sejam mínimas. Para resolver as contradições, devemos reexaminar os dados, pois é outra razão que assim produzida tem os danos. Você pode pedir a ajuda de outros pesquisadores para avaliar os danos causados pelo fogo e buscar uma explicação. Em última análise, devem pesar as várias contradições e decidir se a hipótese sobre a origem da área de incêndio é válida.

Uma vez determinada a zona de origem, há que situar e identificar todas as possibilidades de fontes de ignição para encontrar um ponto de origem dentro desta zona.

Se você não consegue encontrar o ponto de origem, a determinação da causa do incêndio é muito difícil. Em alguns casos, se não for possível determinar a origem, pode buscar uma testemunha que viu o fogo em seus estágios iniciais e pode fornecer ao pesquisador uma ideia da área de origem. Todas estas circunstâncias exigem que o investigador de incêndios tenha um grande esforço para encontrar os fatos que podem apoiar ou refutar as testemunhas ou declarações.

## **15.9 Combustão total.**

Um fogo que arde sem dificuldade até a auto-extinção devido à falta de combustível, pode apresentar grandes problemas para o pesquisador. No entanto, isso não significa que não está investigando a cena. Embora tais circunstâncias geralmente produzem situações em que é impossível determinar a origem e causa, você pode obter resultados valiosos se submetidos a uma análise aprofundada e sistemática.

A informação de que o pesquisador deve obter é uma descrição física do edifício e do tipo de construção. Esta informação pode ser obtida a partir de um agente de seguros, autoridades de construção locais e funcionários municipais. Também deve consultar empresas de água, gás e eletricidade no passado e no presente uso dos seus serviços para o edifício.

Quanto ao tipo de ocupação, pode consultar um agente de seguros, os funcionários municipais e moradores. Apesar de na visita inicial a cena ser mais do que um buraco no chão cheio de detritos, o lugar deve ser investigado de forma sistemática. Deve ser feito inspeção lenta e metódica do perímetro, atravessando tudo, escrever e fiscalizar todas as coisas reconhecíveis. Ele deve levantar uma fábrica de plano com a situação de todas essas coisas.

A inspeção do perímetro interior permite verificar o plano. Os materiais de construção não combustíveis são normalmente encontrados quase diretamente abaixo do local onde estavam antes do incêndio. Este permite geralmente o pesquisador a identificar os quartos, cozinhas, salas, etc.

Às vezes, a posição vertical de conteúdo ajudará o investigador da planta ocupada dentro do edifício. Por exemplo, as cabeceiras das camas dos dormitórios do segundo piso geralmente estariam em cima do conteúdo das habitações do primeiro piso que haveria debaixo. Entre ambos elementos se encontram escombros.

Após terminada a avaliação inicial do lugar, se deverá quitar com cuidados os escombros e localizar, identificar e estudar o conteúdo do edifício. Uma das vantagens deste tipo de destruição completa é que o lugar se vê apenas alterado por outros investigadores anteriores ou pelas operações de escombros.

O objetivo de examinar o conteúdo é determinar se os elementos não combustíveis falados correspondem ao tipo e quantidade de elementos que seriam esperados para o seu uso. Os edifícios residenciais contarão com todos elementos como sistemas de calefação e outros elementos como aparelhos de televisão. Todas estas coisas sobrevivem em certa medida, incluindo aos incêndios mais violentos.

Outra finalidade de estudar o conteúdo é marcar os diferentes efeitos do calor sobre cada item. Para o conteúdo de uma área do edifício, enquanto continua a ser fundido numa outra zona, o pesquisador pode assumir que a temperatura na primeira zona é maior do que no segundo. Se os restos eram de metal muito enferrujado, este teste pode ser impossível.

Locais que tenham sofrido uma combustão total apresentam problemas particulares, por isso mesmo sucedem em outros casos. Já que o principal objetivo do investigador do incêndio é determinar sua origem e causa, também pode haver outras coisas que resultem para terceiros. Um exame cuidadoso do lugar onde tenha produzido combustão total pode responder a perguntas plantadas por essas terceiras partes, incluso muito depois de que se haja limpado a zona sinistrada.

## CAPITULO 16 DETERMINAÇÃO DAS CAUSAS

### 16.1 Geral.

Embora o objetivo deste capítulo é determinar a causa do incêndio ou da explosão, presume-se que o objetivo da investigação de incêndio é muitas vezes muito mais amplo. A meta ideal de qualquer investigação do fogo é o alcance sobre as características significativas de um fogo ou incêndio específico. Os aspectos mais importantes podem ser agrupados em quatro grupos seguintes:

(A) Causa do incêndio ou da explosão. Pista de recursos que incluem a consideração das circunstâncias, condições, agentes juntos do combustível, fonte de ignição e um oxidante (como o ar ou oxigênio), levando a um incêndio ou explosão.

(B) Causa do dano à propriedade, como resultado de um incidente. Características que inclui consideração daqueles fatores responsáveis da propagação do incêndio e dimensão da perda, incluindo a adequação da proteção contra incêndio, a suficiência da construção do edifício, e a contribuição de qualquer produto para propagar a fumaça e as chamas.

(C) A causa da morte ou ferimentos em pessoas. Característica de como lidar com itens de segurança pessoal, tais como a adaptação dos sistemas de alarme, adequação de estradas, abrigos ou proteção de evacuação, os dispositivos que emitem elementos tóxicos perigosos para as pessoas, razão de morte ou lesão de bombeiros.

(D) A medida em que o erro humano, contribuindo para um de vários artigos descritos acima em (a), (b) e (c). Este recurso é o fator humano na causa ou propagação do fogo, ou a morte ou ferimentos pessoais. Concentra-se em um ator e omissões que contribuíram para a perda, tais como incêndio criminoso e negligência. A causa de um incêndio ou de causas de lesões e mortes podem ser agrupadas em várias categorias para a discussão, para a determinação da responsabilidade ou culpa ou informação legal. Sistemas de informação locais, sistemas estaduais ou federais, ou coletivos podem ter definições alternativas aplicar deveram seguir necessário.

A determinação da causa de um incêndio requer a identificação das circunstâncias e fatores necessários para que se produzam o fogo. Por exemplo, entre outros, o aparato ou equipe que se tem visto implica na ignição, a presença de outra fonte de ignição compatível, o tipo e forma do material que queimou primeiro e as circunstâncias ou testes humanos que concorreram para juntar todos esses fatores, de modo que se produz o incêndio. O investigador pode não ter ou não se haja dado a responsabilidade para analisar todos os elementos descritos nesta seção, segundo exija a investigação.

A causa de um incêndio pode implicar várias circunstâncias e fatores. Por exemplo, pensemos em um fogo que pegue porque se queima uma coberta devido a uma lâmpada incandescente em um armário. Esses fatores seriam uma lâmpada muito quente em uma estante, um combustível muito perto da lâmpada e a lâmpada que tem acendido não se usava o armário. A ausência de quaisquer destes fatores poderiam haver evitado o incêndio. A função do investigador é identificar esses fatores e circunstâncias que hajam contribuídos à causa.

## **16.2 Classificação das causas.**

A causa de um incêndio pode ser classificada como acidental, natural, induzida ou indeterminada. O termo suspeito não é uma descrição exata da causa

do incêndio. Mera suspeita não é um nível aceitável da prova para estabelecer a causa de acordo com o proposto nesse manual, pelo que se deveria evitar, estes incêndios deveriam ser classificados como não determinados.

#### **16.2.1 Causa de incêndio accidental.**

Todos os casos em que a causa não é um comprovado ato humano, difamação ou espalhamento do fogo para uma área onde não deveria ter se espalhado está incluído nas causas accidentais de fogo. Na maioria dos casos esta classificação é deliberadamente clara, faz com que alguns incêndios também possam ser accidentais. Por exemplo, um incêndio de um lixo em um aterro legal pode ter propagado por uma rajada de vento que se arrepende. A propagação do fogo é accidental, embora a causa inicial poderia ter sido deliberada.

#### **16.2.2 Causa Natural de fogo.**

As causas naturais de fogo são aqueles em que não há intervenção humana direta, como um raio, terremotos, vento e similar.

#### **16.2.3 Causa provocada de um incêndio.**

O incêndio provocado é aquele que foi iniciado em circunstância que uma pessoa sabe que não deveria haver incêndio.

#### **16.2.4 Causa de incêndio indeterminado.**

Se você não pode provar que tem sido a causa de um incêndio, ele é classificado como indeterminado. Isto permite investigar a causa e determinar talvez mais tarde. Se o pesquisador não pode identificar todos os componentes da causa de um incêndio nem sempre deve classificar como indeterminado. Se as patelas físicas apontam para um fator tal como a presença de um catalisador, que pode ser suficiente para estabelecer a causa embora não podem determinar outros fatores, tais como uma fonte de ignição.

Estas situações também em menor grau, em incêndios accidentais. A determinação da causa em tais situações é mais subjetiva. Portanto, o pesquisador deve tentar ser o mais objetivo possível durante a investigação aberta.

### **16.2.5 Processo de eliminação.**

Qualquer determinação da causa do incêndio deve basear-se na presença de mais uma evidência do que na sua ausência; no entanto, está claramente definida quando a origem do incêndio é, por vezes, possível de fazer uma determinação sobre a causa do fogo, mesmo quando não haja evidência de tal causa. Esta descoberta pode ser conseguida com a eliminação lógica de outras causas possíveis, desde que o motivo mantém-se consistente com os fatos conhecidos.

Por exemplo, um investigador adequadamente pode concluir que a fonte de ignição de uma chama aberta, não encontra aparato que a procede no lugar dos fatos. Se pode chegar a esta conclusão de modo correto para ele, a análise tem seguido o método científico descrito no capítulo 2.

A eliminação que envolve a prova e razão de hipóteses alternativas, se volta muito complicado a medida que aumenta o grau de destruição na sala de origem, ou não é possível em muitos casos. Sempre que o investigador propõe a eliminação de um sistema ou equipe específico como fonte de ignição, deverá ser capaz de explicar como se diferencia o aspecto ou estado atual do sistema ou equipe se haverá sido causa do incêndio.

Em uma determinação de uma causa accidental, devem ter em conta as mesmas precauções tomadas para eliminar outras causas.

### **16.3 Origem e Forma do calor de ignição.**

A fonte de energia que causou a ignição estará no ponto de origem ou próximo a ela, mas não parecem coincidir em algumas circunstâncias. Algumas fontes de ignição permanecem no ponto de origem do fogo de uma forma reconhecível, enquanto outros podem ser severamente perturbadas ou completamente destruídas. No entanto, de modo que a causa pode ser demonstrada deve identificar a fonte. Às vezes, essa fonte só pode supor e a causa falada só será a mais provável.

Uma fonte de ignição, deve atingir a temperatura e energia suficiente e estar em contato com o tempo de combustível para elevar a temperatura de ignição. O processo compreende a geração de ignição e a transmissão de calor.

(A) A fonte de ignição tem que gerar um nível suficiente para elevar a temperatura do combustível para o ponto de ignição e deve ser capaz de transmitir a energia para alimentar energia.

(B) A prestação de energia suficiente eleva a temperatura do combustível até o ponto de ignição. Quando a fonte de alimentação está em contato direto com o combustível, tal como no caso de um fio superaquecido com o seu isolamento, a transmissão é por condução direta a partir da fonte para o combustível. Mas se houver uma separação, tem de haver um meio de transporte de energia, que pode estar em contato com os gases de combustão de um objeto sobre o fogo, a radiação da chama ou de gases ou de superfícies aquecidas pela mesma ou por uma combinação que aquecem o fluxo de gases quentes e por radiação.

(C) O aquecimento do possível combustível deve ser produzido pela energia que chega. Cada combustível reage de modo distinto ante a energia que o afeta. Alguns a refletem e outros a transmite através de todo seu material. Parte da energia se dispersa através do material e outra parte o esquenta, fazendo que se eleve sua temperatura. Para descobrir a resposta de um material e a energia que o chega, utilizamos o termo do incêndio. A inércia térmica se define como o produto da condutividade térmica, densidade e calor específico. Estas três propriedades determinam de que maneira um material transmite calor desde sua superfície exposta ao seu centro ou superfícies não expostas e se distribuem e absorve o calor dentro desse elemento. A temperatura superficial de um material com uma baixa temperatura (por exemplo, a espuma de plástico) se eleva muito mais rapidamente quando se expõe à energia de uma fonte de alta temperatura, que a de um material com maior térmica inercial (como uma panela de madeira). Os materiais se esquentam também muito mais rapidamente a partir de uma fonte de energia dada.

Quando você tiver identificado a área e o possível ponto de origem, o pesquisador deve identificar a unidade de poder calorífico, substância e circunstâncias que podem ter causado a ignição. Por aparelho calorífico entende-se os aquecedores fixos e portáteis, fogões ou gás ou caldeiras elétricas, fornos, aquecedores de água, fogões de lenha, lâmpadas, motores de combustão interna, secadores de roupa e dispositivos incendiários.

O pesquisador deve também olhar para dispositivos que não estão funcionando corretamente. Por exemplo, o equipamento elétrico do rush, caixas, utensílios de cozinha e lavanderia, motores, transformadores e máquinas pesadas.

Fontes de ignição de gases ou vapores podem ser arcos motores com escovas, arcos de interruptores ou computadores não protegidos contra explosões, luzes pilotos do gás ou chamas nos aparelhos a gás.

Gases ou vapores inflamáveis, como gasolina, podem viajar uma grande distância antes de chegar a uma fonte de ignição presente. A ignição produz apenas sob certas condições específicas, sendo o mais importante a concentração dentro dos limites de inflamabilidade e uma fonte de ignição de energia suficiente localizada dentro da mistura inflamável. Esta separação da fonte de combustível e da origem do fogo, que pode ser confuso.

Sempre que possível, você tem que perguntar aos proprietários ou ocupantes que tinham fontes de ignição na área de origem, e as atividades quando usados e recentes na área. Esta busca de informação é especialmente importante quando a fonte de ignição foi destruída durante o incêndio. Esta informação também pode ajudar a alertar os objetivos do pesquisador ou tem sido negligenciado quando se considera a área de origem. Ao pensar sobre as fontes de eletricidade e calor potencial de produção de ignição, o pesquisador deve consultar o Capítulo 6 deste manual.

#### **16.4 Primeiro material que queimou.**

O primeiro material que queimou (combustível inicial) é o primeiro que mantém a combustão fora da fonte de ignição. Por exemplo, a madeira de uma centelha não é o combustível inicial para o papel, líquido inflamável ou inflamável se o fósforo se utilizou para queimá-lo.

A forma física do combustível desempenha um papel importante na sua capacidade de queima. Um combustível não gasoso com uma relação de grande superfície-peso, queima mais facilmente do que um com uma baixa relação superfície-peso. Exemplos de combustíveis com elevada relação de superfície-peso são pós, fibras e papel. Se o combustível inicial tinha uma elevada intensidade de superfície-peso e duração da fonte de calor é menos decisivo. Quanto maior o peso da superfície-combustível, menos energia deve produzir fonte de calor para queimar,

embora a sua temperatura de ignição seja a mesma. Os gases e vapores estão completamente dispersos (ou seja, chegar a uma área máxima de superfície à relação de peso), assim você pode queimar instantaneamente, mesmo com uma fonte de baixa energia.

O primeiro combustível pode ser parte de um mau funcionamento do dispositivo. Por exemplo, o isolamento de um fio fica vermelho para o excesso de habitação atual ou plástico de um café que é o superaquecimento.

O combustível inicial pode ser algo que está muito perto de um aparelho que produz calor. Por exemplo, uma viga de madeira muito perto de uma lareira ou lenha ou combustível muito perto do tubo de exaustão ou catalisador de um motor.

O combustível inicial é importante para compreender os acontecimentos que levaram ao fogo. Por exemplo, se eles são os restos de um fósforo queimado na superfície de uma mesa de madeira na região de origem, não se tira a conclusão de que o foi prendido da mesa de madeira. É quase certo que o fósforo foi extinto antes de começar a queimar a madeira. Ela pode até mesmo deixá-la ali um ocupante depois de desligá-lo. Foi um papel ou outro combustível que poderia ter feito a chama chegar ou outros combustíveis? Tenha em mente que o combustível inicial deve ser capaz de queimar dentro dos limites da fonte de ignição.

Na maioria dos edifícios os componentes não são susceptíveis de transformar facilmente. Por exemplo, decks, muros de pedra, madeiras estruturais, armários de madeira e carpetes, não acendem a menos que estejam expostos a uma fonte significativa de calor. O pesquisador precisa identificar a queimada facilmente, uma vez acesa, poderia fornecer a fonte de calor para prejudicar ou afetar esses itens mais difíceis de queimar.

O desperdício de combustível inicial pode ser anormal, produzido por magnésio, ou outros materiais pirotécnicos.

Os gases e vapores podem também ser o combustível inicial e provocar confusão, porque o pontapé de ignição pode estar distante do local onde o incêndio começou no edifício ou móveis. Se a ignição leva à baixa explosão poder é uma evidência que fala de gases, vapores ou poeiras. Os vapores resultantes da gasolina não podem queimar violentamente se não existem evidências de que um acelerador

tem utilizado, longe de uma fonte de ignição ocorreu quando a chama pode ser difícil de se associar com fogo.

### **16.5 Fator (causa) da ignição.**

O combustível sozinho ou uma única fonte de ignição não provoca um incêndio. O fogo é o resultado da combinação da fonte e do combustível. Portanto, o pesquisador deve ter o cuidado de estabelecer a causa de um incêndio, só porque você pode ter um combustível e uma possível fonte de ignição. A causa é determinada pela ordem de acontecimentos que permitiram que a fonte de ignição e de combustível se encontrem.

Definir a ordem de ignição requer estabelecer os fatos e circunstâncias que possam ter ocorrido ou que tenham sido gerados no passado. Ademais, teremos que determinar a ordem que eles ocorreram. Tomemos por exemplo um incêndio na cozinha de um restaurante, que começou a queimar em uma frigideira com óleo e cozinha. A causa é mais complexa do que simplesmente dizer "a frigideira estava muito quente". Estava comendo em uma posição muito alta? Eles bateram os contatos? Por o dispositivo de segurança não evita superaquecimento? Aqueles são os fatores que podem fazer a diferença entre uma incidência pequena e acidentes graves. Todas investigações devem determinar todos os fatores que têm contribuído para a propagação do fogo e da declaração e incluí-los na explicação final da sequência de ignição.

O pesquisador não deve descartar uma causa só porque não tem provas concretas. Não descarte aquecedor elétrico porque os cabos estão em boas condições e os contatos perfeitamente separados. Obviamente, não se deve descartar a possibilidade de incêndio criminoso, porque o laboratório não encontrou nenhuma evidência de aceleradores. A mesma regra aplica-se a causas accidentais do fogo. Qualquer causa só deve ser descartada se há prova definitiva de que não foi a origem do fogo. O aquecedor elétrico é desligado se ele não estava ligado. Ele desliga se a causa era um cigarro no quarto depois de mais de 10 minutos, depois de ter acontecido uma testemunha confiável que viu a fumaça.

### **16.6 Determinação da responsabilidade.**

Após a determinação da origem, causa e evolução do incêndio ou da explosão, o investigador pode ser investigador de uma análise de falha e determinar

as responsabilidades. Só almeja a determinação de tal responsabilidade se for feita por códigos e normas de prevenção, segurança pessoal, incêndio ou ação judicial criminal ou civil de fogo.

#### **16.6.1 Definição de responsabilidades.**

Aqui, a responsabilidade de um fogo define uma explosão como a autoria de uma pessoa ou outra entidade de um evento ou sequência de eventos que causou a explosão ou incêndio, propagação do fogo, danos pessoais, morte ou danos materiais.

#### **16.6.2 Papel do investigador de incêndios na definição de responsabilidades.**

Embora seja muitas vezes papel do tribunal a definição de responsabilidade e atribuir responsabilidades, medidas corretivas civis, a compensação ou a punição, o analista deve identificar indícios dadas à responsabilidade para que a equipe possa tomar medidas sobre segurança contra incêndios, aplicação da lei, ou processos legados.

#### **16.6.3 Natureza de responsabilidade.**

A natureza da responsabilidade em caso de incêndio ou explosão pode ser uma ação ou omissão. Pode ser algo que foi feito, acidentalmente ou intencionalmente, finalmente há a explosão ou incêndio, ou pode ser uma falha na intenção para corrigir ou evitar uma situação que causou a incidência, a propagação, lesão ou danos pode atribuir a responsabilidade por um incêndio ou explosão, independentemente da classificação ou natureza da causa: natural, acidental, incendiário, ou mesmo indeterminado.

Responsabilidade pode ser atribuída a uma pessoa em particular ou outra entidade por negligência, imprudência comportamento, responsabilidade do produto, incêndio, violações dos códigos ou normas, ou por outros motivos.

#### **16.6.4 Os graus de responsabilidade.**

A responsabilidade pode estar em mais de uma pessoa. Muitas vezes, uma sequência de eventos ou condições podem causar o incêndio ou a explosão e propagação, resultando ferimentos e danos. A análise de falhas em geral mostra que uma mudança em uma ou mais destas condições, atos ou omissões, poderiam ter

evitado ou atenuado o evento. Neste sentido, a responsabilidade pode cair através de mais de uma pessoa física ou jurídica. Neste caso, pode-se estabelecer níveis de múltiplas ou vários de responsabilidade.

### **16.7 Comentários.**

Para formar uma opinião baseada na hipótese de incêndio ou explosão, o investigador deve estabelecer regras para o grau de confiança. A aplicação do método científico indica que qualquer hipótese com base na análise dos dados coletados em uma investigação deve resistir ao teste do contraste razoável (veja o Capítulo 2). [Ver Daubert v Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc., 509 EUA 579, 113 S.Ct. 2786 (1993)]

No Prazo, a decisão sobre o nível de confiança dos dados coletados na investigação ou extrair hipóteses de uma análise desses dados correspondem ao pesquisador. A revisão final será boa se você aprova os dados em que se baseia esta opinião. Se o nível de confiança de comentário é único. Possível "ou" suspeito. Deve ser dito que a causa do incêndio é desconhecida, indeterminada ou que está sendo investigada.

## **CAPITULO 17 ANÁLISE DE FATOS E FERRAMENTAS ANALÍTICAS**

### **17.1 Introdução.**

Este capítulo discute os métodos disponíveis ao investigador para ajudar a análise de incêndio ou explosão, bem como ferramentas adicionais que necessitam de uma prática especial. Estes métodos podem ser utilizados para analisar qualquer tamanho de incêndios ou complexidade. Em muitos casos, usados para organizar uma lógica e racional informação de maneira reconhecida durante dados dos eventos. Eles também podem ser utilizados para identificar áreas de investigação que necessitem de informação adicional, ou em que trabalhará no futuro.

### **17.2 Cronogramas.**

Uma linha do tempo é uma representação gráfica ou narrativa dos acontecimentos em torno do fogo, ordenados cronologicamente. Os eventos podem ter ocorrido refletindo antes, durante ou após o fogo. Esta ferramenta de investigação pode mostrar as relações entre os eventos, identificar as lacunas ou

inconsistências nas informações e fontes, ajudar em entrevistar testemunhas e de outra forma ajudar na investigação e análise do evento. É também um documento de demonstração. O valor de uma linha do tempo depende da precisão das informações utilizadas.

Para construir a linha do tempo, é necessário narrar os eventos ou atividades que têm ocorrido de acordo. É importante para determinar a confiança do pesquisador no momento em que você atribui a cada evento ou atividade. Um meio de fazer isto é identificar os dados de qualidade como tempo preciso (real) ou curso (estimado relativo).

### **17.2.1**

Tempo preciso identifica um momento de tempo específico, direta ou indiretamente ligado a um relógio confiável ou temporizador de precisão conhecida. É possível ter uma linha de tempo preciso, sem tempo; tempo preciso pode ser conseguido em alguns dos seguintes modos:

- (1) As chamadas ou registro avisam via de comunicações de rádio com o corpo de bombeiros.
- (2) Avisos ou registros através de comunicações de rádio com a polícia.
- (3) Os relatórios de serviço de emergência médica.
- (4) Sistemas de Registro de alarme (no local, estação receptora, corpo de bombeiros, etc.).
- (5) Relatórios de serviços de inspeção.
- (6) Relatórios de inspeção médica.
- (7) Inspeção dos relatórios de fogo.
- (8) Os registros de empresas de serviços públicos (Manutenção, reparos de emergência).
- (9) Fotos/vídeos privados (verifique com os fabricantes locais dos filmes).
- (10) Meios de Comunicação (fotografias de jornais, rádio, televisão, revistas).
- (11) Cronômetros (relógios, controle, temporizadores de segurança, amortecedores, sistemas de aspersão).

(12) Relatórios climáticos (NOAA, aeroportos, serviços de rastreamento de raios).

(13) Registros de proprietários/atuais ou anteriores (manutenção).

(14) Entrevistas.

(15) Alarmes de incêndio, computador, fitas de áudio e transcrições das comunicações.

(16) Autorização para a instalação de edifícios ou sistemas.

Veja também o capítulo 11 deste documento.

Normalmente relógios e temporizadores não serão sincronizados. Devem haver discrepâncias gravadas entre diferentes relógios, e fazer os ajustes necessários.

O decurso de tempo pode ser estimado de forma relativa. O tempo relativo é a ordem cronológica de eventos ou atividades que podem ser identificados em relação a outros eventos ou atividades. O tempo estimado é uma aproximação com base nas informações ou os cálculos que podem ou não estar relacionados a outros eventos ou atividades. Muitas vezes, a estimativa ou tempos relativos podem ser determinados dentro de um intervalo de precisão conhecida, por exemplo, dois conhecidos podem ser circunscritos ou ocorrências dentro de um intervalo de tempo. Pode ser preferível relatá-los como um intervalo de tempo, em vez de uma hora do lote.

O tempo relativo pode ser muito subjetivo na natureza. O conceito de tempo varia de pessoas e a tensão criada pelo evento. É importante que a evidência disponível seja o mais específico possível, relacionando suas ações e observações com outras testemunhas e do resto da sucessão. Todo o tempo relativo é baseado em outra estimativa. Você pode ter eventos onde o tempo estimado não pode se relacionar a uma hora específica, são úteis para a análise, e são chamados de tempos estimados. Testemunho geralmente fornecem estimativas ou tempos relativos.

## 17.2.2

Fontes de horários precisos listados em 17.2.1. também são fontes potenciais, juntamente com o tempo estimado para uma atividade que deve ser desenvolvida, ou um evento que deve ocorrer.

Alguns eventos são especialmente valiosos como começar uma linha do tempo, ou ter uma relação significativa com a causa, propagação, detecção ou extinção de um fogo, e são chamados de marcos; por exemplo, horários de partida e chegada dos Bombeiros no local do relatório de Bombeiros. Outros exemplos incluem o colapso da cobertura, a quebra de uma janela, ou explosão.

### 17.2.3

É bastante provável que duas ou mais linhas de tempo para avaliar e documentar as sequências eficazmente de eventos que levaram ao incêndio, o fogo em si, e a atividade após o fogo necessário. Esses prazos podem ser chamados de macro e micro.

Uma avaliação de eventos macro podem incorporar atividades que aconteceram meses antes do incêndio e que levou à demolição do edifício. Como exemplo, as reformas que alteraram o sistema elétrico do prédio, o que pode ser atribuído como uma fonte de ignição.

A avaliação de eventos micro se concentra em alguns segmentos descontínuos de linha do tempo total em que o pesquisador tem interesse especial. Por exemplo, a avaliação dos acontecimentos durante o período de tempo que precede imediatamente a ignição durante as fases iniciais de extinção, durante o crescimento do fogo, ou a ignição extinção precipitada. Pode surgir a partir de linhas paralelas ao teste de duas ou mais séries de tempo dos eventos. Poderia usar esta apresentação para mostrar se eles estão ou não relacionados de alguma forma.

Existem várias ferramentas disponíveis para ajudar no desenvolvimento de cronogramas. Embora um cronograma simples pode ser criado com lápis e papel, existem pacotes de software disponíveis, a partir de processadores de texto simples ou bancos de dados, a sofisticada esquematização de programas. Teste a linha de exemplo tempo simples na Figura 17.2.

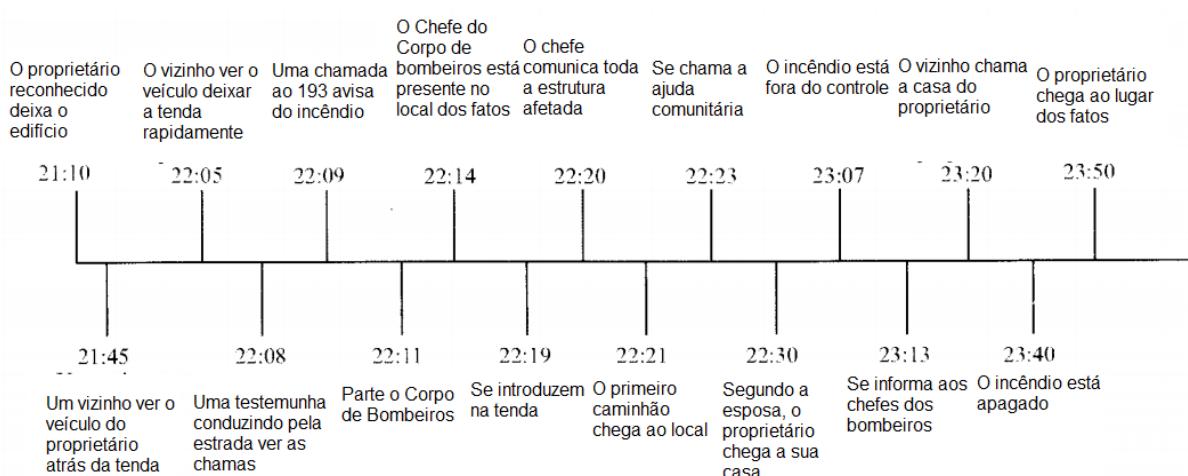
### 17.3 Análise de sistemas.

As técnicas de análise de sistemas são ferramentas importantes para identificar como e quando a modelagem e a análise de engenharia. Estas técnicas, desenvolvidas para uso em análise de segurança de sistemas, incluindo análise de falhas e efeitos, árvore de falhas, HAZOP, e o que acontece. Essas ferramentas fornecem um método sistemático para riscos ou falhas na análise de sistemas. Eles podem ser qualitativamente ou quantitativamente. As taxas de risco de probabilidades ou fracasso podem ser medidas usando formatos quantitativos. Mais tarde, algumas das técnicas mais comuns, a análise de árvore de falhas para a análise de efeitos e defeitos são descritos. Existem outros sistemas de análise disponíveis, cada um com suas vantagens e limitações. Veja as referências para exemplos de métodos.

#### 17.3.1 \* Árvores de falhas.

A árvore de falhas é um diagrama lógico que pode ser usado para analisar um incêndio ou uma explosão, e é desenvolvido usando o raciocínio dedutivo. O diagrama colocado em lógicas de sequência e de posição, condições e cadeias de eventos necessários para um incêndio ou explosão ocorre de maneira determinada.

Figura 17.2 Ilustração de uma Linha do Tempo



As árvores de falhas podem ser usadas para verificar a probabilidade de uma causa de incêndio propostas na fase de propagação. Árvores de falhas são

desenvolvidas para a separação de um evento indesejável em sua totalidade ou às peças soltas. Em seguida, os componentes estão localizados em sequências lógicas de eventos necessários para produzir as condições de explosão ou de incêndio ou um aspecto específico, uma morte ou ferimentos. Se as condições não estão presentes, ou os eventos não ocorrem na ordem necessária, o cenário proposto não é possível. Por exemplo, se o cenário proposto precisava de um circuito ativo elétrico e não havia fornecimento elétrico, o palco vai estar errado a não ser que você pode mostrar uma fonte alternativa de eletricidade. A lógica para a avaliação dos acontecimentos e condições controlando os eventos indesejados é representada por decisões "e" ou "ou". Na representação gráfica de uma árvore de falhas, esses pontos de decisão são chamados de portas. Em muitos casos, as árvores de falha que contêm combinações de portas "e" portões e "ou". [Ver Figura 17.3.1 (a)].

Para um evento que ocorreu "e" todos os aspectos e condições controladas devem estar presentes. Um exemplo do uso da porta "e" é o conjunto das condições que devem estar presentes para que uma lanterna funcione e produza luz: deve ter boa bateria; a lâmpada em boas condições; e o interruptor deve funcionar. Figura 17.3.1 (b) a árvore de falha deste processo é mostrado.

Para um evento "ou" controlado, alguma qualquer série de elementos e condições podem levar ao evento em questão. Um exemplo da utilização da porta "ou" seria uma lanterna que não funciona quando se aciona um interruptor. A falha pode ser devido a quebra do switch, lâmpada com problemas de bateria. Figura 17.3.1 (c) a árvore de falha deste processo é mostrado.

A análise da árvore pode ser usada para avaliar a probabilidade que acontece o evento indesejado, atribuindo probabilidades às condições e eventos. A princípio é difícil (ou impossível) atribuir probabilidades a eventos sucessivos ou condições.

Você precisa identificar todos os componentes do sistema, seus relacionamentos, e a validez dos dados utilizados. Para construir corretamente uma árvore de falha, pode ser necessário consultar especialistas em equipar pessoas, materiais ou processos.

A análise por método da árvore de falhas pode levar a vários cenários plausíveis indesejáveis do evento. Pode não ser possível estabelecer qual o cenário é mais provável se não houver número suficiente de garras.

Entre outros, você pode usar as seguintes fontes de dados para análise de falhas em árvores:

- (1) Operações e manuais de manutenção.
- (2) Os registros de manutenção.
- (3) Os registos de reparação e substituição de peças.
- (4) Os documentos de desenho.
- (5) Colaborações com conhecimento do sistema de especialista.
- (6) O exame e teste de amostras de materiais e equipamentos.
- (7) Base de dados de componente.
- (8) Planos e especificações de construção.
- (9) Relatório de bombeiros.
- (10) A documentação da cena.
- (11) As declarações de testemunhas.
- (12) Prontuários de vítimas.
- (13) As informações do comportamento humano.

Consulte o Capítulo 11 para obter orientação adicional.

Árvores de falhas são construídos usando um formato familiar para a comunidade técnica. Existem programas de computador disponíveis para auxiliar o usuário no desenvolvimento e análise de árvores.

### **17.3.2 Análise de modos de falha e efeitos (FMEA).**

FMEA é uma técnica usada para identificar as fontes básicas de falhas em um sistema, e descobrir as consequências dessas falhas de uma forma sistemática nas investigações de incêndio ou explosão, é uma avaliação sistemática de todos os equipamentos e/ou medidas podendo contribuir para a causa do evento. Prepare preenchendo uma tabela com títulos (veja a Figura 17.3.2); é um formato flexível em comum mas tem, pelo menos, os três seguintes elementos:

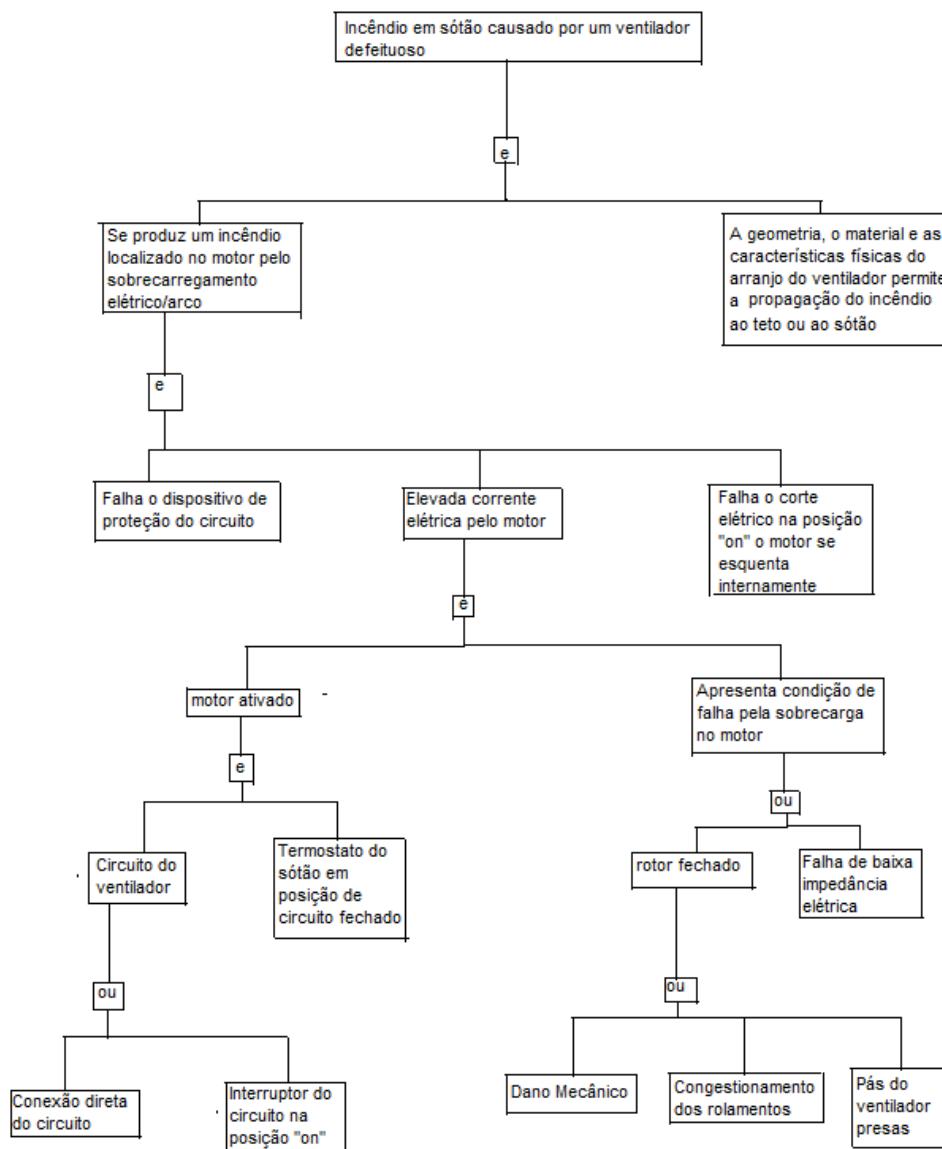
- (1) Componente ou ação que está sendo analisada.
- (2) Falha (quebra) básica ou erro básico.

### (3) Consequência da falha.

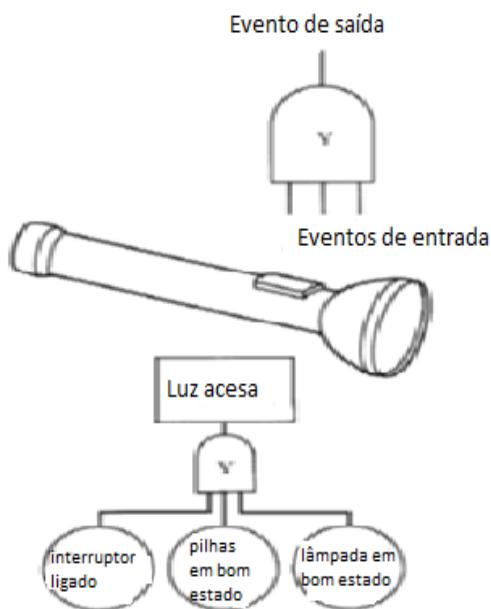
Este método pode ajudar a identificar potenciais causas de um incêndio ou explosão, e se é benéfico fazer análise posterior. É especialmente útil em um incidente grande ou complicado. Ele pode ser eficaz na identificação de fatores (tanto humano como físico), que poderia ter contribuído para a causa do incêndio ou explosão, assim como na eliminação de potenciais causas da mesma.

As colunas adicionais desenhadas pelo investigador são necessárias para refletir as necessidades de uma investigação concreta.

Figura 17.3.1 (a) Árvore de falhas com combinação de portas “e”, e portas “ou”



**FIGURA 17.3.1 (b) Exemplo de árvore de falhas com abertura "Y"**



**FIGURA 17.3.1 (c) exemplo de um organograma de falhas com abertura "o"**



Frequentemente, inclui-se uma valoração de probabilidade individual para cada tipo de falha. As tabelas de FMEA são catalogadas por elementos, e servem

como material de referência para investigações posteriores. Podem ser desenvolvidas com planilhas de informática ou programas especializados.

Para ir preenchendo a tabela, o pesquisador deve considerar a amplitude das condições ambientais e o estado do processo (em operação, parada e arranque) em cada elemento ou ação. Pode-se atribuir probabilidades ou graus de probabilidade a cada acontecimento. Caso se necessite de uma sequência de falhas para que se produza o incidente, as probabilidades ou graus de probabilidade podem ser combinados para se medir a probabilidade de que uma sequência de eventos dados leve ao incidente.

É necessário identificar todos os componentes do sistema e as ações humanas conhecidas que podem ter contribuído para o incidente. A exatidão da determinação da sequência de eventos depende da exatidão atribuída a cada falha individual.

Os dados necessários dependem da extensão das análises desejadas. A informação mínima, geralmente, inclui uma lista de todos os componentes do sistema e ações humanas que conduziram ao incidente, possíveis manifestações de falha para os componentes e ações, e as consequências imediatas de cada uma. É importante reconhecer que muitos componentes do sistema têm mais de um modo de falha, por isso, deve ser listada cada maneira de falha possível e suas consequências particulares para o componente ou ação.

Os dados de sistemas e componentes podem ser obtidos de muitas fontes, entre as quais estão as seguintes:

- Manuais de operações e manutenção;
- Registros de manutenção;
- Registros de reparação e substituição de partes;
- Documentos de projeto;
- Contribuições de peritos com conhecimento do sistema;
- Exame e ensaios de exemplos de materiais e ferragens;
- Base de dados de confiabilidade dos componentes;
- Planos e especificações do edifício;

Relatório dos bombeiros;  
Documentação da cena;  
Declaração de testemunhas;  
Registros médicos das vítimas;  
Informação do comportamento humano;

A tabela 17.3.2 mostra um exemplo hipotético de um FMEA aplicado a um cenário específico de incêndio, na determinação da causa desse incêndio.

#### **17.4 Modelagem matemática**

As técnicas de modelagem matemática fornecem ferramentas ao investigador para provar as hipóteses relacionadas com a origem e a causa do fogo/explosão, e a causa do dano resultante à propriedade ou lesões às pessoas. Mesmo quando não se está trabalhando na origem ou causa, muitas vezes, é possível e importante estabelecer a causa desses danos.

O escopo deste trabalho enfatiza os modelos e análises que podem ser desenvolvidos utilizando-se cálculos realizados no computador ou à mão. O uso dessas ferramentas analíticas depende do alcance que esse costume tem para o pesquisador, o evento particular e o objetivo concreto da investigação. Pode ser necessária a ajuda de um especialista para completar as análises.

Os modelos matemáticos são projetados para tentar simular ou preceder os fenômenos do mundo real com a utilização de princípios científicos e dados empíricos. Há muitos campos e disciplinas específicas que utilizam modelos, muitos dos quais demonstraram ser úteis em investigações de incêndios e explosões. Alguns serão analisados a partir de 17.4.1 a 17.4.8

**Figura 17.3.2 Exemplos de formatos simplificados de modos de falha e efeitos:**

Componente	Modo de falha	Efeito direto	Efeito no sistema	Categoria de perigo	Mudanças recomendadas

Componente	Modo de operação	Modo de falha	Aspecto perigoso	Frequência de falha	Categoria de perigo	Ação corretiva

Elemento	Mecanismo de falha	Relação de falha	Perigo possível	Duração do perigo	Fonte de dados	Anotações

**Figura 17.3.2 Exemplos de tabulação de modo de falha e efeitos de um incêndio em um restaurante pequeno:**

ELEMENTO	MODO DE FALHA	CAUSA DA FALHA	EFEITO DA FALHA	PERIGO CRIADO	CONDIÇÕES DE FALHA	INDICAÇÃO DE FALHA
Cafeteira	A corrente do aquecedor flui sem parar	O interruptor está ligado e os controles falham	A água “ferve” no depósito	Ignição da parte plástica	Elemento ignido	Fusão da parte de alumínio ao redor do aquecedor
			Fuga térmica de elementos aquecedores		Interruptor ligado não desliga	Alumínio fundido na base da máquina
			A temperatura local sobe acima de 600°C		O termostato falha na posição “ligado”	O termostato fecha o circuito
					Os fusíveis térmicos não abrem	Os fusíveis fecham o circuito
Forno elétrico	Autoignição do óleo de cozinha	Cozinha desguarnecida	A temperatura do óleo se elevava acima da temperatura	Incêndio do óleo incandescente e grande quantidade de fumaça	Equipamento ignido	Controle do forno na posição “ligado”

			de autoignição			
		Avaria no controle			Interruptor aberto ou falha na posição “desligado”	Lâmina de alumínio fundida
					Sem regulação da temperatura	Óleo consumido ou derramado na unidade
						Superfície de contato fundida ou derretida

Nota: Os dados e conclusões mostrados nesta tabela são hipotéticos, só são utilizados como exemplos.

#### 17.4.1 Análise de transferência de calor

Estes modelos permitem a análise quantitativa da condução, convecção e radiação nos locais de incêndio. Assim, são utilizados para provar as hipóteses relacionadas com a causa e a propagação do incêndio, os danos à propriedade e as lesões às pessoas. Os modelos de transferência de calor geralmente vêm incorporados em outros modelos, incluindo análises de dinâmica do fogo e estrutural. Há vários textos generalistas sobre análise da transferência de calor.

Os modelos e análises podem ser utilizados para avaliar várias hipóteses incluídas, entre outras:

Competência da fonte de ignição (Ver seção 16.3);

Dano ou ignição em edifícios vizinhos;

Ignição de elementos combustíveis secundários;

Transmissão térmica através dos elementos do edifício;

#### 17.4.2 Concentração de gases inflamáveis

Modelos podem ser utilizados para calcular a concentração de gases em função do tempo e elevação no espaço, o que pode ajudar na identificação das fontes de ignição. Estes modelos, em combinação com uma avaliação dos danos da explosão ou incêndio, e a localização de possíveis fontes de ignição, podem (a) ser

utilizados para estabelecer se há vazamento (suposto ou testemunhado), que pode ter sido a causa do incêndio ou explosão, e (b) determinar que fontes de gás ou vapor combustível estão presentes no local do incêndio ou explosão, os danos e possíveis fontes de ignição.

#### **17.4.3 Análises hidráulicas**

Os sistemas de abastecimento de água e aspersores automáticos, geralmente, são necessários para avaliação da causa do sinistro. Os mesmos modelos matemáticos e linguagens informáticas utilizados para projetar estes sistemas, podem ser utilizados nas análises de perdas. Contudo, os métodos de aplicação são diferentes entre o projeto e as análises forenses.

Uma aplicação corrente das análises hidráulicas é a determinação de porque um sistema de aspersores não controlou um incêndio. Os modelos também podem ser utilizados para investigar as perdas relacionadas com a abertura de uma só válvula de aspersão, efeito de um congestionamento nas tubulações, e para determinar o efeito da posição da válvula no funcionamento do sistema no momento do sinistro. Há disponíveis outros modelos e métodos para analisar o fluxo através dos sistemas, sem a utilização de água, como com dióxido de carbono, agentes extintores gasosos, produtos químicos secos e combustíveis.

#### **17.4.4 Análise do equilíbrio químico termodinâmico**

Os incêndios e as explosões que se suspeita terem sido causados por reações químicas supostas ou conhecidas, podem ser investigadas com uma análise termodinâmica das possíveis reações químicas e contaminantes potenciais. A análise do equilíbrio químico termodinâmico pode ser utilizada para avaliar diversas hipóteses, incluindo as relacionadas com as seguintes:

- (1) Reações que podem ter causado o incêndio ou a explosão;
- (2) Mistura inadequada de produtos químicos;
- (3) Papel da comunicação;
- (4) Papel das condições ambientais;
- (5) Potencial de produto ou mistura química superaquecer-se;

(6) Potencial de produto ou mistura química produzir vapores ou gases inflamáveis;

(7) Papel das ações humanas nas falhas do processo;

Esta análise irá exigir a realização de cálculos manuais tediosos. Atualmente, os programas informáticos existentes fazem com que seja muito mais fácil realizar esses cálculos. Os programas geralmente exigem a introdução de dados sobre várias propriedades de materiais, incluindo a fórmula química, a massa, a densidade, a entropia e o calor de formação.

As reações químicas que parecem não ser favorecidas pela termodinâmica, podem ser solucionadas na busca da causa do incêndio. As reações termodinamicamente favorecidas devem ser analisadas em maior detalhe para determinar se a velocidade cinética das reações consideradas é suficientemente rápida para ter causado a ignição, ocasionando as circunstâncias particulares do incêndio.

#### **17.4.5 Análise estrutural**

As técnicas de análise estrutural podem ser utilizadas para determinar as razões de falha estrutural ou mudança, durante um incêndio ou explosão. Podem ser encontradas numerosas referências em bibliotecas de engenharia, que analisam temas tais quais: a resistência de materiais, fórmulas de elementos estruturais individuais e de conjuntos.

#### **17.4.6\* Análise das vias de evacuação**

a incapacidade dos ocupantes de sair das instalações pode ser um dos aspectos críticos que um pesquisador deve analisar. Os modelos de vias de evacuação podem ser utilizados para analisar o movimento dos ocupantes em caso de incêndio. Integrados com um modelo de dinâmica do fogo, geralmente, são necessários para avaliar o efeito do incêndio nos ocupantes. Ver o capítulo 8 sobre fatores humanos.

#### **17.4.7\* Análise da dinâmica do incêndio**

As análises de dinâmica do incêndio são equações matemáticas derivadas de princípios científicos fundamentais ou dados empíricos. Abarcam desde equações

algébricas simples até modelos computacionais que incorporam muitas equações individuais da dinâmica do incêndio. Podem ser utilizadas para prevenir o incêndio e as características do ambiente, como as seguintes:

- (1) Tempo até a combustão súbita generalizada (*flashover*);
- (2) Temperaturas do gás;
- (3) Concentrações dos gases (oxigênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono e outros);
- (4) Concentração de fumaça;
- (5) Velocidade do fluxo de fumaça, gases e combustível consumido;
- (6) Temperatura nas paredes, no teto e no chão;
- (7) Tempo de ativação dos detectores de fumaça, de calor e dos aspersores automáticos;
- (8) Efeitos da abertura ou fechamento das portas, quebra dos vidros e outros eventos físicos;

Tais aspectos podem ser utilizados para avaliar hipóteses sobre a origem e desenvolvimento do incêndio. Utilizando informações do edifício, princípios de dinâmica do incêndio e dados para antever o ambiente criado pelo fogo em uma situação analisada. Os resultados podem ser comparados com as provas físicas e testemunhos para corroborar ou refutar hipóteses. Os edifícios, os conteúdos e os dados da dinâmica do incêndio estão expostos à incerteza, cujos efeitos deveriam ser medidos por meio de uma análise de sensibilidade e incorporados na comprovação das hipóteses. Essas incertezas podem incluir a situação das portas (abertas ou fechadas), as características da carga de incêndio, as velocidades de fluxo de aquecimento, ventilação, ar-condicionado (HVAC) e a velocidade de liberação de calor dos grupos combustíveis. (*Consulte a seção*).

## **17.6 Sobre procedimentos recomendados para a coleta de dados**

As análises de dinâmica do incêndio usualmente são classificadas em três categorias: análises especializadas, modelos setoriais e modelos de campo. Elas estão dispostas em ordem crescente de complexidade e necessidade de poder de cálculo.

(a) *Rotinas especializadas de dinâmica do incêndio*: são procedimentos simplificados projetados para resolver um problema concreto. Em muitos casos, essas rotinas podem resolver questões relacionadas com a reconstrução do incêndio sem a utilização de um modelo. Pode-se precisar de quantidades bem menores de dados para essas rotinas do que as necessárias para pôr em funcionamento um modelo de incêndio. Na seção *FIREFORM* de *FEPTOOL* há exemplos de rotinas disponíveis.

(b) *Modelos setoriais*: muitos modelos de crescimento do incêndio que podem ser executados em computadores pessoais são exemplos de modelos setoriais. Normalmente, dividem cada habitação em dois espaços ou zonas, uma zona superior que contém os gases quentes produzidos pelo incêndio e uma zona inferior que é a fonte de ar para combustão. Os tamanhos da zona mudam com o transcurso do incêndio. A zona superior pode se expandir até ocupar quase a totalidade do espaço na habitação.

(c) *Modelos computadorizados e de campo de dinâmica de fluidos (CFD)*. Estes modelos, muitas vezes, necessitam de computadores de grande capacidade de cálculo. Eles dividem o espaço em pequenas células (geralmente dezenas ou centenas), deste modo, pode-se examinar o movimento dos gases com maiores detalhes que os modelos setoriais. Em regra, é necessário utilizar a sofisticação do modelo de campo, caso se precise de detalhes. Entretanto, via de regra, os modelos de campo são mais caros de utilizar, necessitam de mais tempo de configuração e execução e exigem um alto nível de conhecimentos para tomar as decisões requeridas na resolução do problema e interpretação dos dados oferecidos pelo modelo. Não obstante, o uso desses modelos está aumentando na investigação de incêndios e procedimentos legais relacionados. Geralmente, eles se adequam bastante bem a situações em que a configuração do combustível ou do lugar é irregular, onde a turbulência é um elemento crítico, ou onde se busca um elevado nível de detalhe.

**17.4.8** O modelo matemático, tanto de cálculos manuais simplificados como computadorizados, tem limitações inerentes às suposições que se tem em conta. Tais modelos baseiam-se nos dados empíricos e são validados pela comparação com outros dados empíricos. Deve-se ter cuidado para que os modelos sejam utilizados com precaução em razão dessas limitações, suposições e validações.

## **17.5 Prova de incêndio**

### **17.5.1 Papel da prova de incêndio**

As provas são ferramentas que podem fornecer dados que complementem os colhidos no lugar do incêndio (ver 2.3.3), ou, ainda, podem ser utilizadas para provar as hipóteses (ver 2.3.6). Variam em seu âmbito, desde provas em tabelas de trabalho, até a recriação em escala real do evento completo. Podem relacionar-se com a origem e a causa do incêndio, ou sua propagação e desenvolvimento. Os componentes e subsistemas de prova podem incluir os conteúdos e sistemas do edifício e, até mesmo, elementos arquitetônicos e estruturais do edifício.

Caso sejam utilizadas como parte da coleta de dados, as provas proporcionam detalhes sobre as características dos combustíveis ou elementos consumidos, sobre os materiais afetados ou sobre os processos que desempenharam um papel no incêndio. Essa informação é valiosa para a análise de dados e a formação de hipóteses. (*Ver também a seção 14.10*).

Caso sejam utilizadas como parte da comprovação de hipóteses, podem ajudar na avaliação da consistência de uma hipótese, associadas com os dados coletados e com as leis da ciência do fogo. Desta maneira, a prova de incêndio é utilizada do mesmo modo que a modelagem de incêndio. Ademais, a prova pode apoiar a modelagem, proporcionando dados de entrada para modelos ou fornecendo dados de referência que podem ser executados para valorar a exatidão e aplicabilidade de um modelo.

### **17.5.2\* Métodos de prova de incêndio**

Na medida do possível, a instrumentação, os procedimentos e os métodos de prova de incêndio devem ser utilizados ou preparados depois da realização dos testes-padrão, de acordo com o que se tem registrado na literatura científica sobre o fogo. Provas consistentes, métodos de testes-padrão ou a literatura científica do fogo contribuirão para a credibilidade científica dos resultados. As provas que não se realizam segundo um padrão conhecido serão consistentes de acordo com os fatos relevantes do caso. Uma prova verossímil inclui a utilização de materiais e

componentes, por exemplo, que se ajustam aos materiais e conjuntos reais, assim como a realização de experimentos que refletem as condições relevantes do lugar no momento do incêndio. Dados valiosos podem ser obtidos de provas que se centram em aspectos concretos de um incêndio.

### **17.5.3 Limitações das provas de incêndio**

Ainda que as provas possam fornecer informações úteis, não é possível recriar perfeitamente todas as condições de um incêndio específico, o que pode afetar os resultados de uma prova em escala real. As condições meteorológicas são um exemplo de parâmetro que não pode ser reproduzido facilmente e que pode afetar os resultados; devem-se levar em conta tais distorções no momento de tirar conclusões baseadas nos resultados das provas.

## **17.6 Dados necessários para a realização de provas e modelos**

Os dados do lugar de incêndio necessários para a realização de provas e modelos (normalmente conseguidos pelo pesquisador do incêndio) são utilizados para quantificar ou descobrir o lugar dos fatos e incluir dimensões do edifício, materiais, conteúdos, tamanho, localização e tipos de abertura de ventilação.

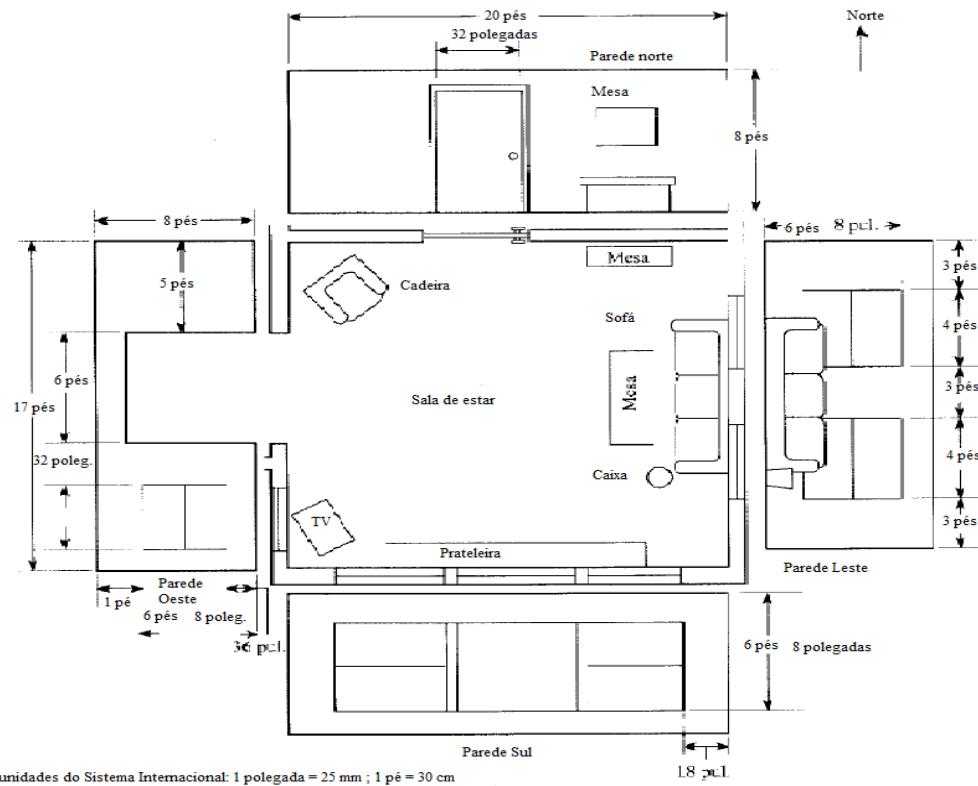
### **17.6.1 Dimensões do edifício**

As dimensões das habitações e os tamanhos dos componentes estruturais afetados pelo incêndio em questão são necessários para representar, de modo preciso, a geometria dos cômodos afetados. Essas informações podem ser encontradas nos planos dos edifícios, distribuições na planta ou esquemas de construção. Além de comprimentos e larguras das habitações ou edifício, o pesquisador deve coletar outras dimensões como a altura dos tetos, dimensões interiores das habitações, espessura das paredes e tetos proeminentes e pisos, como mostrado na Figura 17.6.1.

### **17.6.2. Materiais e conteúdos**

A análise significativa de um incêndio requer uma compreensão da velocidade de liberação de calor, do crescimento e do calor total dispendido. A determinação destes parâmetros exige a identificação do tipo, quantidade, localização e configuração real do combustível envolvido no incêndio. Por exemplo, uma

configuração vertical queimaré mais rapidamente que uma configuração horizontal com o mesmo combustível.



Deve-se documentar a composição, espessura, condição e materiais das camadas que compõem as paredes, pisos, tetos, janelas e portas; acabamentos decorativos de tetos e paredes, assim como, o tipo, configuração e *status* do conteúdo.

### 17.6.3. Ventilação

É importante compreender o estado da ventilação para validação do modelo ou da prova de incêndio. Deve-se determinar a posição e estado de portas, janelas e clarabóias e outras fontes de ventilação, como ventiladores de extração controlada por termostato. É importante determinar se as aberturas de ventilação estavam abertas ou fechadas. Os efeitos da ventilação incluem vento, a ventilação dos bombeiros, funcionamento dos sistemas de aquecimento e ar-condicionado, por isso, deve-se tê-los em conta.

## CAPITULO 18      EXPLOSÕES

### 18.1\* Introdução

Historicamente, o termo explosão tem sido difícil de definir com exatidão.

A manifestação de que ocorreu uma explosão são os danos ou mudanças produzidas pelos obstáculos à onda expansiva da explosão, que como elemento integrante da explosão, produziu efeitos físicos no continente ou em superfícies adjacentes.

Esses efeitos podem ser resultado do obstáculo encontrado pela onda expansiva, pelo impacto da onda livre ou pelo seu choque contra um objeto, pessoa ou objeto.

Para as investigações de incêndios e explosões, uma explosão é a conversão repentina energia potencial (química ou mecânica) em energia cinética com a produção e liberação de gases sob pressão, ou a liberação de um gás que estava sob pressão. Esses gases sob alta pressão realizam um trabalho mecânico como deslocar, mudar ou dispersar os materiais próximos.

Embora uma explosão venha quase sempre acompanhada da produção de um forte ruído, ele, em si mesmo, não é um elemento essencial da explosão. Os critérios fundamentais para determinar a explosão são a geração e/ou a saída violenta de gases.

Apesar da ignição de uma mistura de vapores inflamáveis/ar em um recipiente, que fazem estourar ou saltar a tampa do recipiente seja considerada uma explosão, a ignição dessa mesma mistura ao ar livre, ainda que produza uma deflagração, pode não ser uma explosão como se define neste documento, ainda que se produza uma liberação de gases a alta pressão, um aumento localizado da pressão do ar e um ruído nítido. A falha e a explosão de um depósito ou recipiente pela pressão hidrostática de um fluido não compressível, como a água, não é uma explosão, porque essa pressão não é criada por um gás. As explosões são um fenômeno da dinâmica dos gases.

Ao estudar este capítulo, o pesquisador deve estar ciente de que existem muitos fatores que determinam os efeitos de uma explosão e a natureza dos danos. Estes fatores incluem o tipo, a quantidade e a forma do combustível; o tamanho e

forma do recipiente ou do edifício em que se encontra; o tipo e a resistência dos materiais; o material de que é feita a embalagem ou o edificação, e o tipo e a quantidade de ventilação existente (ver secção 18.5).

Nas seções deste capítulo são explicadas técnicas e termos de análise explosões que foram desenvolvidos, fundamentalmente, a partir da análise de explosões, com fontes difusas de combustível, como os combustíveis industriais e os gases combustíveis, poeiras e vapores de líquidos inflamáveis em edifícios de construção ordinária. Adverte-se o leitor de que a aplicação destes princípios a outros edifícios padrões de construção diversos requer mais pesquisas a outras referências sobre explosões. Análise de explosões de explosivos em fase condensada (sólidos ou líquidos), especialmente os detonantes (alta potência), também pode exigir habilidades especiais que vão além do escopo deste texto.

## **18.2 \* Tipos de explosões**

Existem dois tipos principais de explosões aos quais esta pesquisa é aplicada: mecânicas e químicas. Dentro destes, existem vários subtipos. As explosões são discriminadas pela fonte ou mecanismo pelo qual as pressões explosivas são produzidas.

### **18.2.1 Explosões mecânicas \***

Explosões mecânicas são aquelas em que um gás de alta pressão produz uma reação exclusivamente física. Esta reação não envolve mudanças na natureza química básica da substância no recipiente. Uma explosão puramente de ruptura mecânica é a de um botijão de gás ou um reservatório de alta pressão, que provoca a liberação do gás armazenado, que pode ser ar comprimido, dióxido de carbono ou oxigênio.

### **18.2.2 BLEVEs**

Explosão de vapores e expansão de um líquido em ebulação (BLEVE) é a explosão mecânica com que mais frequentemente o pesquisador se deparará. São explosões mecânicas que afetam os recipientes contendo líquidos sob pressão, a uma temperatura acima do seu ponto de ebulação e à pressão atmosférica. Não há necessidade do líquido ser inflamável. Este é um subtipo de explosão mecânica, tão comum, que terá aqui em uma seção separada. O BLEVE pode ocorrer em

recipientes pequenos, tais como isqueiros descartáveis ou aerossóis, ou grandes, como cisternas ou depósitos industriais.

Ele é produzido quando a temperatura do líquido e do vapor em um tanque ou recipiente fechado é aumentada até um ponto em que a estrutura não pode suportar a pressão interna e, então, explode [Ver Figura 18.2.2 (a)]. A quebra do recipiente faz com que o líquido evapore quase imediatamente após sair, devido à pressão. Se o conteúdo do recipiente for combustível, quase sempre ocorrerá um incêndio, se não for, existirá o BLEVE, mas não haverá queima vapores combustíveis. A ignição normalmente ocorre devido ao calor causado pelo BLEVE ou, externamente, por alguma fonte elétrica ou de fricção criada pela explosão ou estilhaços.

Também pode ser produzido pela perda de resistência do recipiente como um resultado do desgaste mecânico ou um aquecimento localizado sobre o nível do líquido. A ruptura do continente libera o líquido pressurizado, que vaporiza quase instantaneamente. Um exemplo comum de BLEVE, em que não há envolvimento de líquidos inflamáveis, é a explosão de uma caldeira de vapor. O aumento de pressão é devido ao vapor criado pela água que é aquecida e se evapora. Quando a pressão de vapor não pode ser contida na caldeira, o recipiente é rompido e há a explosão.

**Figura 18.2.2 (a) Um cilindro de gás que sofreu um BLEVE por estar exposto a uma fonte de calor externa:**



Não há combustão química nem reação nuclear. O vapor pressurizado é a fonte de energia. A natureza química da água ( $H_2O$ ) não se altera.

O BLEVE também pode ser produzido por falhas mecânicas, o enchimento excessivo, reação à saída do líquido, o sobreaquecimento da área onde o vapor está e avarias mecânicas. Veja-se a Figura 18.2.2. (B) que mostra a dimensão do dano possível em caso de BLEVE.

**FIGURA 18.2.2 (b) Um carro tanque com butadieno que sofreu um BLEVE pelo calor criado por uma reação química interna.**



### **18.2.3\*Explosões químicas**

Nas explosões químicas, a geração de gases sob alta pressão é o resultado das reações exotérmicas, que alteram a natureza química do combustível. As reações químicas produzidas como resultados de explosões são, geralmente, propagadas em uma frente de reação que se move a partir do ponto de explosão.

As explosões químicas podem ser provenientes de combustíveis sólidas ou misturas explosivas de combustíveis e oxidantes, mas o mais comum de ser descoberto pelo pesquisador são reações de propagação que intervieram em gases, vapores ou poeiras misturadas com o ar. Estas combustões são as chamadas reações de propagação, porque são produzidas progressivamente através de espalhamento do reagente (combustível), com uma frente de chamas bem definida, separando a parte do combustível que reagiu da parte que não reagiu ainda.

#### **18.2.4 Explosões por combustão**

As explosões químicas mais recorrentes são causadas pela ignição de combustíveis de hidrocarbonetos. Estas explosões de combustão são caracterizadas pela presença de combustível e ar como oxidante ou comburente. Elas também podem ser ocasionadas por poeiras. Nas explosões por combustão são geradas altas pressões, pela rápida combustão do combustível, e a consequente produção de subprodutos da combustão e gases quentes em grande volume. Como é provável que o pesquisador encontre fatos desse tipo, também consideramos aqui as explosões por combustão como um tipo independente.

As reações de combustão são classificadas como deflagração ou detonação, de acordo com a velocidade de propagação da frente de chama através do combustível. As deflagrações são reações de combustão em que a velocidade de reação é mais baixa do que a velocidade do som no meio do combustível que não reagiu. As detonações são reações de combustão em que a velocidade da reação é maior do que a velocidade do som no meio do combustível que não reagiu.

Podemos distinguir vários subtipos explosões de combustão, de acordo com o combustível afetado. Os mais comuns são:

De gases inflamáveis.

De vapores de líquidos inflamáveis e combustíveis.

De pós.

De fumaça e produtos inflamáveis de combustão incompleta (explosões *backdraft*).

### **18.2.5 Explosões elétricas**

Os arcos elétricos de alta energia podem gerar calor suficiente para causar uma explosão. O rápido aquecimento dos gases circundantes podem provocar a explosão mecânica que, por sua vez, pode ou não produzir um incêndio. Um dos efeitos de uma explosão elétrica é uma espécie de ruído que acompanha uma forte descarga visível. Explosões elétricas requerem habilidades especiais para sua investigação, por isso, não serão discutidos neste documento.

### **18.2.6 Explosões Nucleares**

Nas explosões nucleares, altas pressões são produzidas pela enorme quantidade de calor liberada pela fissão ou fusão de núcleos atômicos. Esse documento, entretanto, não versa sobre explosões nucleares.

## **18.3 Caracterização de danos produzidos por explosões**

Efeitos de descrição e investigação podem ser úteis para caracterizar os sinistros de explosão, especialmente em edifícios, pelo tipo de danos produzidos. Para caracterizar esses danos são empregados os termos danos graves e danos leves produzidos por explosões. Também são utilizados os termos explosão de alto desempenho e baixo desempenho. Recomendamos usar estes termos para evitar confusão quando se discute a energia liberada por explosivos (ver secção 18.12). A diferença de dano é mais em função da taxa de aumento da pressão e da força do recipiente ou edifício em que se produz a explosão, do que da pressão máxima alcançada.

É verdade que os termos danos graves e danos leves produzidos por explosões podem não ser sempre adequados, pois uma explosão pode produzir danos das duas categorias.

### **18.3.1 Danos leves produzidos por explosões**

Tais danos são caracterizados pelo fato de as paredes caírem, praticamente intactas, ao lado do edifício. O telhado pode se elevar ligeiramente e voltar à sua posição original. As janelas saltam de seus quadros, muitas vezes, sem quebrar o vidro. São produzidos, normalmente, escombros grandes a uma curta distância. Os danos leves produzidos por explosões dão-se pelo aumento lento da pressão (veja a *Figura 18-3, 1*).

**FIGURA 18.3.1 Dano leve em uma residência**



**18.3.2 \* Danos graves produzidos por explosões**

Tais danos são caracterizados pelo fato de as paredes do edifício desprenderem-se, produzindo pequena e pulverizada quantidade de escombros. No interior do edifício, paredes, telhados e outros elementos estruturais racham ou quebram e a edificação pode desabar completamente. Restos podem ser encontrados a uma grande distância, até várias centenas de metros. Os danos graves produzidos por explosões ocorrem devido a um rápido aumento da pressão (*veja a Figura 18.3.2*).

**FIGURA 18.3.2 Danos graves causados por uma explosão, refletida nos restos quebrados e estilhaçados de uma casa com quatro dormitórios.**



#### **18.4 Efeitos das explosões:**

Uma explosão é um fenômeno da dinâmica dos gases que, em condições teóricas ideais, manifesta-se como uma frente esférica de expansão de ondas de calor e de pressão. Estas ondas produzem os danos característicos de explosões. Os efeitos das explosões são produzidos de quatro formas principais: efeito da onda expansiva da explosão, efeito dos estilhaços, efeito do calor e efeito sísmico.

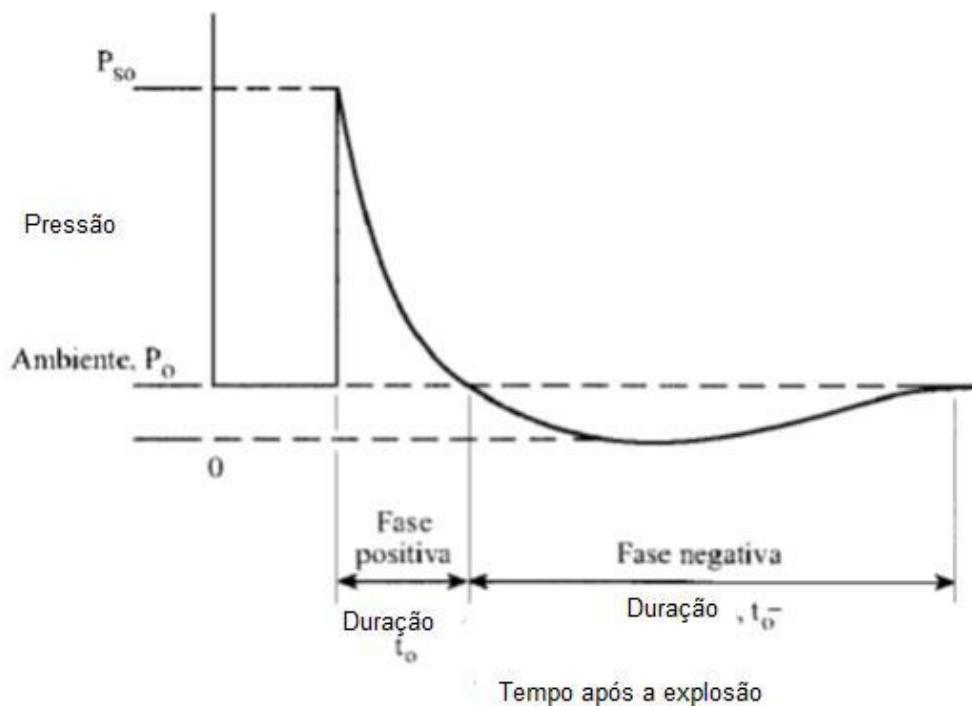
##### **18.4.1 Efeito da onda de choque da explosão**

A explosão de um material produz uma grande quantidade de gases que se expandem rapidamente para longe do ponto de origem. Os gases e o ar em movimento produzem uma onda de choque que é a principal responsável por danos ou ferimentos causados por explosões.

Essa onda expansiva ocorre em duas fases distintas, dependendo da direção das forças que dizem respeito à origem da explosão: a fase de pressão positiva e pressão negativa.

Na Figura 18.4.1 recria-se a evolução típica de uma detonação ideal, medida em um ponto distante do ponto de detonação. É possível observar as fases positiva e negativa. A área da curva de pressão-tempo é chamada impulso da explosão.

**FIGURA 18.4.1 Evolução típica da pressão em uma detonação ideal, medida em um ponto afastado do ponto de detonação.**



#### 18.4.1.1 Fase de pressão positiva

A fase de pressão positiva é a parte da onda de choque da explosão durante o qual os gases em expansão param longe do ponto de origem. Esta fase é mais potente do que a negativa e a ela se deve a maioria dos danos causados pela pressão. A fase de pressão negativa pode passar despercebida por testemunhas ou em exame posterior de explosões na fase difusa (gás / vapor).

#### 18.4.1.2 Fase de pressão negativa

Como a rápida expansão dos gases na fase positiva da explosão para longe do seu ponto de origem, a onda de choque se desloca, comprime e aquece o ar à sua volta. No epicentro ou origem cria-se uma área de baixa pressão (em relação à pressão ambiente). Quando a pressão positiva é dissipada, o ar retorna rapidamente para a área onde havia menos pressão, criando a fase de pressão negativa.

Essa fase pode causar danos secundários e movimentar provas físicas em direção ao ponto de origem da explosão. O movimento de escombros durante a

pressão negativa pode ocultar o ponto de origem. Normalmente, a fase negativa produz uma pressão muito menor do que a positiva, mas pode ser o suficiente para desabar os edifícios já enfraquecidos pela fase positiva de pressão.

#### **18.4.1.3 Forma da onda de choque da explosão**

Em condições teóricas ideais, a onda de choque de uma explosão seria esférica e uniformemente expandida em todas as direções a partir do epicentro. Mas, em condições reais, obstáculos ou limites fazem com que se modifique sua direção, forma e força.

O contato com a atmosfera dos gases contidos no recipiente ou edificação pode causar danos fora destas estruturas. Os danos máximos ocorrem comumente no caminho por onde passa o ar. Por exemplo, a onda de choque de um quarto pode sair pela porta e afetar itens ou materiais que estão na sala ao lado, em uma linha reta com a porta. O mesmo efeito pode ser visto se a ligação de um tanque ou tambor romper-se e quebrar as paredes em uma linha reta.

A onda de choque pode ser refletida em objetos sólidos e mudar de direção, produzindo um significativo aumento ou possível diminuição na pressão, de acordo com as características do obstáculo.

Quando as reações de propagação não são alimentadas, a força da onda de choque diminui, à medida que aumenta a distância do epicentro da explosão.

#### **18.4.1.4 Velocidade de aumento da pressão frente à pressão máxima**

O tipo de dano causado pela onda de choque de uma explosão depende não só da quantidade total de energia gerada, mas também e, muitas vezes, em maior medida, da taxa de energia liberada e da velocidade de aumento da pressão decorrente.

Uma velocidade de aumento de pressão relativamente baixa produzirá danos do tipo deslocamento ou abaulamento, ou seja, o dano leve típico. Primeiro se rompem as partes mais fracas do prédio onde ocorreu a explosão, tais como janelas ou uniões estruturais. Saindo a onda para o exterior, são reduzidos os efeitos totais da explosão.

Em explosões que a pressão aumenta muito rapidamente, maiores danos serão produzidos no recipiente ou edificação e os seus restos serão lançados a uma

distância maior, pois não há tempo suficiente para que os efeitos da onda de choque sejam amortecidos. Estes são típicos danos graves causados pela explosão.

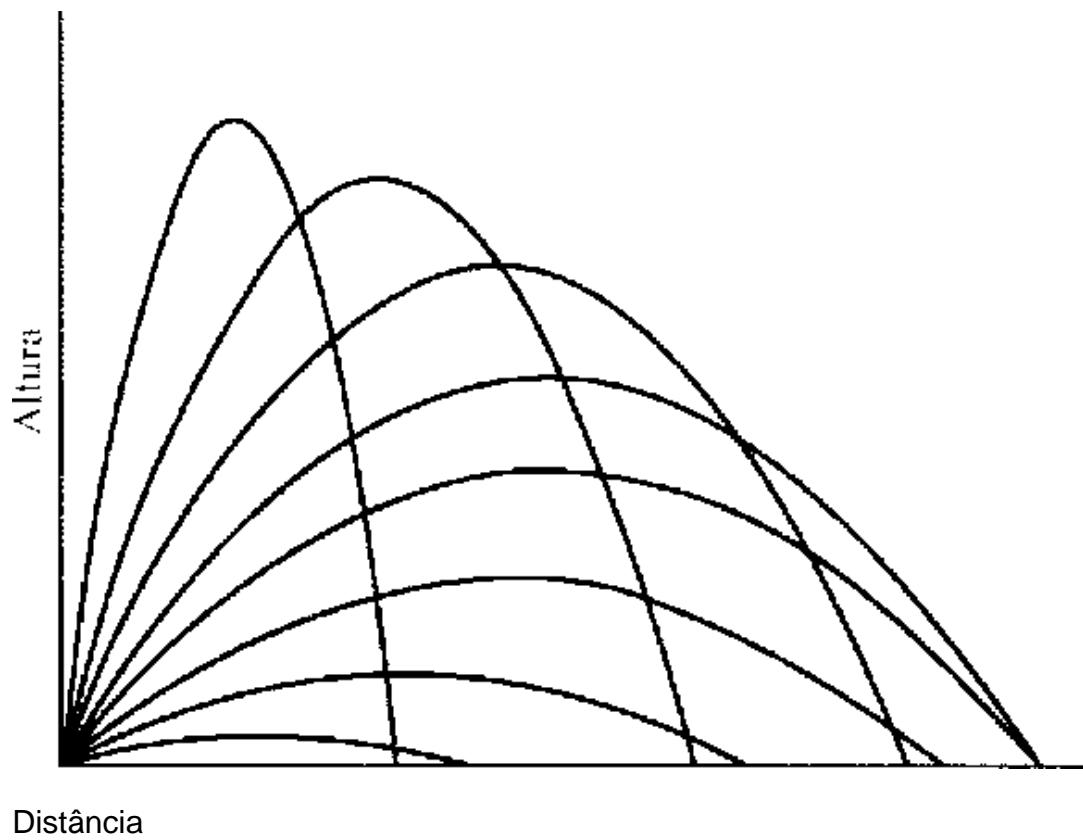
Se o aumento de pressão é mais lento, o efeito de alívio terá uma grande influência sobre a pressão máxima atingida. Na NFPA 68, *Guia para o alívio de explosões*, são oferecidas equações, dados e orientações para calcular o efeito teórico produzido pelo alívio da pressão dos gases produzidos por uma deflagração. Tais cálculos envolvem edificações ou recipientes que podem resistir a pressões tão altas. A pressão teórica máxima que pode ser formada dentro de uma deflagração, em algumas circunstâncias, é 7-9 atmosferas [da ordem de 120 psi (827 kPa)]. Em situações mais normais, como explosões por vazamentos de gás em edifícios residenciais ou comerciais, a pressão máxima é limitada a um nível um pouco mais alto do que eles podem suportar sem quebrar os principais elementos que cercam o edifício (paredes, telhados, janelas amplas , etc.). Em um edifício residencial de boa construção, esta pressão raramente excederá 3 psi (21 kPa).

#### **18.4.2 Efeito dos estilhaços**

Quando os *containers*, recipientes ou edificações que armazenam ou impedem a propagação das ondas de choque se rompem, muitas vezes, eles se fazem em pedaços que podem ser jogados a uma longa distância. Estas peças são usualmente chamadas de estilhaços e podem causar graves danos materiais e pessoais, por vezes, muito longe da origem da explosão. Além disso, estilhaços muitas vezes podem afetar os cabos elétricos, tubulações de gás ou outros depósitos de inflamáveis ou combustíveis, aumentando a magnitude e a intensidade dos incêndios provocados pela explosão ou provocando outras explosões.

A distância em que podem ser encontrados esses pedaços de estilhaços do local da explosão depende, em grande parte, do sentido inicial e outros fatores, como o peso e as características aerodinâmicas. A Figura 18.4.2 recria trajetórias ideais de diferentes produtos da explosão, de acordo com sua direção inicial. A distância real que podem atingir esses produtos depende muito de suas características aerodinâmicas, de choques contra algumas superfícies, etc.

**FIGURA 18.4.2 Caminhos produto ideal de uma explosão, de acordo com sua direção inicial.**



#### 18.4.3 Efeito térmico

As explosões de combustão liberam grandes quantidades de energia que elevam a temperatura do ambiente e dos gases combustíveis. Essa energia pode desencadear a queima dos combustíveis próximos ou causar ferimentos por queimaduras às pessoas. Os focos secundários aumentam os danos materiais e pessoais da explosão e complicam o processo de investigação. Às vezes é difícil saber o que aconteceu primeiro, o incêndio ou a explosão.

Todas as explosões químicas produzem grande quantidade de calor. Danos térmicos (ver *Determinação da temperatura*, 4.8.1) dependem da natureza do explosivo, bem como da duração da temperatura máxima. As detonações produzem altas temperaturas e de muito curta duração, enquanto deflagrações causam temperaturas mais baixas, mas de muito maior duração.

Alguns efeitos térmicos de explosões são bolas de fogo e objetos incandescentes, especialmente, os chamados BLEVEs de vapores inflamáveis.

Bolas de fogo são acumulações momentâneas de chama que ocorrem durante ou após a explosão, que podem causar radiação térmica de alta intensidade e duração curta. Os objetos incandescentes são fragmentos ardentes ou muito quentes lançados pela explosão. Todos estes elementos podem causar incêndios a partir da origem da explosão.

#### **18.4.4 Efeito sísmico**

À medida que se expande a onda de choque e caem alguns elementos dos edifícios, sua queda pode causar tremores que são transmitidos através do solo. Esses efeitos sísmicos, geralmente, insignificantes em pequenas explosões, podem produzir novos danos em edifícios, túneis de serviços, tubulações, tanques, reservatórios ou cabos subterrâneos.

### **18.5 Fatores determinantes dos efeitos de uma explosão**

Os fatores que podem determinar os efeitos de uma explosão são o tipo e a forma do combustível; a natureza, a forma, o tamanho e volume do recipiente ou objeto afetado; a localização e extensão da fonte de ignição; a saída para a atmosfera da onda expansiva, a pressão mínima em relação à velocidade de aumento de pressão. Todos esses fatores e suas diferentes combinações podem produzir uma enorme variedade de efeitos físicos de uma explosão, que deverão ser estudados pelo pesquisador.

Vários fenômenos afetam as características da parte da frente da onda de choque no seu caminho para longe da fonte. Esses fenômenos são descritos em 18.5.1. e 18.5.2.

#### **18.5.1 Modificação da frente da onda de choque por reflexão**

Se a onda de choque encontrar alguns objetos em seu caminho, ela pode ser ampliada devido ao seu reflexo. Esta reflexão provoca, em alguns casos, um aumento ainda maior da pressão, da ordem de até de oito vezes, dependendo do ângulo de incidência. No entanto, esse efeito é mínimo na deflagração, em que a pressão no interior do recipiente vai se aproximar da velocidade do som no ar (isto é, sem produção de ondas de choque fortes).

### **18.5.2 Modificação da frente de onda por refração e concentração da onda expansiva**

As irregularidades atmosféricas podem, por vezes, alterar o comportamento da onda de choque. Se uma camada de ar está a uma temperatura muito diferente, a onda se curva ou refrata, porque a velocidade do som é proporcional à raiz quadrada da temperatura do ar. Uma inversão térmica de baixa intensidade pode fazer com que se refrate uma onda de choque inicialmente semiesférica e que se concentre no chão em torno do centro da explosão. As mudanças súbitas de direção do vento podem fazer com que o foco da onda de choque se concentre nessa direção. Este efeito é mínimo com deflagrações.

## **18.6 Explosões com cratera**

Cratera é o centro oco ou centro de maiores danos, diretamente no ponto de iniciação (epicentro). Das crateras podem sair materiais que vão desde grandes pedregulhos, até poeiras finas. A existência de uma cratera indica a explosão de uma fonte de combustível concentrado em contato com ela ou muito próxima desta.

Crateras podem ser de tamanhos diferentes dependendo do tamanho e da resistência do material que explodiu. Elas geralmente podem variar de poucos centímetros até 7,6 m (25 pés) de diâmetro e são compostas por uma terra oca, solo ou paredes pulverizados localizados no centro de uma área de menos afetada. As explosões de crateras são geralmente caracterizadas por gerarem altas pressões a uma alta velocidade.

Apenas determinados tipos ou formas de explosivos produzem explosões com cratera, como os próprios materiais explosivos, caldeiras de vapor, gases ou vapores pressurizados e BLEVE's produzidos em recipientes relativamente pequenos, tais como latas ou barris.

É geralmente aceito que, para ocorrer explosões com formação de crateras, a velocidade da onda de choque tem de ser maior do que a velocidade do som (detonação), a menos que a cratera seja produzida por estilhaços de um recipiente partido.

### **18.6.1 Explosivos**

As explosões nas quais intervieram muitos explosivos são facilmente identificadas pelo seu epicentro muito centralizado ou cratera. Especialmente em altos explosivos que produzem aumentos tão rápidos da pressão nas detonações, que dispersam tudo em torno, produzindo crateras ou zonas muito localizadas de grandes danos.

### **18.6.2 Caldeiras e recipientes sob pressão**

A explosão de uma caldeira, muitas vezes, cria uma cratera devido à elevada energia liberada, o rápido aumento da pressão e da zona de origem muito localizada.

Explosões em caldeiras e recipientes sob pressão apresentam efeitos semelhantes às provocadas por explosivos, embora sua origem área circundante seja menos localizada.

Todas essas explosões produzem uma rápida liberação de energia a partir do recipiente, resultando numa onda de choque a ser amortecida com a distância.

### **18.6.3 Explosões de gases e vapores de líquidos combustíveis**

Os gases ou vapores de líquidos inflamáveis, quando são colocados em pequenos recipientes, tais como tanques, tambores ou similares, também podem causar explosões com cratera.

### **18.6.4 BLEVE**

O BLEVE (uma explosão de vapores em expansão de um líquido em ebulição) produz uma cratera se o recipiente que contém o líquido for pequeno (barril ou tanque pequeno) e, se a subida da pressão no momento do rompimento do recipiente for muito rápida.

### **18.7 Explosões sem cratera**

Explosões sem cratera ocorrem quase sempre por combustíveis que estão dispersos ou estendidos no momento da explosão, causando um aumento moderado na pressão e uma onda de choque à velocidade subsônica (deflagração). Há que se ter em mente que, em algumas circunstâncias, detonações também podem causar uma explosão sem cratera.

### **18.7.1 Gases combustíveis**

Os gases combustíveis, como o gás natural e o gás liquefeito de petróleo, geralmente produzem explosões sem cratera, porque eles usualmente estão contidos em grandes recipientes, ou cômodos dentro de edifícios, e sua onda de choque é subsônica (deflagração).

### **18.7.2 Líquidos combustíveis ou inflamáveis derramados**

Explosões causadas por vapores de combustível ou líquidos inflamáveis derramados, não produzem cratera. Eles cobrem grandes áreas e sua velocidade de expansão, menor do que a do som, faz com que não produzam grandes danos em áreas muito localizadas.

### **18.7.3 \* Pós**

Apesar de explosões de pós serem geralmente as mais violentas e nocivas, geralmente ocorrem em áreas fechadas ou pouco dispersas, tais como elevadores de grãos, fábricas de processamento e minas de carvão. Ocorrendo em zonas maiores, geralmente não produzem crateras proeminentes.

### **18.7.4 Explosões de fumaça ou *backdraft***

As explosões fumaça ou *backdraft* quase sempre afetam um grande volume de gases e partículas muito dispersos. A sua velocidade de propagação é subsônico (deflagração), deste modo, não produzem crateras.

## **18.8 Explosões de gases e vapores**

As explosões mais comuns são de gases ou vapores, especialmente, gases combustíveis ou vapores de líquidos inflamáveis. Os gases mais leves que o ar, como o gás natural, podem produzir explosões violentas, mas são menos comuns que os gases mais densos que o ar (densidade superior a 1,0). A Tabela 18.8 fornece um guia útil para algumas propriedades dos gases inflamáveis mais comuns. Caso se deseje informações mais completas sobre todas essas explosões, pode-se consultar a NFPA 68 (*Guia para o alívio de explosões*).

### **18.8.1 \*Energia mínima de ignição dos gases e vapores**

Os combustíveis mais inflamáveis causadores de uma explosão são misturas de gases e ar. Sua temperatura normal de ignição é da ordem de 370-590 ° C (700 a 1100 °F). e a energia mínima de ignição começa por volta de 0,25 MJ (mili-joules)

### **18.8.2 Interpretação dos danos provocados por explosões**

A destruição de edifícios provocada por explosões (de baixa ou alta potência) tem a ver com diversos fatores, tais como a proporção de ar e combustível, a densidade do vapor de combustível, o efeito de turbulência, o volume do espaço onde ocorre a explosão, a situação e a importância da fonte de ignição, a saída dos gases para a atmosfera e a resistência característica da edificação.

#### **18.8.2.1 Relação combustível-ar**

Muitas vezes, a natureza do dano provocado por uma explosão a um edifício pode indicar a proporção da mistura de combustível-ar no momento da ignição.

Alguns documentos sobre investigação de incêndio indicam que, para que haja uma explosão, todo o volume do edifício deve estar ocupado pela mistura de gás inflamável e ar. Mas isso não é verdade, com pequenos volumes de misturas explosivas de gases ou vapores acumulados em uma área pequena, podem ser produzidas explosões que causem danos (ver 18.8.2.2).

As explosões produzidas por misturas de gases ou vapores, em seu limite inferior de explosividade (LIE), ou próximas deste, ou em seu limite superior de explosividade (LSE), são menos violentas do que as produzidas em concentrações ideais (ou seja, normalmente ligeiramente acima da mistura estequiométrica). A razão é que uma proporção de combustível e ar para afastada da proporção estequiométrica produz chama mais lenta e pressão máxima menor. Em geral, essas explosões tendem a empurrar e deslocar o recipiente ou construção em que ocorrem, dando origem a danos em pequena quantidade.

A velocidade da chama é a velocidade de propagação da chama livre a partir de um ponto fixo, é obtida através da soma da velocidade de combustão e da de translação na frente da chama. A velocidade máxima da chama laminar de metano e propano é de 3,5 a 4 m/s (11,5 e 13,1 pés/s), respectivamente.

A velocidade de combustão é a velocidade de propagação da chama em relação aos gases não queimados que se movem diante dela. A velocidade fundamental da combustão é a da chama laminar nas condições normais de composição, temperatura e pressão dos gases não queimados. Tal velocidade é uma característica intrínseca de cada combustível e, por conseguinte, um valor fixo, ao passo que a velocidade da chama pode variar muito segundo a temperatura, pressão, volume e forma do recipiente ou construção, concentração de combustível e turbulências.

A velocidade de combustão é a velocidade a que a frente da chama move-se para a mistura não queimada, transformando quimicamente o combustível e o comburente em produtos da combustão. É menor do que a velocidade das chamas. A velocidade de transição é a soma da velocidade da frente de chama provocada pela expansão do volume dos produtos de combustão, devido ao aumento da temperatura e o aumento do número molar, mais a velocidade devida ao movimento da mistura de gases e ar antes da ignição. A velocidade de queima da frente de chama pode ser calculada a partir da velocidade fundamental de combustão, em condições normais de temperatura, pressão e composição de gases não queimados (ver NFPA 68, *Guia para ventilação de Deflagrações*). Já que a pressão e a turbulência aumentam consideravelmente durante uma explosão, também crescerá a velocidade fundamental de combustão acelerando o aumento da pressão. A NFPA 68 fornece uma lista de dados de vários materiais. Misturas explosivas nas proximidades de seu LIE, geralmente, não produzem grandes incêndios após a explosão, já que quase todo o combustível é consumido na própria explosão.

**Tabela 18.8 Propriedades de combustão mais comuns dos gases inflamáveis**

Gás	Btu / pé (brutos)	MJ/m <sup>3</sup> (brutos)	Limites de inflamabilidade em % de ar (volume) de ar		Densidade (ar = 1,0)	Ar necessário para queima de gás		Temperatura de ignição	
			Inferior	Superior		1 pé <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	Cº	Fº
Gas Natural-inerte	958-1051	35.7-39.2	4.5	14.0	0.660-0.708	9.2	9.2		
Gas Natural-metano	1008-1071	37.6-39.9	4.7	15.0	0.590-0.614	10.2	10.2	900-1170	482-632
Gas Natural-Muitos Btu	1071-1124	39.9-41,9	4.7	14.5	0.620-0.719	9.4	9.4		
Altos fornos	81-111	3.0-4.1	33.2	71.3	1.04-1.00	0.8	0.8		
Fornos de coque	575	21.4	4.4	34.0	0.38	4.7	4.7		
Propano (comercial)	2516	93.7	2.15	9.6	1.52	24.0	24.0	920-1120	493-604
Butano (comercial)	3300	122.9	1.9	8.5	2.0	31.0	31.0	900-1000	482-538
Gás dos esgotos	670	24.9	6.0	17.0	0.79	6.5	6.5		
Acetileno	1499	208.1	2.5	81.0	0.91	11.9	11.9	581	305
Hidrogênio	325	12,1	4.0	75.0	0.07	2.4	2.4	932	500
Amoníaco anidro	386	14,4	16.0	25.0	0.60	8.3	8.3	1204	651
Monóxido de Carbono	314	11,7	12.5	74.0	0.97	2.4	2.4	1128	609
Etileno	1600	59.6	2.7	36.0	0.98	14.3	14.3	914	490
Metil - acetileno -									
Propadieno estabilizado	2450	91.3	3.4	10.8	1.48			850	454

As misturas explosivas próximas a seu LSE normalmente produzem incêndios após a explosão, porque a mistura ar-combustível é mais rica. A combustão retardada do combustível restante produz incêndio. Frequentemente, uma porção da mistura que é superior ao seu LSE contém combustível que não queima com o ar durante a fase de pressão negativa da explosão, produzindo um incêndio característico.

Quando são produzidas explosões ótimas (mais violentas), quase sempre é porque a mistura é quase ou mesmo acima da razão estequiométrica (uma proporção ligeiramente maior de combustível). Isso é o que é chamado de mistura ideal. Estas misturas produzem a combustão mais eficaz e, portanto, com maior rapidez da chama, maior velocidade de aumento da pressão, aumento da pressão máxima e, consequentemente, mais danos. Se, além disso, houver bolsões de misturas ricas, provocam incêndios após a explosão.

Nos gases mais leves que o ar em edifícios residenciais, explosões tendem a produzir concentrações ideais e destruição de estruturas de madeira.

#### **18.8.2.2 \* Densidade de vapor**

A densidade de vapor do gás ou de vapor combustível pode ter um efeito significativo sobre a natureza dos danos causados pela explosão no edifício afetado. Isto é especialmente válido em casas e edifícios semelhantes. Devido ao fato de que o movimento do ar tanto por convecção forçada como natural é o mecanismo principal para mover gases em uma estrutura, a densidade de vapor pode afetar o movimento do gás ou vapor enquanto escapa de seu recipiente ou condutor.

Os gases e vapores mais pesados do que o ar (densidade superior a 1,0), como os procedentes de líquidos combustíveis e LPG, tendem a se estabelecer em áreas baixas. Os mais leves que o ar, como o gás natural, tendem a subir e se concentrarem nas zonas altas. Por exemplo, marcas de queimaduras posteriores a uma explosão em áreas onde se criaram bolsões de gás entre as vigas do teto, podem indicar que havia gases mais leves que o ar (ver 4.17.9). Devido à alta mobilidade e tendência a escapar para cima, é menos provável que os gases mais leves que o ar criem situações perigosas como os gases mais pesados, que podem se acumular em porões, espaços de rastreamento, poços e tanques.

Um vazamento de gás natural no primeiro andar de um edifício de vários andares, pode se manifestar como uma explosão cujo epicentro está em uma planta superior. O gás natural, por ser mais leve do que o ar, tende a infiltrar-se através de aberturas naturais e até mesmo pelas paredes interiores do edifício. Este gás se dispersa pelo prédio até encontrar uma fonte de ignição.

Uma fuga de gás GPL no primeiro andar de um edifício, se não explodir, pode se dispersar e por causa de sua densidade mais elevada, tende a mover-se para baixo. O gás armazenado e concentrado nas áreas mais baixas do edifício pode produzir ignição se estiver em uma concentração dentro dos limites de inflamabilidade e entrar em contato com uma fonte adequada de ignição (energia suficiente).

Em ambos os casos de explosões de gases mais leves que o ar e mais pesados, pode ser uma evidência da passagem de chamas na camada de gás e ar: os chamuscados, bolhas na pintura e outras marcas superficiais, são indicativos

desse fenômeno. A operação de aquecimento e de ar condicionado, o aumento de temperatura, os efeitos do vento sobre o edifício podem causar misturas e movimentos que reduzam os efeitos da densidade de gases. Esses efeitos são maiores quando o ar está parado.

As provas da distribuição de gases inflamáveis em habitações demonstraram, em larga escala, concentrações aparecendo perto do valor estequiométrico do gás entre o local do vazamento (1) o teto, se é mais leve do que o ar ou (2), o solo, se for mais pesado. Também se tem visto que um vazamento de gás mais pesado do que o ar ao nível do chão, cria uma maior concentração nesse nível e o gás espalha-se lentamente para cima. O mesmo, em sentido inverso, aplica-se a vazamentos de gás mais leve que o ar, produzidos na altura do teto. Ventilação, natural ou mecânica, pode alterar o movimento e mistura do gás e fazer com que ele se espalhe para salas adjacentes.

A densidade de vapor de combustível não aparece necessariamente refletida na altura relativa do edifício onde houve os danos produzidos pela explosão. Anteriormente, era uma crença generalizada de que se as paredes de um edifício de concreto explodiam ao nível do solo, a explosão foi devido a um gás mais pesado do que o ar, e se explodiu no nível do telhado, foi devido a um gás mais leve que o ar. Mas à medida que a pressão produzida por uma explosão dentro de um quarto é equilibrado com a velocidade do som, a parede apresentará os mesmos efeitos da explosão em toda sua altura. O nível de danos causados por uma explosão num ambiente normal dá-se em função da resistência da parte superior e inferior das paredes, sendo a parte menos resistente destruída primeiro.

#### **18.8.2.3 Turbulências**

As turbulências na mistura ar-combustível aumentam a velocidade das chamas e, consequentemente, a velocidade de combustão e o aumento de pressão. As turbulências podem produzir, com quantidades relativamente pequenas de combustível, aumentos de pressão capazes de ocasionar grandes danos, mesmo que a mistura esteja perto de seu limite inferior de explosividade (LIE). A forma e o tamanho do recipiente ou do ambiente podem ter um grande efeito sobre a gravidade da explosão, pois afetam a natureza da turbulência. A presença de muitos obstáculos no caminho da onda de choque aumenta a turbulência e,

consequentemente, a gravidade da explosão, principalmente devido ao aumento da velocidade da chama produzida. Outras fontes de turbulência, tais como ventiladores e ventilação artificial podem aumentar os efeitos da explosão.

#### **18.8.2.4 \* Natureza do espaço onde se produz a explosão**

A natureza do espaço onde ocorre a explosão, a sua forma, tamanho, o tipo de construção, o volume, os materiais e o design também influenciam em grande medida nos efeitos da explosão. Por exemplo, uma mistura de determinada percentagem de gás natural e de ar tem efeitos completamente diferentes se a explosão ocorre em uma habitação de 28,3 m<sup>2</sup> (1.000 pés) ou em outra de 283,2 m<sup>2</sup> (10.000 pés). Isto acontece mesmo que a velocidade da frente da chama e a pressão máxima produzida sejam praticamente as mesmas.

Uma explosão em uma extremidade de um corredor longo e estreito em que se tem acumulado uma mistura de ar e vapor de combustível será muito diferente em termos de distribuição de pressão, velocidade de aumento da pressão e efeitos sobre o edifício, se a mesma quantidade de mistura explodir em uma sala cúbica.

Em geral, quanto menor o volume do recipiente, maior será o aumento da pressão de uma determinada mistura de combustível e ar e mais violenta será a explosão.

Durante a explosão, a turbulência criada pelos obstáculos que se tem na habitação, podem aumentar os danos. Essa turbulência pode ser causada por obstáculos, tais como colunas ou postes sólidos, máquinas ou partições, que podem se concentrar e refletir a onda de choque.

#### **18.8.2.5 \* Situação e magnitude da fonte de ignição**

A velocidade de aumento da pressão será maior se a fonte de ignição estiver localizada no centro da habitação onde há a explosão. Quanto mais próxima estiver a fonte de ignição das paredes do recipiente ou habitação, antes de chegará a frente de chamas nas paredes e se resfriará, transmitindo calor. O resultado é uma perda de energia, com a consequente diminuição da velocidade de aumento da pressão e uma explosão menos violenta. Geralmente, a energia da fonte de ignição influencia minimamente o desenvolvimento da explosão, mas, por vezes, grandes fontes de ignição (um detonador ou explosivo) podem contribuir muito para aumentar a

velocidade de aumento de pressão e, em alguns casos, transformar uma deflagração em detonação.

#### **18.8.2.6 Alívio**

Nas explosões em gases, vapores ou poeiras, o alívio do recipiente ou habitação onde ocorre o sinistro, influencia sensivelmente na natureza dos danos causados pela explosão. Por exemplo, é possível que um tubo de aço longo exploda no meio, embora seja aberto em ambas as extremidades. O número, o tamanho e a posição das janelas e portas em um cômodo podem ser determinantes para que ele seja completamente destruído ou aconteçam apenas leves movimentos das paredes e do teto.

O alívio de um recipiente ou construção também pode causar danos fora de seus limites. A maioria dos danos pode ocorrer em trajetos aéreos. Por exemplo, a onda de choque de uma sala pode passar por uma porta e destruir objetos que estão diretamente em linha com a porta no quarto ao lado. Os mesmos efeitos podem ser produzidos em linha direta com as soldaduras de um tanque ou tambor, que estão localizados em frente às paredes.

Em detonações, os efeitos de alívio são mínimos, porque alta velocidade da onda de choque não permite às aberturas reduzir as pressões.

#### **18.8.3 Deslocamento de gases combustíveis abaixo do solo**

Os gases combustíveis podem vazar por tubulações subterrâneas, movendo-se abaixo da terra (às vezes longas distâncias), entrar em edifícios e iniciar um incêndio ou explosão. Uma vez que o solo que rodeia as conduções subterrâneas e serviços auxiliares foi mais remexido do que o solo adjacente, normalmente é menos denso e mais poroso. Tanto os gases mais leves, quanto os pesados do que o ar tenderão a seguir para o exterior de tubos subterrâneos, entrando, deste modo, nos edifícios. Estes gases podem também ser dissipados para o ar através do solo, sem causar danos. No entanto, se a superfície do solo é coberta por chuva, neve, gelo, água ou pavimento, o gás irá mover-se lateralmente e pode entrar em edifícios.

Sabe-se que os gases que escaparam vão entrar em edifícios através de esgotos, canalizações eléctricas ou telefônicas, ou, até mesmo, diretamente através das paredes do porão e fundação, elementos menos herméticos que tubulações de água ou de gás.

Além disso, os gases podem se mover através de condutores subterrâneas ao longo de centenas de metros e, em seguida, explodir ou prenderem-se em estruturas distantes (ver 7.9. 7).

Os gases combustíveis como o gás natural e propano são inodoros. Para que se possa detectar um vazamento, deve-se odorizar o ambiente artificialmente com a adição de produtos químicos aromáticos. A verificação da presença desses odores deve ser parte da investigação de uma explosão em que se sabe ou suspeita da presença de gases combustíveis, especialmente, se for verificado que não há indícios de vazamento de gás detectado pelos presentes. Deve-se verificar a presença do odorante na quantidade certa (Veja 7.2.4.).

#### **18.8.4 \* Explosões secundárias**

O fato de que o gás se deslocou em forma de bolsas, é, muitas vezes, manifestado pela produção de várias explosões, também chamado de explosões secundárias ou em cascata. Os gases e vapores que se espalharam para cômodos ou apartamentos adjacentes podem ir formando bolsas independentes. Caso se produza uma ignição e, portanto, uma explosão na planta da edificação, pode haver o mesmo em construções adjacentes.

O deslocamento e agrupamento de gases produzem, muitas vezes, áreas ou bolsas com diferentes misturas de ar-combustível. Pode haver uma bolsa dentro do limite de explosividade do combustível e, em uma habitação contígua, pode haver uma outra mistura que está acima do limite superior explosivo (LSE). Se a primeira bolsa explode, afetando o edifício, as forças da explosão que criam as fases de pressão positiva e negativa, tendem a misturar o ar com misturas mais ricas, baixando seu limite explosividade. Essas misturas explodirão se encontrarem uma fonte de ignição com energia suficiente. Assim, pode haver uma série de explosões.

As explosões secundárias ocorrem com muita frequência. Entretanto, às vezes acontecem tão rapidamente, que as testemunhas dizem que apenas ouviram uma, ainda que as evidências físicas mostrem epicentros distintos, indicando que houve mais de uma explosão.

Uma explosão secundária ou em cascata em um cômodo adjacente pode ser mais violenta do que a original em determinadas situações. Essa violência é

geralmente devido à primeira explosão que atua como uma forte fonte de ignição, criando turbulência adicional e possível pré-compressão no cômodo.

## **18.9 Explosões de pós**

Materiais sólidos finamente divididos em (pós e partículas) e dispersos no ar podem causar explosões particularmente violentas e destrutivas. Incluindo materiais que não são normalmente combustíveis como o alumínio, a aspirina, o leite em pó, podem produzir explosões quando estão dispersos e são queimados.

As explosões de pó são produzidas com uma grande variedade de materiais: produtos agrícolas, poeira de grãos e serragem; materiais carbonáceos, como: carvão vegetal e mineral; produtos químicos e farmacêuticos, como: a aspirina e ácido ascórbico (vitamina C); corantes e pigmentos; metais, como: o alumínio, o magnésio e titânio; plásticos e resinas sintéticas, como: a goma sintética.

Na NFPA 68, (*Guia para ventilação deflagrações*) é oferecida uma abrangente introdução sobre explosões de pós.

### **18.9.1 \* O tamanho das partículas**

Como a reação de combustão ocorre na superfície da partícula de pó, o aumento da pressão gerada pela combustão depende em grande parte da área dessas partículas dispersas. Para uma dada massa de pó, a sua área superficial e, portanto, a violência da explosão, aumenta à medida que diminui o tamanho das partículas. Quanto mais fino o pó, mais violenta será a explosão.

Em geral, o risco de explosão é causado pela concentração de pós de combustíveis, quando agrupados em partículas de 420 microns de diâmetro ou menos.

### **18.9.2 \* Concentração**

A concentração de pó no ar tem uma grande influência sobre a sua combustibilidade e a violência da onda de choque. Tal como acontece com os vapores e gases inflamáveis, uma concentração mínima de pó explosivo é necessária para que ocorra a reação de combustão. Essa concentração mínima pode variar de 20 g/m<sup>3</sup> a 2000 g/m<sup>3</sup> (0,015-2,0 oz/pés, respectivamente), embora o mais comum seja que as explosões ocorram a concentrações abaixo de 1000 g/m<sup>3</sup> (1,0 oz/pé).

Diferentemente da maioria dos gases e vapores, pós não têm um limite máximo de concentração que pode ser considerado confiável. A velocidade de reação depende mais da relação superfície/peso, do que da sua concentração.

Mas, como os gases e vapores, a velocidade de aumento de pressão e a pressão máxima produzida em uma explosão de poeira são maiores, se a concentração anterior estava perto do ponto de mistura ideal. A velocidade de combustão e a pressão máxima diminuem se a mistura é muito rica ou muito pobre. A velocidade de aumento da pressão e a pressão total são muito baixas perto do limite inferior de explosão (LIE) e muito altas com misturas ricas.

#### **18.9.3 As turbulências nas explosões do pó**

As turbulências nas misturas de ar e pós em suspensão aumentam relevantemente a velocidade de combustão e, portanto, o aumento de pressão. A forma e tamanho do recipiente ou do ambiente pode ter um grande efeito sobre a gravidade da explosão, pois afetam a natureza da turbulência. Um exemplo é levar grãos de grande tamanho em um recipiente meio vazio.

#### **18.9.4 \* Umidade**

Em geral, aumentando a umidade das partículas de pó, o mesmo acontece com a energia mínima necessária para a temperatura de ignição. O aumento inicial em energia e temperatura de ignição são geralmente baixos, mas se a concentração de umidade se aproxima do seu limite, a velocidade de aumento de energia é mais alta na temperatura de ignição. Acima do limite de umidade, os pós em suspensão não queimam.

No entanto, a umidade relativa não é muito importante para a propagação da explosão, uma vez produzida.

#### **18.9.5 Energia mínima de ignição do pó**

As explosões de pó são causadas por chamas, pontas ou fósforos em chamas, por filamentos de lâmpadas incandescentes, corte e solda, arcos elétricos, descargas eletrostáticas, faíscas de atrito, superfícies aquecidas e auto-aquecimento. A temperatura de ignição da maioria dos pós varia de 320 a 590 ° C (600 a 1000°F). Os pós em camadas têm, geralmente, temperatura de ignição mais baixa do que os pós em suspensão. A energia mínima de ignição é maior para pós

do para os gases ou vapores e, geralmente, varia de 10 a 40 milijoules (mJ), mais do que a maioria dos gases ou vapores inflamáveis.

### **18.9.6 Explosões secundárias**

Em ambientes industriais, explosões de pós, muitas vezes, ocorrem em série. A ignição inicial e explosão, muitas vezes, são de intensidade menos grave que explosões secundárias que se seguem. No entanto, a primeira explosão pode ocorrer com mais pós em suspensão, o que dá lugar a novas explosões. A razão para isto é que as vibrações estruturais produzidas por uma explosão se propagam mais rapidamente do que a onda de choque, o que produz mais pó. Em construções como silos de grãos, essas explosões secundárias são geralmente transmitidas de uma área para outra, ou de uma construção para outra.

### **18.10 Explosões de fumaça ou *backdraft***

Quando ocorre um incêndio em um cômodo ou construção relativamente hermético, é natural que em um dado momento falte oxigênio. Nestes casos, podem-se criar níveis elevados de partículas quentes em suspensão no ar, aerossóis, monóxido de carbono e outros gases inflamáveis, devido à combustão incompleta. Esses combustíveis quentes se acumulam em edifícios ou cômodos onde não há oxigênio suficiente para que se produza sua combustão nem ventilação suficiente para permitir que escapem.

Quando esta acumulação de gases e partículas se mistura com o ar, por exemplo, com a abertura de uma porta ou janela, podem inflamar-se e queimarem com rapidez suficiente para produzir danos em pequenas quantidades, por exemplo, quando se produz um aumento na pressão inferior a 2 psi em uma construção convencional. Este fenômeno é chamado de explosão de fumaça ou *backdraft*.

### **18.11 Explosões de nuvens de vapor ao ar livre**

Uma explosão de nuvem de vapor ao ar livre é o resultado da produção de gases, vapores ou névoas na atmosfera que formam uma nuvem dentro dos limites de inflamabilidade do combustível, e essa nuvem é queimada. A principal característica desse fenômeno é que, tanto dentro como fora dos limites da nuvem, são geradas pressões potencialmente destrutivas devido à deflagração ou detonação.

Este fenômeno é conhecido como explosão de vapor ao ar livre ou explosão nuvens de vapor ao ar livre. Embora seja possível que a nuvem de vapor produza explosões totalmente ao ar livre, na maioria das vezes há pelo menos uma limitação parcial da pressão, devido a obstáculos naturais ou artificiais.

Essas explosões ocorrem geralmente em plantas de processo, áreas de armazenamento de líquidos ou gases inflamáveis, ou veículos de grande porte (como carros ou caminhões-tanque). Geralmente afetam grandes quantidades de combustível (por vezes, milhares de toneladas).

## **18.12 \*Explosivos**

Explosivos são compostos químicos, misturas ou dispositivos cuja finalidade principal é funcionar por meio de explosão. Explosivos são divididos em dois tipos principais – de baixa e de alta potência – o que não deve ser confundido com danos de baixa e alta potência.

### **18.12.1. Explosivos de baixa potência**

Esses explosivos são caracterizados pela deflagração (onda de choque subsônica), por uma velocidade de reação relativamente lenta e pela criação de baixas pressões no momento da explosão. Alguns destes explosivos são: a pólvora sem fumaça, a pólvora rápida, combustíveis sólidos para foguetes e a pólvora negra. Eles são projetados para operar com os efeitos de impulso ou de deslocamento produzidos pelos gases quentes.

Alguns explosivos de baixa potência (como a pólvora sem fumaça) podem detonar em certas circunstâncias, por exemplo, caso se produza sua ignição em um local adequado para que se alcance uma velocidade de reação para tanto, caso a fonte de ignição seja muito forte ou a combustão ocorra de forma instável.

### **18.12.2 Explosivos de grande potência**

Os altos explosivos são caracterizados por um mecanismo de propagação por reação. Alguns destes explosivos são dinamite, géis aquosos, TNT, ANEO, RDX e PETN. Esses explosivos são projetados para produzir efeitos devastadores na natureza, devido a sua enorme velocidade aumento da pressão e sua altíssima pressão de detonação [na ordem de um milhão de psi (6.900.000 kPa)]. Essas pressões, muitas localizadas, geram crateras e danos perto do centro da explosão.

Os efeitos produzidos por explosões em fase difusa (combustível-ar) e os explosivos sólidos, são muito diferentes. Em uma explosão em fase difusa (geralmente deflagração), os danos estruturais, via de regra, são uniformes e multidirecionais, e encontram-se evidências do fenômeno em áreas muito dispersas, tais como queimaduras, bolhas ou chamuscados. Em contrapartida, a velocidade de combustão de um explosivo sólido é maior do que a velocidade do som. Portanto, a pressão não se compensa dentro do perímetro da explosão e perto da explosão são geradas pressões altíssimas. A pressão e o nível de danos resultantes diminuem rapidamente à medida que a onda de choque se afasta do centro da explosão. No local da explosão haverá destroços, pedaços de madeira e outros produtos residuais produzidos por altas pressões. Longe da fonte da explosão, normalmente, haverá poucas evidências de queimadura e chamuscado, salvo estilhaços quentes ou pedaços de materiais em chamas.

### **18.12. Investigação dos sinistros de explosão**

A investigação dos sinistros em que se tenham envolvido explosivos requer uma formação muito especial. Os explosivos são estritamente regulados por lei, de modo que a maioria de tais incidentes será investigada pela polícia ou do sistema judiciário. Sugere-se que só sejam realizadas essas investigações por pessoas com formação e experiência adequadas. Aqueles que não possuam tais competências devem contatar a polícia e/ou a justiça.

### **18.13 Investigação do local de uma explosão**

Os objetivos de pesquisa de uma explosão não são diferentes dos de um incêndio normal: determinar a fonte de combustível e a fonte de ignição, determinar a causa e a responsabilidade pelo incidente. Também é muito importante, talvez mais do que em um incêndio, uma abordagem sistemática para o exame da cena. Geralmente os locais onde ocorreram as explosões são maiores e estão mais alterados do que aqueles em que houve um incêndio. Sem um enfoque sistemático e bem planejado, a realização de uma investigação de explosão fica dificultada ou, até mesmo, inviável.

As explosões típicas podem variar de uma pequena ruptura de tubo em uma casa até explosões em série que podem afetar um edifício inteiro. Embora os

processos de investigação que serão explicados a seguir relacionem-se mais a grandes sinistros, devem-se aplicar os mesmos princípios para os pequenos incidentes, com as devidas simplificações.

Se os danos são extensos e afetam edifícios, no início da investigação deve-se consultar especialistas em explosões e danos a edifícios, para que possa trabalhar sobre as questões mais complexas.

### **18.13.1 Segurança no local**

O primeiro dever do pesquisador é o de assegurar o local da explosão. As primeiras pessoas a chegarem devem estabelecer e manter o controle físico do edifício e áreas circundantes. Deve ser proibida a entrada de pessoas sem autorização no prédio ou que toquem os restos da explosão, por mais afastados que eles estejam da cena, porque as provas de uma explosão, seja acidental ou provocada, podem ser muito pequenas e alteradas ou deslocadas por pessoas passem pelo local. Inclusive há indícios que podem ficar presos aos sapatos. Se bem isolada a cena, são evitados possíveis danos para os espectadores ou curiosos não autorizados que desejam entrar em áreas inseguras.

#### **18.13.1.1 Isolamento da área**

Usualmente, o perímetro exterior de uma área onde tenha havido uma explosão deve ajustar-se dentro de uma área uma vez e meia além da distância do detrito mais distante do epicentro. Pode haver peças importantes de restos de uma explosão em uma grande distância, nos edifícios ou veículos próximos. Essas áreas devem ser incluídas no âmbito de investigação. Se houver outros restos fora desse perímetro, deve-se expandi-lo.

#### **18.13.1.2 Informação sobre os antecedentes**

Antes de iniciar qualquer pesquisa, devem-se reunir todas as informações necessárias sobre o incidente. Por exemplo, a descrição da cena, as atividades ou sistemas desempenhados, condições e eventos que podem ter levado ao incidente. Há que se determinar a posição de todos os combustíveis e oxidantes que existiam no local e as condições anormais ou perigosos que poderiam ter levado ao

incidente. Obviamente, deve-se recolher o máximo de informações sobre materiais explosivos e causas suspeitas, para incorporá-las à pesquisa.

Devemos examinar as declarações de testemunhas, registros de manutenção e manuais de operação, relatórios meteorológicos, relatórios de incidentes anteriores e qualquer informação de importância para o estabelecimento de provas. Podem ser particularmente significativas as mudanças recentes nos procedimentos, equipamentos e condições de funcionamento.

Os planos ou processos de construção irão melhorar significativamente a documentação dos fatos, sobretudo, se for possível tomar nota deles.

#### **18.13.1.3 Estabelecer um modelo de pesquisa**

O pesquisador deve estabelecer um modelo para investigar os fatos. Com a ajuda dos membros da equipe, deve inspecionar o local do seu perímetro exterior para dentro, até chegar à área afetada. A determinação final do epicentro da explosão só deve ser feita depois de se ter examinado cuidadosamente todo o lugar.

O modelo de investigação pode ser em espiral, circular ou grade. Às vezes, as circunstâncias especiais do local irão determinar o modelo de pesquisa mais apropriado. Em qualquer caso, as áreas fechadas devem sobrepor-se, para que não se perca qualquer prova que possa cair no limite de duas zonas. Muitas vezes, é útil investigar as áreas mais de uma vez. Se assim for feito, deve-se primar para que a segunda inspeção seja feita por uma pessoa diferente, para que nenhum detalhe seja negligenciado.

O número de investigadores dependerá do tamanho e complexidade da área. Mas o investigador responsável deve ter em mente que muitos pesquisadores podem ser tão contraproducentes como muito poucos. Há a necessidade de informar aos pesquisadores dos procedimentos adequados para identificar, registrar, fotografar, marcar e localizar em um mapa as evidências. Se estão envolvidos vários pesquisadores, é essencial coordenar o procedimento.

O lugar onde a prova é encontrada pode ser marcado com giz, tinta, bandeiras, estacas ou outros meios. Depois de fotografar as provas, pode-se rotulá-las, transportá-las e armazená-las (*ver Capítulos 13 e 14*).

#### **18.13.1.4 Segurança no local da explosão**

Todas as recomendações de segurança na investigação de incêndios listados no Capítulo 10 também se aplicam à investigação de explosões. Mas, além destes, existem alguns outros para esses casos.

Os edifícios afetados estruturalmente por explosões, geralmente, são mais prejudicados do que aqueles que apenas sofreram um incêndio. Por isso, é muito maior a possibilidade de que haja colapso do piso, das paredes, do teto, do telhado ou de todo o edifício, o que deve ser levado em conta.

Para explosões de combustível gasoso ou pós, explosões secundárias são a regra e não a exceção. As primeiras pessoas a chegarem ao local devem levar em conta esta possibilidade. Antes de iniciar o investigação, deve-se tapar os vazamentos de gás ou isolar as poças de líquidos inflamáveis, neutralizar as substâncias tóxicas no ar ou em superfícies distintas e usar, sempre que necessário, os equipamentos de segurança pessoal.

Em lugares onde houve explosões de bombas ou explosivos existem outros perigos. O investigador deve procurar outros explosivos ou dispositivos que não tenham detonado. Esse procedimento na investigação de explosões causadas por bombas contempla a possibilidade de existência de explosivos secundários, especificamente, preparados para explodirem quando a polícia e/ou corpo de bombeiros chegam à cena.

Uma investigação a fundo do local terá como finalidade buscar qualquer explosivo secundário antes de iniciar a pesquisa em si. Se forem encontrados explosivos não detonados, não se deve, de maneira nenhuma, tocá-los ou movê-los, deve-se evacuar e isolar a área e notificar os técnicos em desativação de explosivos.

### **18.13. Avaliação inicial do lugar**

Tendo determinado o local da explosão, o investigador deve fazer uma avaliação inicial do tipo de sinistro que enfrenta. Se em algum momento durante a investigação descobrir que a explosão foi reforçada por artefato explosivo ou que explodiu qualquer tipo de dispositivo improvisado, deve-se cessar imediatamente a pesquisa, isolar o local e comunicar à autoridade competente.

A Tabela 18.13.2 fornece ao pesquisador um guia básico para comparação das características dos diversos danos e combustíveis nas explosões. Esta lista pode ajudá-lo a incluir ou remover diferentes tipos de explosões ou explosivos em sua avaliação inicial do local. Por exemplo, se as evidências indicam que houve danos graves, pode-se supor que a explosão não foi provocada por fumaça.

### **18.13.2.1 Identificar se houve explosão ou incêndio**

O principal objetivo da avaliação inicial é determinar se o incidente consistiu em um incêndio, explosão, ou ambos e, neste caso, determinar qual ocorreu primeiro. Às vezes, as provas de uma explosão não são evidentes. Por exemplo, se houve uma explosão fraca de gases.

O investigador deve procurar sinais de que tenha havido um aumento da pressão no interior do edifício: deslocamento ou protuberância das paredes, do solo, do teto, das portas e das janelas, do telhado, ou outros membros estruturais, pregos, parafusos, tubos de serviço, caixas e trilhos. Os fragmentos e danos provocados pela pressão devem ser atribuídos a uma reação de combustíveis explosivos em fase condensada.

**Tabela 18.13.2 Características de algumas explosões típicas**

Características Típicas	Gases mais leves que o ar	Gases mais pesados que o ar	Vapores de líquidos	Pós	Explosivos	Fumaça	BLEVEs
Danos leves	3	4	4	2	2	5	2
Danos graves	2	1	1	2	3	0	2
Explosão secundária	3	3	2	4	0	1	0
Bolsas de gases/vapores/pós	3	2	2	2	0	0	0
Deflagração <sup>a</sup>	4	4	4	4	1	5	4
Detonação	1	1	1	1	4	0	1
Gases subterrâneos	2	2	2	0	0	0	0
BLEVEs	2	3	5	0	0	0	5
Incêndios pós-explosão	3	3	4	3	1	5	3
Incêndios pré-explosão	2	2	2	3	2	5	4
Explosão com cratera	0	0	0	0	4 <sup>d</sup>	0	2
Explosão mínima de ignição	0.17-0.25	0.17-0.25	0.25	10-40	e	f	

Nota: 0 = nunca, 1 = raras vezes, 2 = às vezes, 3 = com frequência, 4 = quase sempre, 5 = sempre;

<sup>a</sup> Em determinadas circunstâncias, uma deflagração pode terminar em detonação;

<sup>b</sup> A resistência do recipiente pode fazer com que a onda de choque se propague a uma velocidade menor que a do som;

<sup>c</sup> Os gases e vapores podem produzir crateras caso estejam em recipientes pequenos e se os materiais sobre os quais explodam estiverem muito comprimidos ou dispersos;

<sup>d</sup> Todos os explosivos de grande potência e alguns de baixa potência produzem explosões com crateras caso os materiais sobre os quais explodam estejam muito comprimidos ou dispersos;

<sup>e</sup> A energia de ignição varia muito. A maioria dos explosivos modernos de alta potência é feita de maneira que eles sejam insensíveis à ignição. A energia de uma detonação, normalmente, chega a ser nove vezes maior que a energia mínima de ignição;

<sup>f</sup> Os BLEVEs não são explosões com combustão. Por isso não necessitam de ignição;

O pesquisador deve encontrar e avaliar a natureza e a extensão dos danos causados pelo calor no edifício, bem como seus componentes, para poder determinar se eles podem ser atribuídos exclusivamente ao fogo.

#### **18.13.2.2. Danos graves ou leves**

O pesquisador deve tentar estabelecer se a natureza dos danos permite considerá-los como graves ou leves (*ver secção 18.3*). Isso vai ajudar a classificar o tipo, a quantidade de combustível e misturas que levaram ao incidente.

#### **18.13.2.3 Explosões com cratera e sem cratera**

O pesquisador deve determinar se a explosão criou uma cratera ou não. Isso vai lhe ajudar a classificar o tipo de combustível possível (*ver secção 18.6*).

#### **18.13.2.4 Identificar o tipo de explosão**

O pesquisador deve identificar o tipo de explosão produzida: mecânica, por combustão, por reação química ou BLEVE.

#### **18.13.2.5 Identificar o tipo de combustível possível**

O pesquisador deve identificar qual o tipo ou tipos de combustível poderiam existir no local da explosão, determinando o estado e a situação das linhas de serviço, especialmente, os gases combustíveis, fontes de pó ou líquidos inflamáveis.

O pesquisador deve analisar a natureza do dano, comparando-a com marcações típicas produzidas por:

Gases mais leve do que gases do ar;

Gases mais pesados que o ar;

Pós;

Explosivos;

Explosões de fumaça;

BLEVE;

#### **18.13.2.6 Determinar a origem**

O investigador deve tentar determinar o quanto antes a fonte da explosão. Geralmente, será a área com mais danos e, por vezes, haverá uma cratera ou área muito localizada, onde os maiores danos ocorreram, no caso de explosões cratera. Se houve uma explosão de mistura ar-combustível difusa, a origem será o quarto ou recipiente que tenha ocorrido (ver 4.19.2).

#### **18.13.2.7 Estabelecer a fonte de combustível e o tipo de explosão**

Os pesquisadores devem identificar qual o tipo de combustível no local da explosão, verificando o estado e a situação das condutas de serviço, especialmente,

gases combustíveis, pós que são subprodutos de processamento e líquidos inflamáveis.

O pesquisador deve analisar a natureza do dano, comparando-o com marcações típicas produzidas por:

Gases mais leves que o ar;

Gases mais pesados que o ar;

Vapores de líquidos;

Pós;

Explosivos;

Explosões de fumaça;

BLEVE;

A partir daí, estabelecerá o tipo de explosão.

**18.13.2.8 Defina a fonte de ignição.** O pesquisador deve tentar identificar o mais rapidamente possível as fontes de ignição. Às vezes isso pode ser muito difícil. Deve-se considerar todas as fontes possíveis, tais como superfícies quentes, arcos elétricos, eletricidade estática, chamas, faíscas, produtos químicos e etc. que podem ter afetado as misturas ar-combustível.

Se foram utilizados explosivos, a fonte de ignição pode ser um gatilho ou outro dispositivo pirotécnico. Alguns podem permanecer na cena do sinistro como cabos e partes do próprio mecanismo.

**18.13.3 Avaliação detalhada do local.** Armado com as informações gerais obtidas com a avaliação inicial, o investigador pode agora começar um estudo mais detalhado da explosão e o estudo dos detritos. Como em muitas perícias de incêndio, o investigador deverá escrever as suas etapas e descobertas além de tomar notas detalhadas, tirar fotos e fazer planos e mapas. É importante usar técnicas de coleta adequada e preservação de provas (ver Cap. 13v 14 títulos).

**18.13.3.1. Identificar os efeitos dos danos da explosão.** O investigador deve fazer uma revisão detalhada e análise de danos causados pela explosão ou por aumento da pressão.

Ele deve identificar quaisquer itens danificados que podem ter sido afetados por um ou mais dos efeitos típicos de uma explosão:

- (1) Onda de impacto na fase positiva.
- (2) Onda de impacto na fase negativa.
- (3) Impacto dos estilhaços.
- (4) Danos térmicos.
- (5) Danos sísmicos.

O pesquisador deve analisar e classificar o tipo de dano observado (se o item está quebrado, torto, partido ou esmagado) e procurar por mudanças nas marcas produzidas. A alguma distância do epicentro de uma explosão, o aumento da pressão será moderado e seus efeitos se assemelham aos de uma deflagração, enquanto os materiais mais próximos do epicentro da detonação aparecerão quebrados ou estilhaçados.

O investigador deve fazer uma análise e exame detalhados do dano específico causado pela explosão ou aumento da pressão. Deve indicar se os itens danificados foram afetados por um ou mais dos efeitos prejudiciais de uma explosão: onda expansiva, o impacto dos estilhaços, os efeitos térmicos e sísmicos.

Você também deve examinar e classificar o tipo de dano que cada elemento significativo sofreu (se tiver partido, curvado, quebrado ou esmagado) e olhar para as mudanças nas marcas. A alguma distância a partir do centro de explosão por detonação, o aumento de pressão será mais moderado e assemelha-se aos efeitos da explosão por deflagração. Os elementos nas proximidades da detonação estarão estilhaçados e fragmentados.

Você deve examinar cuidadosamente a cena e recolher qualquer fragmento de materiais estranhos e detritos presentes na cratera. Estes fragmentos podem exigir uma análise no laboratório forense para identificação, se eles são fragmentos de um recipiente ou material que ocasionou a explosão ou partes do dispositivo improvisado, poderão ser vitais para a investigação.

Tabelas 18.13.3.1 (a) e (l) podem ser utilizadas como um guia simplificado para estimar o aumento da pressão máxima a partir de danos observados no edifício e dados recolhidos na cena. Esses dados precedem o da pressão máxima aplicada no exterior do edifício. Os efeitos deste aumento da pressão no interior são considerados semelhantes, mas os valores de aumento de pressão podem ser diferente em alguns casos, dependendo do tipo de construção.

Observar-se-á que a avaliação dos danos estruturais produzida por uma explosão é uma questão muito complexa. Um exame completo envolve o cálculo da pressão máxima e o impulso da explosão, período natural e resistência do prédio onde ocorreu o fato. Geralmente espera-se que um aumento na pressão de 1-2 psi (6,9-13,8 kPa) produziria a queda das estruturas mais leves, tais como painéis de madeira não reforçados, painéis de aço ondulada ou paredes de tijolo. No entanto, um edifício pode suportar pressões muito maiores se os seus elementos são reforçados, especialmente com materiais dúcteis (por exemplo, aço).

**18.13.3.2 Identificar os danos gerados pelas chamas antes e após a explosão.** O investigador deve determinar se os danos causados pelo fogo ou calor foram provocados por um incêndio anterior ou efeitos térmicos da explosão. Você deve examinar os restos que foram jogados longe do ponto de origem para determinar se eles são queimados. Se estes detritos foram queimados, isso pode indicar que a explosão foi precedida por um incêndio.

Provavelmente, o sintoma mais comum de aumento da pressão são as vidraças jogadas a alguma distância das janelas do edifício. A fuligem e resíduos de fumaça em vidros das janelas e outros detritos, revelam que a explosão foi precedida por fogo por algum tempo, ao passo que se os vidros ou detritos jogados a uma grande distância da edificação e se estes estão perfeitamente limpos, eles indicam que a explosão precedeu o surgimento de um incêndio.

A direção do deslocamento dos resíduos fundidos e que voltaram a se solidificar pode indicar ao investigador a posição e o comportamento que estes resíduos tiveram ao serem expostos pelo calor.

**18.13.3.3 Localizar e identificar os objetos de prova.** O investigador deve localizar, identificar, anotar, registrar, fotografar os mais variados objetos que podem constituir provas físicas. Como as explosões podem lançar os objetos a uma grande

distância, o investigador deve ter em mente que pode encontrar provas significativas em uma grande variedade de lugares, como fora do edifício sinistrado, alojados nas paredes ou outros membros estruturais do edifício ou na vegetação ao redor do mesmo. No caso de sinistros com bombas pode haver provas importantes como pedaços de resíduos nos corpos das vítimas ou entre sua roupa.

Deve-se recolher a roupa de todas as pessoas feridas em uma explosão para que sejam realizados exames e uma possível análise laboratorial. O investigador deve procurar fotografar os feridos e qualquer material retirado dos corpos das vítimas durante o atendimento pré-hospitalar ou cirúrgico, estes devem ser guardados para futura análise independente se a pessoa sobreviveu ou não.

Os investigadores devem anotar o estado e a posição de todos os componentes estruturais afetados e deslocados como paredes, tetos, solos, telhados, pilares, portas, janelas, escadas. Os investigadores devem anotar o estado e a posição de todos os conteúdos do edifício afetados e deslocados como moveis, eletrodomésticos, roupas e artigos pessoais das vítimas.

Os investigadores devem anotar o estado e a posição de todos os equipamentos instalados na edificação e afetados ou deslocados como aquecedores de ar, ar condicionado, depósitos de gás, fiação elétrica, depósitos de combustíveis e etc.

**Tabela 18.13.3.1(a)Critérios sobre danos a pessoas ( incluindo por fragmentos de vidro e aumento de pressão)**

Aumento da pressão (psi)	Feridas	Comentários	Fonte
0.6	Limiar para lesão de estilhaços de vidro	Baseado em estudos com ovelhas e cães	a
1.0-2.0	Limiar para laceração da pele por estilhaços de vidro	Baseado em dados do exército	
1.5	Limiar para várias penetrações da pele por estilhaços de vidro (pele exposta)	Baseado em estudos com ovelhas e cães	a
2.0-3.0	Limiar para graves feridas vindas de estilhaços desprendidos	Baseado em dados do exército	
2.4	Limite de ruptura do tímpano	Dados conflitantes sobre a ruptura dos tímpanos	
2.8	10% de probabilidade de ruptura do tímpano	Dados conflitantes sobre a ruptura dos tímpanos	

3.0	Esta pressão irá lançar a pessoa no chão	Uma fonte sugeriu uma pressão de 1,0 psi para este efeito	
3.4	1% de ruptura do tímpano	Não é uma lesão grave	
4.0-5.0	Ferimentos graves de estilhaços de vidro  (probabilidade perto de 50%)	Baseado em dados do exército	
5.8	Limiar para a penetração do corpo por estilhaços de vidro (pele exposta) *	Baseado em estudos com ovelhas e cães	a
6.3	50% de probabilidade de ruptura do tímpano	Dados conflitantes sobre ruptura dos tímpanos	
7.0-8.0	Ferimento graves por estilhaços de vidros  (probabilidade perto de 100%)	Baseado em dados do exército	
10.0	Limiar de hemorragia pulmonar	Não é uma lesão grave (se aplica a uma explosão de larga duração  {mais de 50 ns}). Para ondas de 3 m/s, é necessário 20-30 psi.	cl
14.5	Limiar de mortalidade para efeitos de explosão direta	Mortalidade devido principalmente a hemorragia pulmonar	
16.0	50% de ruptura do tímpano	Algumas das lesões no ouvido podem ser graves	
17.5	10% de probabilidade de morrer devido os efeitos diretos de uma explosão	Dados conflitantes sobre a mortalidade	b
20.5	50% de probabilidade de morrer devido os efeitos diretos de uma explosão	Dados conflitantes sobre a mortalidade	b
25.5	90% de probabilidade de morrer devido os efeitos diretos de uma explosão	Dados conflitantes sobre a mortalidade	b
27.0	1% de sobreviver	Uma alta incidência de lesões pulmonares graves aplica-se a uma explosão de longa duração (mais de 50 m/s); 60 – 70 psi exigido para 3 ondas e duração 3 m/s	d
29.0	99% de probabilidade de morrer devido os efeitos diretos de uma explosão	Dados conflitantes sobre a mortalidade	b

**Tabela 18.13.3.1(b) Critérios sobre danos materiais**

Aumento da pressão Danos (psi)		Fonte
0.03	Ruptura ocasional de grandes janelas de vidro já sob pressão	a
0.04	Barulho alto (143 dB). O vidro poderá se estilhaçar	a
0.10	Ruptura de pequenas janelas, sob tensão	a
0.15	Pressão típica para quebra de vidros	a
0.30	"Distância segura" (probabilidade 0.95 nenhum dano grave para além deste valor).	
	Danos aos tetos de casa, 10% das janelas de vidro quebradas.	
0.4	Pequenos danos estruturais	a, c
0.5-1.0	Ruptura de todos os vidros das janelas Uma fonte cita vidros se estilhaçando a 0.147 psi (1 kPa)	a, c, d, e
0.7	Pequenos danos estruturais na edificação	a
1.0	Demolição parcial das casas a tornando inabitável	a
1.0-2.0	Quebra de tapume de amianto ondulado Falha de painéis de alumínio – aço ondulado Falha de painéis de tapume de madeira (construção de habitação padrão)	a, b, d, e
1.3	Viga de aço do edifício ligeiramente distorcido	a
2.0	Colapso parcial de paredes e telhados das casas	a
2.0-3.0	Quebra do concreto não reforçado [1,5 psi (1.0.3 kPa), segundo outra fonte]	a, 13, c, d
2.3	Limite inferior de sérios danos estruturais	a
2.5	50% destruição de alvenaria da casa	a
3.0	Viga de aço da construção distorcida e se afasta das fundações	a
3.0-4.10	Colapso das vigas de aço dos edifícios Ruptura de tanques de armazenamento de gasolina Explosão dos depósitos de madeira	a, b, e
4.0	Ruptura do revestimento dos edifícios industriais leves	a
4.8	Queda de estruturas de concreto armado	e
5.0	Queda de postes de madeira	a,b

5.0-7.0	Destrução quase total das casas	a
7.0	Tombamento de vagões de trem carregados	a
7.0-8.0	Destrução de painéis de parede de tijolo [de 20,3 x 30,5 cm de espessura (8 x 12a, b, e, d polegadas) não reforçados]	
	Lados das vigas de aço do edifício fundidos	d
	Tombamento de vagões de trem carregados	h, c
9.0	Vagões dos trem carregados totalmente destruídos	a
10.0	Provável destruição do edifício	a
30.0	Queda de torres de aço	b, e
88.0	Crateras	e

**18.13.3.4 Identificar os vetores da força.** Os investigadores devem identificar, desenhar, fotografar e tomar notas dos escombros que identifiquem a direção e força relativa da explosão, tendo em conta que a força necessária para romper uma parede é muito maior que a necessária para simplesmente movê-la ou levantá-la. A força necessária para quebrar uma janela é muito menor que a força necessária para mover uma parede. Quanto maior é a força, maior será a distância que a partir do epicentro serão encontrados fragmentos.

O investigador deve anotar, desenhar e fotografar as distâncias e direções que se encontram os fragmentos, tais como estilhaços de vidro e pedaços de janelas. Os maiores fragmentos devem ser medidos e pesados para posterior estudo das forças necessárias para lança-los.

A distância e a direção de algumas provas importantes em relação ao epicentro da explosão podem ser de fundamental importância. No local da explosão se deve documentar completamente a posição de todos os fragmentos importantes, anotando sua distância e direção. Isto permitirá ao investigador reconstruir a trajetória de distintos fragmentos.

**18.14 Análise da origem (epicentro).** Uma vez identificado os vetores da força, o investigador deve dirigir-se desde a zona mais afastada até a mais afetada, seguindo o traçado natural dos vetores. Isto é conhecido como análise da dinâmica da explosão e pode ser realizada com mais eficiência se traçando em um diagrama do edifício afetado as direções do movimento dos fragmentos e se possível, uma estimativa da força relativa necessária para a destruição ou deslocamento dos

fragmentos encontrados (ver figura 18.14). É desejável um diagrama dimensional nos casos em que será antecipada uma análise de engenharia dos efeitos dos danos.

A análise da dinâmica da explosão se baseia no movimento dos restos dos fragmentos a partir do epicentro dentro do que poderíamos considerar uma esfera, e a força decrescente da explosão a medida que aumenta a distância do epicentro.

Muitas vezes é necessário fazer mais de um diagrama da dinâmica da explosão. O primeiro aparecerá uma zona relativamente grande que pode representar a zona ou habitação concreta que podem ser a origem, para um posterior estudo. O segundo diagrama em menor escala permitiria uma análise da dinâmica da explosão em relação a zona de origem. Isto é muito útil sobretudo em explosões com ocorrências de crateras.

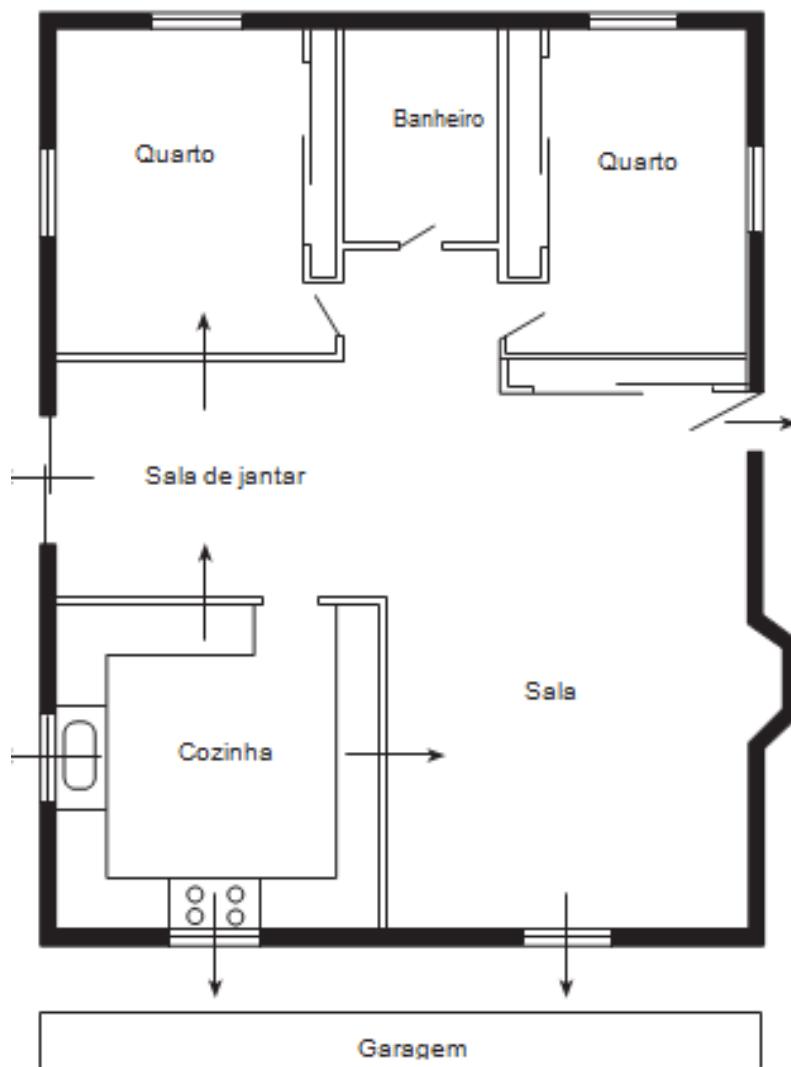
Muitas vezes, quando se tratar de explosões sem cratera, como as produzidas por fuga de gases, não se pode determinar o epicentro para além de uma sala ou área particular.

A análise da dinâmica de uma explosão se complica muitas vezes pela existência de uma série de explosões, cada uma com seu próprio epicentro. Esta situação exige uma comparação detalhada dos vetores de força. O movimento dos restos mais pesados como paredes e telhados geralmente são menores nas explosões sucessivas quando se comparados com a principal. A primeira explosão com mais força tende a ventilar o edifício, devido a sua pressão positiva.

No entanto, isto só ocorre quando as explosões secundárias são da mesma força ou menores que a primeira. As explosões de fumaça são uma notável exceção a este fenômeno, pois as explosões sucessivas são mais potentes que a primeira.

**18.15. Análise da fonte de combustível.** Uma vez identificada a origem do epicentro da explosão, o investigador deve determinar o combustível. Isto se faz comparando a natureza e tipo de destroços com os combustíveis que se sabe que havia no lugar do sinistro.

**FIGURA 18.14 Diagrama da dinâmica de uma explosão. As flechas indicam a direção do deslocamento de paredes, portas e janelas.**



Se deve estudar todas as fontes de combustíveis possíveis e ir eliminando até que se encontre uma que cumpra todos os critérios para realizar os efeitos nos fragmentos produzidos. Por exemplo, si se identifica o epicentro da explosão com uma cratera de 1,8 metros de concreto pulverizado no centro do solo, tem que se descartar como combustível uma fuga de gases e estudar unicamente os combustíveis que podem realizar crateras.

Para identificar o combustível podem ser uteis as análises químicas de amostras de escombros, terra e ar. Outras técnicas como cromatografia de gases, a

espectrografia de massas podem facilitar a identificação de possíveis explosivos ou combustíveis líquidos.

As amostras de ar tomadas por perto da zona de origem podem ser utilizadas para detectar gases ou vapores de líquidos combustíveis. Por exemplo, o gás natural comercial é uma mistura de metano, etano, propano, butano e nitrogênio. A presença do etano no ar pode demonstrar que havia gás natural, uma vez que gases de esgoto, por exemplo, só possuem metano.

Uma vez identificado o combustível, o investigador deve localizar a fonte. Por exemplo, se o combustível era um gás mais leve que o ar e o edifício possui gás natural, o investigador deve localizar a origem do gás que provavelmente estará no epicentro da explosão ou debaixo dela, possivelmente no local de vazamento do duto de serviço ou de um aparelho de gás que funcionava mal.

Tem que examinar todas as tubulações de gás, desde a que é oriunda da rua ou do depósito de gás butano ou propano, até os contadores e reguladores e os aparelhos para provar se ocorreu vazamento de gás. Para provar se ocorreu vazamento de gás em um edifício que sofreu um incêndio ou explosão de gás, se pode utilizar ar ou um gás inerte.

A verificação dos odorizantes deve formar parte de toda investigação de uma explosão em que a causa tenha sido ou pode ter sido um gás inflamável, sobre tudo si se sabe que nenhum dos usuários do edifício notou algum vazamento de gás. Deve-se verificar a presença do odorizante, e como prova se observará as manchas nos dutos no lugar do fato, e a cromatografia de gases no laboratório para confirmar os resultados.

**18.16 Análise da fonte de ignição.** Quando se foi identificado a origem da explosão e o combustível, tem que se analisar a forma da ignição. Esta pode ser a parte mais difícil de toda a investigação de uma explosão, porque pode haver muitas fontes de ignição, sobre tudo no caso de vazamento de gases. Se o investigador acredita que pode haver várias fontes de ignição possíveis, o investigador deve ter em mente toda a informação disponível, incluindo as declarações das testemunhas. Deve realizar uma evolução cuidadosa de todas as possíveis fontes de ignição, tendo em conta:

- (1) A energia de ignição do combustível.

- (2) A energia de ignição da possível fonte.
- (3) A temperatura de ignição do combustível.
- (4) A temperatura da fonte de ignição.
- (5) A posição da fonte de ignição em relação ao combustível.
- (6) A presença simultânea de combustível e fonte no momento da ignição.
- (7) As declarações das testemunhas sobre o estado e ações imediatamente antes e no momento da explosão.

**18.17 Análise das possíveis causas.** Uma vez identificados à origem, o combustível, e a fonte de ignição, o investigador deve analisar e determinar o que aproximou o combustível da fonte de ignição. As circunstâncias que determinaram que estes elementos conciliassem estar no mesmo local em um determinado momento, isto acarretaria a explosão (ver capítulo 16).

Parte desta análise pode incluir considerações sobre como se poderia ter evitado a explosão, por exemplo sobre descumprimento de normas ou códigos em vigor. Tem que se levar em conta que, dado os efeitos destrutivos do fogo e da explosão, nem sempre se poderá determinar a causa.

A seguir serão analisadas várias técnicas para tratar de averiguar as possíveis causas. A escolha da técnica ou técnicas mais adequadas dependerá das circunstâncias específicas de cada sinistro.

**18.17.1 Análise da curva do tempo.** Com base na informação básica coletada (declarações de testemunhas, notas, etc.) o investigador deve estabelecer uma sequência de eventos anteriores e posteriores em relação a explosão. Durante o processo podem ocorrer incoerências durante o levantamento, se isso acontecer deve-se aplicar a teoria da “máxima verossimilhança” (veja seção 17.2. Para mais informações sobre a análise da linha do tempo).

**18.17.2 Análise do tipo de danos.** Pode-se documentar diferentes tipos de danos para a sua posterior análise, principalmente dos danos relativos aos escombros e os estruturais.

**18.17.2.1 Análise dos escombros.** Os investigadores devem identificar, desenhar, fotografar e tomar notas dos escombros e outros resíduos que indiquem a

direção e força relativa da explosão. Em geral, quanto maior a força da explosão, mais distantes do centro serão jogados os escombros. No entanto, a forma mais ou menos aerodinâmica de cada fragmento determinará a distância maior ou menor percorrida em relação ao epicentro.

São fundamentais a distância e direção em relação ao centro aparente da explosão que alguns fragmentos tem para a investigação. Deve-se documentar completamente no plano do lugar da explosão a posição de todas as peças significativas, anotando tanto a distância como a sua direção. Isto permitirá ao investigador reconstruir as trajetórias. Em alguns casos é preferível pesar e medir os fragmentos com maior massa. Estes dados poderão ser utilizados no futuro para uma análise mais completa da trajetória

**18.17.2.2 Analise dos danos relativos ao edifício.** Os investigadores devem desenhar os danos relativos às zonas que rodeiam o lugar da explosão, construindo o que poderíamos chamar de um diagrama de destroços. Os critérios para traçar estas linhas podem ser o aumento de pressão em alguns casos, ou levar em conta os destroços considerados similares ao edifício. Para isto serão empregado várias técnicas. Esta análise proporcionará outras chaves sobre a propagação da explosão e pode ser utilizada para uma analise posterior mais profunda.

**18.17.3 Relação entre a força de uma explosão e os destroços produzidos.** Os analistas utilizam diversos métodos para relacionar o grau de destroços e a distância que foram lançados, com o tipo e a quantidade de combustível em cada explosão. Devido as grandes diferenças na dinâmica química dos explosivos sólidos e dos gasosos, não é possível relacionar diretamente a quantidade de combustível implicado em uma explosão com a quantidade de explosivo utilizado em outra. Diversos documentos recorrem aos dados de equivalência de pesos de explosivos mais correntes (ver apêndice A).

**18.17.4 Análise dos objetos e edifícios afetados.** Com frequência, a determinação da causa da explosão requer um enfoque multidisciplinar que põe em relação os danos causados e os combustíveis utilizados. Pode ser necessário a utilização de peritos (ver seção 12.5).

**18.17.5 Relação com os efeitos térmicos.** Um conjunto de objetos que apresentem danos devido o calor como consequência de uma explosão, podem ser

prova de que foi gerada uma bola de fogo ou um incêndio posterior. Isto pode ser uma prova real de que a explosão produziu um BLEVE, ou outro fenômeno extremo do fogo qualquer, tendo por base os danos produzidos nos objetos. Um engenheiro experiente nesta área pode realizar uma análise crítica dos danos térmicos gerados. E a partir deste material, pode traçar um diagrama isotérmico (dos danos produzidos pelo calor).

## CAPITULO 19 INCÊNDIOS PROVOCADOS

**19.1 Introdução.** Um incêndio provocado é aquele que foi deliberadamente iniciado em circunstâncias que as pessoas sabiam que não deveriam agir de tal forma. Nesta seção mostraremos orientações para ajudar o investigador a identificar os incêndios provocados e documentar as provas relativas à sua origem e causa. Se o investigador chegar a conclusão de que o incêndio foi provocado, deverá focar em outras provas para possibilitar a identificação dos suspeitos pelo sinistro.

A existência de somente uma prova ou a combinação de várias não indicam necessariamente que o incêndio tenha sido provocado. No entanto, a presença destes indicadores pode sugerir que o investigador se aprofunde no tema.

**19.2 Indicadores de incêndios provocados.** Há distintas circunstâncias relativas à origem e propagação de um incêndio, que podem proporcionar provas físicas de que o mesmo foi provocado.

**19.2.1 Múltiplos incêndios.** Se entende por múltiplos incêndios as chamas que queimam simultaneamente sem ter relação entre si. O investigador deve tratar de descobrir se os demais focos têm relação entre si, ou relação entre o foco original. Para chegar a esta conclusão sobre múltiplos incêndios, o investigador deve determinar se todos os incêndios separados não são uma consequência natural do incêndio inicial.

São exemplos de incêndios múltiplos os que ocorrem em casas distintas, ou em diferentes pavimentos de uma edificação ou incêndios independentes dentro e fora de um mesmo edifício. Se deve investigar o edifício incendiado e seus arredores para determinar se existem incêndios múltiplos.

Aparentemente os incêndios múltiplos podem ser produzidos mediante a propagação do fogo por:

- (1) Condução, convecção e radiação;
- (2) Através da fumaça;
- (3) Pela afetação direta das chamas;
- (4) Pela queda de materiais queimando (gotejando), como cortinas;
- (5) O fogo se espalhou através das calhas, tubulações ou dutos de ar condicionado.
- (6) A propagação dentro dos espaços vazios do solo ou as paredes na (construção tipo balão).
- (7) Pela sobrecarga da instalação elétrica;.
- (8) Por falhas nos preventivos fixos.

O aparecimento de vários pontos de origem pode ser consequência de uma combustão continua em lugares distantes do edifício durante as operações de combate ao incêndio, sobre tudo se o edifício foi colapsado parcialmente.

Quanto antes se apague o fogo, mais fácil será identificar se ocorreu vários pontos de origem. Se afetou toda a edificação ou se propagou para outras edificações, resultará uma dificuldade maior para identificar os incêndios múltiplos e se produziu uma combustão completa, impossibilitando a identificação.

Se ocorrer algum incêndio prévio no edifício, deve-se ter o cuidado para não confundir as consequências de distintos incêndios com incêndios múltiplos.

Um aspecto importante do exame do lugar, é a reconstituição do local do incêndio (seção 15.7), é especialmente importante quando se suspeita que possa ter ocorrido incêndios múltiplos.

Uma análise cuidadosa do lugar do incêndio pode revelar a existência de outros, sobre tudo na mesma cena. Por exemplo, se o investigador observa ou descobre uma zona de origem em um armário, o exame de outros armários pode descobrir novos pontos de origem (que razoavelmente podem supor a origem de novos incêndios). O investigador terá que em determinadas ocasiões pedir permissão para realizar investigações em áreas não afetadas diretamente pelo incêndio (ver as seções 9.22 e 9.23).

A confirmação de que houve vários incêndios é uma prova bastante clara que o incêndio foi provocado.

**19.2.2 Rastros de combustível.** Depois do inicio de um incêndio provocado onde se foi distribuído intencionalmente os combustíveis de uma zona para outra, podem aparecer marcas alargadas. Tais marcas conhecidas como rastros podem ser encontrados ao longo do chão que separam as zonas dos incêndios. Os combustíveis utilizados nos incêndios provocados podem ser líquidos ou sólidos inflamáveis ou qualquer combinação de ambos (ver figura 4.18.1).

As vezes se usam nos incêndios provocados materiais como roupas, papel, e líquidos inflamáveis. Geralmente há restos de material sólidos que devem ser recolhidos para posterior documentação e análise.

Os líquidos inflamáveis podem deixar marcas lineares, sobre tudo se o incêndio é apagado no inicio. A energia de irradiação das chamas ou dos gases quentes que se estendem pelos halls ou nas escadas, podem produzir também marcas lineares. Como temos dito para os aceleradores sólidos suspeitos, também se deve recorrer e analisar amostras dos possíveis acelerantes líquidos (ver seção 14.5).

Frequentemente, quando se limpa o solo dos escombros para examinar os danos, podem aparecer retas largas e grandes que foram produzidas mais por danos causados pelo calor e que estão perto de zonas de zonas que foram pouco afetadas. Geralmente estas marcas são interpretadas como rastros de combustíveis. Frequentemente essas marcas também podem ser produzidas por moveis, objetos, produtos armazenados ou também pelo impacto do fogo em zonas do solo ou do revestimento mais desgastado. Os objetos de forma irregular caídos no solo como roupas de cama, podem proteger produzindo marcas que dão lugar a erros de interpretação.

Por exemplo, a gasolina derramada para fomentar o fogo é um catalisador. Quando se usa deliberadamente a gasolina para propagar o fogo de um lugar para o outro o que faz este trabalho é um rastro. Derramar gasolina de um cômodo para o outro subindo uma escada deixará um rastro. Derramar gasolina em um edifício desde a adega até o telhado, ou derramar gasolina em uma zona ampla neste caso não deixará um rastro e sim será utilizado como acelerador. Portanto, o combustível

não é um rastro, deve-se observar a forma de que este combustível é utilizado. Gasolina, pedaços de roupas ou jornais podem ser utilizados como catalisadores e também deixam um rastro, embora atuem de maneira distinta. As marcas que são deixadas pelo rastro é uma prova de que foi utilizado um catalisador, porém a marca em si não significa ser um rastro. Se a pessoa que iria provocar um incêndio deixa um rastro e é detida antes de executar, mesmo assim continua sendo um rastro.

#### **19.2.3 Falta de carga de incêndio ou de fontes de ignição esperadas.**

Quando os danos produzidos pelo fogo na origem não são coerentes com a pouca carga de fogo esperada, a taxa de liberação do calor ou as possibilidades de fontes de ignição, se pode pensar que o incêndio é provocado. Um exemplo destes 3 fatores é um incêndio isolado a nível do solo de um cômodo grande e vazio. Outros exemplos de zonas com pouca carga de incêndio são halls e escadas. As escadas, embora não tenham muita carga de incêndio, podem contribuir para a propagação rápida e permitir que as chamas e a fumaça se espalhe por toda a edificação de forma rápida. Esta ação pode causar danos graves na superfície exposta nas escadas. Outros exemplos de zonas com fontes de ignição limitadas são os armários e subsolos.

#### **19.2.4 Catalizadores Estranhos.** Uma mistura de combustíveis e os oxidantes classe 3 e 4 (ver NFPA 430, Norma para armazenamento de oxidantes sólidos e líquidos), podem produzir um incêndio extremamente quente. Estes catalizadores geralmente deixam resíduos que podem identificar o visual ou quimicamente.

Será analisado se foram utilizados catalizadores estanhos para iniciar ou acelerar alguns incêndios de crescimento rápido, e se foram identificados em tais casos particulares catalizadores de alta temperatura (CAT). Os indicadores de catalizadores estranhos incluem uma extraordinária velocidade do crescimento do incêndio, chamas brilhantes (especialmente no inicio do incêndio) que fundem o aço ou o cimento. Um estudo de 25 incêndios em que se suspeitou a presença de aceleradores de alta temperatura, produzidos entre 1981 e 1991, demonstrou que não havia provas científicas conclusivas sobre o uso de tais catalizadores.

Em qualquer incêndio em que a velocidade de crescimento do incêndio é extremamente rápida, se deverá considerar outras razões que vão além do uso de

catalizadores, podem ser fruto de outros fatores como, por exemplo, a ventilação e o tipo de configuração dos combustíveis.

**19.2.5 Carga ou configuração anormal do fogo.** Se a investigação descobre a presença de uma carga anormal de fogo na zona de origem ou se há uma carga de fogo que normalmente não seria de esperar reagir desta forma dentro desta zona, o fogo pode ser provocado. Um exemplo de configuração anormal é quando os móveis, objetos ou conteúdo da habitação estão deliberadamente amontoados ou empilhados de forma que fomentem o rápido e completo desenvolvimento das chamas. Um exemplo de carga de incêndio anormalmente elevada é quando há uma acumulação de lixo, restos ou caixas em uma residência ou recinto, que podem fazer com que as chamas se propaguem rapidamente.

**19.2.6 Feridas causadas por queimaduras.** O modo e a magnitude das feridas causadas por queimaduras podem oferecer indícios sobre a origem, causas e propagação do fogo. Pode-se produzir feridas ao se causar um incêndio. O investigador deve assegurar que as queimaduras da vítima e sua magnitude ou natureza coincidem com as hipóteses da investigação sobre a causa de propagação do incêndio. O investigador deve buscar em hospitais para saber se o houve o ingresso de alguma pessoa com ferimentos por queimaduras.

**19.2.7 Dispositivos incendiários.** É denominado dispositivo incendiário uma ampla gama de mecanismos utilizados para provocar incêndios. Em alguns casos, a pessoa que provocou o fogo pode ter usado mais de um dispositivo. Frequentemente se encontram restos de combustíveis utilizados com o dispositivo incendiário. Se suspeita-se que o fogo foi provocado, o investigador deve buscar outros dispositivos que podem ter sido queimados ou que não tenham funcionado.

**ATENÇÃO:** Se for descoberto um dispositivo incendiário que não tenha funcionado é proibido tocá-lo! Esses dispositivos só devem ser manipulados por peritos em explosivos. Tocar ou mover tais dispositivos é extremamente perigoso e pode provocar um incêndio ou explosão.

**19.2.7.1 Exemplos de dispositivos incendiários.** Alguns exemplos de dispositivos incendiários e provas que podem determinar o seu uso ou não:

(1) Caixas de fósforos e cigarros a partir da qual se podem encontrar na zona de origem o rastro do fósforo que ateou o fogo, os filtros do cigarro, cinza dos mesmos e materiais combustíveis queimados pelos fósforos ou cigarros.

(2) Velas que se encontram na zona de origem, cera ou o resto de qualquer material combustível que foi queimado junto com ela.

(3) Instalações elétricas ou aparelhos elétricos de aquecimento que podem ter determinado um incêndio, que tenham provas que foram manipulados ou sua instalação modificada, ou o movimento intencional de aparelhos que produzem calor para lugares perto de materiais combustíveis.

(4) Bombas de fogo comumente chamadas de coquetéis molotov, que deixam provas em forma de líquido, produto químico ou compostos inflamáveis com os quais são fabricados: as garrafas e os pavios.

(5) Dispositivo incendiário de serragem-parafina, que se podem identificar pelos restos de cera impregnada com serragem (por exemplo, fogo com madeira artificial).

**19.2.7.2 Dispositivos retardantes.** A pessoa que provoca um incêndio pode utilizar temporizadores ou retardantes para ter tempo de abandonar o lugar e por acreditar que sairá da zona do incêndio sem ser visto e se torne um álibi. Estes dispositivos podem ser velas, cigarros ou temporizadores mecânicos ou elétricos.

**19.2.7.3 Presença de líquidos inflamáveis na zona de origem.** O uso ou a presença de líquidos inflamáveis que são conhecidos como catalizadores líquidos, coincide com um incêndio provocado.

A presença de líquidos inflamáveis pode indicar que o incêndio foi provocado, principalmente se estes líquidos se encontram em zonas que normalmente não deveriam estar ali. Pode ser que não sejam raras latas de combustível em uma garagem, porém se o investigador encontra uma lata de gasolina dentro de um quarto, deve ficar atento. De qualquer forma há que se investigar a fundo a presença de líquidos inflamáveis perto da zona de origem do incêndio.

As “marcas irregulares” (ver 4.12.7.2) podem indicar a presença de líquido inflamável. Se o investigador observa marcas típicas de catalizadores, deve buscar

restos do recipiente o qual estava depositado o líquido. O investigador deve procurar tomar amostras de todas as zonas onde suspeita que possa haver líquidos inflamáveis.

**19.2.8 Avaliação do desenvolvimento do incêndio e os danos produzidos.** Os investigadores devem realizar uma análise sobre a taxa de desenvolvimento ou extensão dos danos produzidos e se estes são maiores do que o esperado, dada a configuração do combustível que seria considerado provável existir naquele tipo de edificação.

No entanto, essa opinião é subjetiva, uma vez que tanto o desenvolvimento como o danos causados pelo fogo levam em consideração um grande número de variáveis e premissas. Desta forma a formação de opinião do investigador baseia-se em sua formação e na experiência individual. Se você usar uma linguagem subjetiva, o pesquisador deve ser capaz de explicar exatamente por que você acredita que o incêndio foi "excessivo", "não-natural" ou "anormal".

O que um investigador julga "excessivo", "não natural" ou "anormal" pode ter sido produzido realmente por um foco de incêndio acidental, dependendo da geometria do recinto, as características do combustível e os acessos de ventilação (ver 354). Há alguns combustíveis de plástico que dificilmente queimam ao ar livre, mas podem queimar violentamente se expostos a radiações térmicas de outro incêndio da área, como pode ocorrer durante ou após um flashover.

Portanto, recomendamos encarecidamente ao investigador que não utilize opiniões subjetivas para apoiar as suspeitas de que o incêndio foi provocado, na ausência de provas físicas.

Existem modelos matemáticos de desenvolvimento de incêndio, que se bem utilizados, podem ajudar a avaliar a confiabilidade potencial de observações subjetivas.

**19.3 Possíveis indicadores que não estão diretamente relacionados com a combustão.** Estes indicadores são geralmente condições ou circunstâncias que por si mesmos não estão diretamente relacionados com o incêndio ou explosão, mas você pode usar a pesquisa como base para entrevistar testemunhas ou como hipótese de possíveis suspeitos ou possíveis fatos para concentrar a sua pesquisa.

Os indicadores desta seção são aqueles que tendem a mostrar que alguém tinha conhecimento prévio do fogo.

**19.3.1. Lugares distantes que dificilmente seriam vistos no escuro.** Um incêndio em um lugar remoto ou oculto, de modo que não pode ser visto, pode indicar que aquele que causou o fogo não gostaria de ser visto ou capturado. Incêndios nestes lugares se desenvolvem muito antes de serem descobertos. Por exemplo, quando as janelas são pintadas ou cobertas com panos com nenhuma outra razão aparente do que para não ver o fogo.

**19.3.2 Fogo perto de equipamentos e dispositivos operacionais.** Um incêndio perto de equipamentos, aparelhos, lareiras ou gás pode ter sido causado com a intenção de parecer acidental. O investigador deve examinar as conexões da entrada ou serviço para ver se elas estão soltas ou desconectadas e determinar se houve adulteração ou sabotagem de equipamentos ou dispositivos.

Se o investigador não tem conhecimento suficiente sobre estes equipamentos, deve solicitar a ajuda de um perito.

**19.3.3 Eliminação ou alteração do conteúdo antes do incêndio.** Durante a sua investigação, o investigador pode descobrir que antes do incêndio foram retirados de dentro do edifício ou trocados objetos que possam ter um maior ou menor valor.

**19.3.3.1 Troca.** Quando os investigadores acreditam que foi alterado o conteúdo do recinto, antes de deixar o edifício deve fazer uma lista o completa quanto possível dos seus conteúdos. Então você deve tentar obter a lista de objetos que estavam no prédio antes do incêndio e confronta-las com as declarações das testemunhas, faturas, recibos, etc. As apólices de seguros e declarações de perda podem fornecer listas do que os ocupantes disseram que tinham.

Os objetos e conteúdos que podem ser alterados dependem da ocupação do edifício ou espaço, por exemplo:

- (1) Em edifícios residenciais, móveis e roupas.
- (2) Em edifícios comerciais ou industriais máquinas, equipamentos ou mercadorias.
- (3) Em veículos pneus ou baterias.

Se for encontrado dentro do edifício ou veículo algo de anormal, pode ser outro indicador.

**19.3.3.2 Objetos removidos.** Devemos investigar minuciosamente os lugares de um incêndio ou edifícios em que não há um conteúdo "normal", que poderia ser razoavelmente esperado ou conhecido do que existia ali por declarações de testemunhas. Os itens removidos são muitas vezes valiosos (televisores, filmadoras, aparelhos de som, computadores, câmeras, bens, equipamentos), ou são difíceis de substituir, como arquivos, livros contábeis e etc.

Outros itens que podem ser removidos de um ambiente antes de um incêndio são aqueles que podem acusar o incendiário.

**19.3.3.3 Ausência de artigos pessoais antes do incêndio.** A ausência de objetos pessoais, insubstituíveis ou difíceis de substituir, deve ser investigada. Por exemplo, joias, fotografias, diplomas, certificados, troféus, obras de arte, animais de estimação, artigos de esportes e etc. Nós também devemos investigar e tentar explicar a ausência de documentos importantes, tais como apólices de seguro contra fogo, documentos comerciais, declarações fiscais, etc.

**19.3.4. Entradas bloqueadas ou obstruídas.** A entrada para uma casa ou edificação pode ser bloqueada ou obstruída para evitar que os bombeiros apaguem o fogo. Os obstáculos que podem ser encontrados são árvores caídas, barricadas de rua ou algum tipo de construção para evitar o acesso de veículos de combate a incêndio, pilares, cercas e portões.

Essas obstruções às vezes podem tomar a aparência de "medidas de segurança" do edifício, tais como portas e janelas trancadas por dentro, fechaduras, correntes, etc.

**19.3.5 Sabotagem ou adulterações dos sistemas de proteção contra incêndios do edifício.** Sabotagem é o dano ou destruição intencionada na estrutura física do prédio ou no sistema de proteção contra incêndio ou qualquer de seus componentes.

Uma pessoa que provoca um incêndio pode ter a intenção de criar condições que provoquem a destruição rápida e completa do edifício e seu conteúdo. Para atingir esse objetivo, essa pessoa pode sabotar o edifício (a sua resistência e características do fogo) ou seus sistemas de proteção contra incêndio.

Os investigadores devem determinar se a falha dos componentes ou sistemas estruturais de proteção contra incêndio foram o resultado de sabotagem ou de outros fatores como a má construção, falta de manutenção, fechamento do sistema para manutenção, projeto falho ou vários fatores juntos.

**19.3.5.1 Danos à resistência dos sistemas contra chamas.** Os sistemas de resistência ao fogo instalados durante a construção (paredes, tetos e pavimentos) e a proteção adequada das aberturas (portas, janelas ou fechaduras e abafadores de incêndio), tratam de separar as partes de um edifício em "compartimentos" ou "zonas de fogo" que fazem o confinamento do foco do incêndio, evitando que fumaça e chamas entrem em diferentes partes do edifício.

As aberturas ou penetrações nestes sistemas podem ser um indicativo de que a pessoa que causou o fogo tentou espalhar a partir de uma área para outra. O investigador deve tentar determinar se essas aberturas foram feitas com a intenção de que o fogo se espalhe. As aberturas ou penetrações em sistemas resistentes às chamas também podem ser um resultado da má construção ou renovação.

O método mais usual de fazer com que um foco se propague através de um edifício é deixar as portas abertas. Sabotagem nas portas corta fogo ou fumaça, deixá-las abertas é um exemplo, pode aumentar a taxa de propagação do fogo e da fumaça em todo o edifício. Sabotagem às portas das escadas de emergência pode acelerar ainda mais a propagação. No entanto, em geral os ocupantes do edifício costumam deixar as portas abertas para melhorar a ventilação ou acesso durante as atividades regulares. O investigador deve determinar se as portas ou as outras proteções foram intencionalmente abertas pela pessoa que causou o fogo ou estavam abertas como de costume, durante a utilização do edifício.

**19.3.5.2 Danos nos sistemas de proteção contra incêndios.** Os sistemas de proteção contra incêndios são os detectores de calor, fumaça ou chamas. Os sistemas de alarme e de sinalização; sistemas de sprinklers e hidrantes e sistemas de extinção especiais, tais como o dióxido de carbono, espuma ou halen-1, além de hidrantes de parede.

Sabotagem em sistemas de proteção contra incêndios ou seus componentes podem atrasar a notificação do fogo para os ocupantes e dificultar os bombeiros a

controlar as chamas ou impedir a extinção. Tais sabotagens tem a intenção que o fogo se desenvolva o mais rápido possível e cause mais danos.

Sabotagem pode incluir a remoção ou esconder os detectores de fumaça, obstrução dos sistemas de acionamento, fechamento das válvulas de controle, danificar os fios ou os dutos e conexões de água das mangueiras ou danos no sistema de hidrantes.

Outro tipo de sabotagem, embora mais sutil, é a imposição de vários incêndios (ver secção 19.2.1). Além de maior destruição causada por vários incêndios, estes podem ter o efeito de supressão e sobrecarga do sistema além de sua capacidade nominal. Para determinar as limitações do projeto o sistema de proteção contra incêndio, pode precisar de ajuda (ver secção 12.5).

**19.3.6 Abrir as janelas e portas exteriores.** Abrir as janelas e portas exteriores podem acelerar o desenvolvimento e propagação de fogo. Se estas condições forem satisfeitas em uma época de muito frio, isso pode indicar que alguém tenha tentado fornecer mais ventilação para o fogo. O mesmo efeito pode ser feito ao se quebrar as janelas.

**19.4 Outras provas.** Quando o pesquisador terminou de analisar os exames e características do incêndio e concluiu que este foi causado, deve examinar e registrar outros fatores que podem ser cruciais para a futura localização e identificação de suspeitos.

Estes testes na identificação de um suspeito que causou o incêndio, a possível "razão" ou oportunidade que pode ter tido, não pode substituir uma investigação bem realizada nem a pesquisa para determinar a origem e a causa do incêndio.

Na ausência de evidência física que o fogo tenha sido provocado, o investigador deve tomar o máximo de cuidado para usar a descoberta ou presença destes testes para desenvolver hipóteses, opiniões e formulários ou conclusões sobre a causa do incêndio.

**19.4.1 Análise de um incêndio provocado e confirmado.** Através da análise detalhada de um incêndio que foi confirmado que sua causa foi intencional, pode detectar tendências ou marcas que indicam o comportamento do fogo. A chave para esta análise é se o miliante causou vários incêndios ou não. Esta análise pode

ajudar o pesquisador a localizar e identificar os possíveis suspeitos. A provocação de vários focos, às vezes chamados de incêndios em série refere-se a dois ou mais focos de ignição que podem ser atribuídos a um indivíduo ou grupo que agiram em conjunto. Através da análise, podemos identificar três tendências principais: a zona geográfica, a frequência temporal e os materiais e métodos.

**19.4.1.1 Área Geográfica.** Se o indivíduo causou vários incêndios de forma simultânea, geralmente irão ocorrer dentro da mesma área geográfica (por exemplo, no mesmo bairro). Localize o incêndio por reconhecimento de padrões de sistemas computacionais, como o Sistema de Gestão de Informação Arson (AIMS) ou através de um mapa da área, ele pode ajudar o pesquisador a estabelecer o que houve nessas áreas

**19.4.1.2 Frequência.** Incêndios provocados pelo mesmo indivíduo, muitas vezes ocorrem no mesmo período do dia ou no mesmo dia da semana, por vários motivos: o nível de atividade na área, de avaliação de chances de sucesso incendiárias ou a forma como eles agem. Por exemplo, o incendiário pode visitar o lugar por um determinado período de tempo para obter informações (por exemplo, quando vai para o trabalho ou quando está voltando de um bar, etc.).

**19.4.1.3 Materiais e métodos.** O material e o método utilizado para iniciar um incêndio podem variar, dependendo de quem é o incendiário. No entanto, se esta pessoa provoca vários incêndios, os materiais e os métodos tendem a ser semelhantes, assim como o local.

**19.4.2 Provas de outros crimes ou ocultação de um delito.** Um incêndio pode ser uma tentativa de esconder outros crimes, como um roubo ou homicídio. Em outros casos, é realizado um roubo para esconder um incêndio criminoso. A questão do que se sucedeu em primeiro lugar, se um incêndio ou outro delito, tem mais a ver com o motivo do incêndio e menos relacionado a sua causa.

Embora as possíveis razões não sejam decisivas para a investigação da causa de um incêndio (por exemplo, se o motivo era roubar o edifício e esconder o roubo ou o incêndio foi provocado e armado para se passar por um roubo), que pode levar o pesquisador a adotar uma abordagem diferente para a pesquisa (e a busca de evidências) e os potenciais suspeitos.

**19.4.3 Sinais de dificuldades econômicas.** A investigação pode revelar indícios de dificuldades econômicas. Esta evidência pode incluir: relações, noivados, impostos não pagos, atraso de hipotecas, imóveis à venda situação de negócio ruim ou uma nova concorrência (dificuldade de venda, bens invendáveis, etc).

As dificuldades econômicas também podem ser reveladas por fatores associados com o uso ou o tipo de ocupação do edifício. Em edifícios de escritórios, tais provas podem ser períodos de recessão econômica, especialmente se é um setor particular; mudanças dentro da indústria, tais como o produto ou equipamento; obsolescência dos equipamentos e uma nova concorrência no setor. Outros sinais podem ser a necessidade de mover ou uma nova competição na mesma área ou região geográfica.

Exemplos de dificuldades financeiras em casas residenciais podem estar relacionadas a cobrança de aluguel por parte dos proprietários para com os inquilinos ou o fato do imóvel estar vazio; a necessidade de um caseiro; desemprego maciço em uma região devido a problemas na plantação ou fechamento de empresas etc.

**19.4.4 Histórico de não cumprimento de códigos.** Outro indicio de dificuldade financeira, ou, em qualquer caso, intimamente relacionada a ele, é a existência de um histórico de não cumprimento dos códigos de construção, segurança contra incêndios, habitação ou manutenção no prédio. Isso pode indicar tanto uma incapacidade econômica para manter o edifício ou a intenção de deixá-lo deteriorar-se (desinvestimento).

Quando a deterioração de um edifício é intencional, durante a investigação deve tentar descobrir outros sinais de dificuldades financeiras, como um prémio assegurado acima do seu valor real, no caso de apólice de seguro, ou a incapacidade de vender o prédio.

**19.4.5 Proprietário com outros imóveis incendiados.** Se o proprietário de um edifício é também o dono de outras edificações onde os incêndios foram intencionais, especialmente depois de terem recolhido o valor do seguro, há uma possibilidade de causar outro incêndio.

**19.4.6 Valor segurado em excesso.** Outra indicação claramente relacionada com dificuldades econômicas é realizar o seguro de um edifício com o valor acima do mercado, ou ter o mesmo edifício assegurado por distintas empresas.

**19.4.7 Coincidências no incêndio.** Os incêndios produzidos em períodos ou circunstâncias meteorológicas extremas como inundações, grandes nevascas, furacões ou terremotos podem atrasar o tempo resposta dos bombeiros e dificultar o combate ao incêndio.

Outros fatores naturais que se deve levar em conta são as tempestades de raios, estação de furacões, períodos de seca ou de altas temperaturas.

**19.4.7.1 Incêndios durante distúrbios urbanos.** Esta é uma oportunidade típica para iniciar um incêndio. Este indicio é geralmente acompanhado de outros, como os de dificuldades econômicas. Além disso, incêndios durante tumultos em geral não possuem dispositivos de ignição sofisticados quando são utilizados, embora às vezes coquetéis molotov ou aceleradores líquidos são usados. Porém com mais frequência são utilizados os materiais que estão disponíveis no sinistro.

Um padrão semelhante pode ocorrer quando são produzidos em uma mesma zona geográfica incêndios repetidos ou uma série de incêndios provocados (ver secção 19.4.1.1). Os proprietários ou ocupantes podem causar um incêndio e tentar atribuir a causa a outro indivíduo. Nesses casos, o pesquisador pode encontrar diferenças no método (hora do dia, dia da semana, ponto do foco) e nos materiais utilizados (diferentes combustíveis) ou fontes de ignição, que não correspondem a hipótese do responsável pelo incêndio (ver secção 19.4.1).

**19.4.7.3 Indisponibilidade dos bombeiros.** Pode-se provocar incêndios em um momento onde os bombeiros não estão com meios necessários para combater. Por exemplo, se forem chamados por uma chamada falsa e o deslocamento do trem de socorro já foi feito para uma zona distante ou quando ocorre o brado de um incêndio sendo que todo o efetivo já está sendo empregado em um outro sinistro, quando a guarnição está empenhada em ordens de missão ou em atividades cívico militares.

**19.4.8 Razões que levam o comportamento incendiário.** Os indicadores do motivo não deveriam ser incluídos ou substituídos como elementos analíticos do local do incêndio, a fim de determinar ou para classificar a causa do incêndio. O uso

adequado dos indicadores do motivo no processo da investigação de incêndio é identificar possíveis suspeitos só depois de ter determinado a causa e origem do fogo, e caso o fogo já tenha sido classificado como criminoso.

O padrão é definido como um impulso interior ou ordem que é a causa, razão ou incentivo que induz ou dirige um comportamento específico. Identificar a fonte de um criminoso é um elemento chave na análise do evento. Esta análise é um método para identificar e analisar os traços de personalidade e características apresentadas por um criminoso desconhecido. Eventualmente, isto leva à classificação do assunto. Uma vez identificado, o pesquisador pode iniciar a avaliação de possíveis suspeitos de iniciar o incêndio.

Os comportamentos relacionados com as classificações de motivos podem não ser exclusivos de uma classificação, mas podem ser que sobreponha categorias que sejam similares por diferentes motivos. Em tais casos, a informação adicional é importante para esclarecer o comportamento.

Além desta identificação devem ser realizadas outras análises para ajudar a determinar se existe um incendiário em série. Através da análise de incêndio confirmada pode-se detectar padrões ou tendências em comportamentos repetitivos de incendiários. As três tendências principais que podem ser identificadas são: a zona geográfica, a frequência temporal e os materiais e métodos (ver 19.4.1.)

**19.4.8.1 Motivo versus Intenções.** Há uma diferença importante entre motivo e intenção. Intenção refere-se ao propósito deliberado nas ações de uma pessoa, ou em alguns casos omissões. Também se refere ao estado da mente tal que uma pessoa no momento em que ele age ou deixa de agir. A intenção é normalmente necessária para mostrar a prova do crime. Demonstrar intenção normalmente significa que eles têm tomado algumas medidas para chegar a perpetrar a ação. O motivo é a razão pela qual uma pessoa ou grupo pode ter para fazer alguma coisa. Refere-se a causa que leva uma pessoa a agir ou não, e os estímulos que causam de ação ou inação. A razão não é necessariamente um elemento necessário de um crime.

Por exemplo, uma pessoa com evidências de "dificuldades financeiras" poderia ter um incêndio em sua propriedade segurada, que começa a queimar quando você deixa cair um cigarro enquanto adormece. Embora essa pessoa possa

ter um motivo para fazer um incêndio, ela não pretendia. Assim, não existem elementos de intenção.

O comportamento pode ser identificado como possível, e, assim, indicar um possível suspeito, é aplicável aos incêndios que ocorreram uma só vez ou várias, como os incendiários repetitivos ou em série. Existem três classificações do comportamento de um incendiário repetitivo: incendiário em série, incendiário pontual, e incendiário em larga escala. A terminologia utilizada na classificação de um incendiário repetitivo é semelhante ao utilizado para assassinos. O incendiário em série refere-se a um criminoso que tem três ou mais incêndios com um intervalo de tempo entre os incêndios. O incendiário pontual diz respeito a um criminoso que faz três ou mais fogos separados sem um período de calma emocional entre os incêndios. O incêndio de grande escala se refere a um criminoso que faz três ou grandes focos no mesmo local durante um período limitado de tempo.

A classificação numérica, que aparece entre parênteses após as classificações e subclassificações, corresponde às classificações CC'M.

O National Center for the Analysis of Violent Crime (NCAVC) identificou 6 classificações de motivos como os mais efetivos na identificação das características dos delinquentes para o comportamento incendiário, como se segue:

- (1) Vandalismo.
- (2) Excitação.
- (3) Vingança.
- (4) Ocultar um crime.
- (5) Benefício.
- (6) Extremismo.

**19.4.8.2.1 Vandalismo.** Os incêndios causados por vandalismo são definidos como incêndios maliciosos ou malévolos que levam a danos materiais, os alvos mais comuns são instalações educacionais e prédios abandonados, mas também inclui os incêndios em lixões e pastagens. A categoria de incendiários vandálistas incluem:

(a) Dano intencional e malicioso. Eles são incêndios causados sem motivo aparente ou por um motivo aleatório. São frequentemente atribuídos a jovens ou adolescentes.

(b) Pressão do grupo. A pressão ou reconhecimento por parte de grupos associados a atos de vandalismo pode ser uma razão para promover um incêndio, especialmente entre jovens.

**19.4.8.2.2 Excitação.** Incendiários motivados pela excitação podem desfrutar da agitação fornecida pelo incêndio ou atividades de supressão pós-fogo, ou ter necessidade psicológica de atenção. O criminoso cujo motivo é a excitação é geralmente um incendiário em série. Geralmente permanecerá no local do incêndio e muitas vezes disponível para responder ou ver o incêndio e as atividades ao redor. Sua faixa alvo varia de pequenos incêndios no lixo e pastos, a edifícios habitados.

Estes incendiários incluem as seguintes subcategorias:

(a) Busca aterrorizar. Provocar um incêndio proporciona ao delinquente uma sensação de excitação e poder. Geralmente é um incendiário repetitivo, causando incêndios compulsivamente para satisfazer alguma necessidade psicológica ou desejo.

(b) Busca atenção. Estes incendiários necessitam sentir-se importantes, e provocam incêndios para satisfazer sua necessidade psicológica..

(c) Reconhecimento. Este incendiário é frequentemente descrito como um heróico ou incendiário. Eles tendem a permanecer a cena do incêndio para advertir os outros, relatando o fogo, ou ajudando no combate ao foco. Desfrutam ou podem buscar reconhecimento ou elogios que recebem por seus esforços. É típico que entre estes incendiários estejam os seguranças privados ou os bombeiros. Ocasionalmente estes incendiários podem inclusive aceitar a responsabilidade por ter causado o incêndio.

(d) Pretensão ou recompensa sexual. Definir incêndios como um meio de libertação sexual. É raro encontrar um incendiário nesta categoria.

Os três últimos tipos de incendiários raramente tentam prejudicar as pessoas, mas às vezes podem ignorar a segurança física dos ocupantes ou inocentes. No

entanto, os criminosos que buscam aterrorizar, cuja compulsão exige uma sensação inerente de satisfação, que muitas vezes criarão um grande incêndio, ou uma série de incêndios. Estes incêndios normalmente afetarão os edifícios, mas se há vegetação afetada, também são extensos.

**19.4.8.2.3 Vingança.** Incendiários motivados por vingança querem retaliar alguma injustiça real ou percebida. Um aspecto importante é que o agressor percebe uma sensação de injustiça. Percebido o evento ou circunstância podem ter ocorrido meses ou anos antes de sua atividade incendiária. O fogo pode ser bem planejado e feito apenas uma vez, ou várias vezes com pouco ou nenhum planejamento. Criminosos em série são capazes de dirigir sua vingança contra as pessoas, instituições ou contra a sociedade em geral.

As subcategorias de incendiários por vingança são as seguintes:

(a) Discussões pessoais. O ponto de partida para este motivo pode ser uma briga, discussão, afronta pessoal ou qualquer motivo percebido pelo delinquente para justificar a retaliação. Alvos favoritos incluem veículo da vítima, sua casa ou pertences pessoais. A localização específica e os materiais envolvidos no incêndio podem ser um fator importante na identificação do agressor. O infrator acredita inflamar roupas ou outros pertences pessoais da vítima é uma maior afronta do que simplesmente causar um incêndio em uma área comum. O local do incêndio pode também sofrer vandalismo. Estes incêndios podem ocorrer uma vez ou repetidamente em série.

(b) Revolta contra a sociedade. Este infrator está sujeito a um sentimento de inadequação, solidão, perseguição ou abuso. O agressor geralmente não fica satisfeito com a realização de um só incêndio. Portanto, é provável que esse delinquente provoque mais incêndios do que aqueles causados por vingança.

(c) Vingança contra as instituições. Esta classificação de criminosos se concentra em instituições religiosas, médicas, governamentais e educacionais ou empresariais. O incendiário pode ser um funcionário descontente, um ex-funcionário, um cliente, ou um paciente.

(d) Ataque contra grupos. Os alvos podem ser grupos religiosos, raciais, fraternos ou outros, incluindo bandas. Os símbolos ou marcas são outro vandalismo que pode acompanhar o fogo.

**19.4.8.2.4 Escondendo um crime.** Esta categoria inclui incêndios provocados por atividades criminosas secundárias ou colaterais, comprometidas com o objetivo principal de esconder a um ato criminoso. Em muitos casos, no entanto, o fogo pode ser realmente parte do crime pretendido como vingança. Muitas pessoas acreditam erroneamente que o fogo vai destruir qualquer evidência física na cena do crime. As categorias para este tipo de incendiário incluem:

- (a) Ocultação de um assassinato. Este cenário aparece onde um incêndio foi provocado para ocultar um assassinato, destruir provas que podem ajudar a identificar o delinquente, ou para ocultar a identidade da vítima.
- (b) Ocultação de um roubo. O incêndio foi provocado para ocultar o crime de roubo ou para destruir provas forenses que podem identificar o delinquente.
- (c) Destrução de registros ou documentos. O objetivo do incêndio são registros ou documentos. Eles podem ainda envolver processos em suas pastas de origem ou arquivos dentro de um armário. Ela pode iniciar de combustíveis localizados em uma posição perto dos arquivos, como uma lata de lixo que foi deslocada para próximo do local a ser afetado. Possíveis suspeitos de realizar estes eventos incluem aqueles com um interesse nos documentos ou registros.

**19.4.8.2.5 Benefício.** Os incêndios provocados para obter benefícios incluem os feitos para ganhar uma soma monetária ou material, tanto direta como indiretamente. Os ganhos diretos podem vir da fraude de seguros, da eliminação de concorrentes, extorsão, retirada de edifícios não desejados para aumentar o valor de sua propriedade ou para se esquivar de obrigações financeiras.

A ampla categoria desta fraude é frequentemente identificada com o motivo causador do incêndio criminoso. No entanto, a fraude é classificada como uma subcategoria na categoria de benefício. Incêndios motivados pela fraude podem afetar as propriedades comerciais ou residenciais. Incêndios por fraude comercial podem ser feitos ou preparados por um proprietário para destruir equipamentos antigos ou desatualizados, para destruir os registros e evitar impostos ou auditorias, ou para obter uma indenização.

Um competidor pode provocar um incêndio para ganhar vantagem no mercado. Os envolvidos no crime organizado podem fazer a fim de realizar extorsão, proteção ou intimidação. A fraude residencial inclui um proprietário que tenta fraudar a companhia de seguros, ou um inquilino que deixa um locatário ou uma agência de caridade. Os aumentos de impostos, deterioração física (e reparos legalmente exigidos, conforme especificado pelas agências ou normas governamentais), desocupação ou incapacidade de alugar são razões para que um proprietário decida queimar um edifício.

Existem várias subcategorias que posteriormente identificam a fraude como uma razão. Estas incluem a fraude para resgatar o seguro, para liquidar a propriedade, fraude para dissolver uma empresa e fraude para ocultar uma perda. As outras categorias incluem desemprego, inadimplência de pagamentos e competição.

**19.4.8.2.6 Extremistas.** Os incêndios por motivos extremistas são feitos por razões que vão desde o social, da política ou da religiosidade. Incêndios têm sido usados como arma de protesto social desde que começaram as primeiras revoluções. Incendiários extremistas podem trabalhar em grupos ou sozinhos. Além disso, desde os aspectos de planejamento e seleção de alvos, os extremistas possuem geralmente um alto grau de organização, o que se reflete no uso de dispositivos incendiários ou ignição mais elaborados. As subcategorias são as seguintes:

(a) Terrorismo. Seus objetivos parecem aleatórios; no entanto, os locais são normalmente selecionados por terem algum grau de importância política ou econômica. Os objetivos políticos incluem escritórios regulares do governo, jornais, universidades, sede de partidos políticos e instalações militares ou policiais. Terroristas políticos também podem atacar várias propriedades como instalações de pesquisa animal ou clínicas de abortos. Os objetivos econômicos podem incluir escritórios comerciais, instalações de distribuição elétrica ou fornecedores (geração de plantas nucleares), bancos, empresas que podem ter um impacto negativo sobre o meio ambiente. Incêndios ou explosões se tornaram um meio de criar confusão, medo ou anarquia. Os terroristas podem incluir incêndios como uma possibilidade de arma, assim como os explosivos, como forma de atingirem seus objetivos.

(b) Distúrbios civis. Os incêndios provocados durante distúrbios podem vir acompanhados de vandalismo e saques. É útil destacar que todos os incêndios iniciados nestes períodos de conturbação social podem não ser resultados de incendiários extremistas, mas podem ser provocados por outros, como os proprietários, esperando que o fogo seja atribuído aos incendiários extremistas e a circunstância relacionada com o distúrbio civil.

## CAPITULO 20 MORTES E LESÕES CAUSADAS POR INCÊNDIOS E EXPLOSÕES

**20.1 Geral.** As Explosões e incêndios causam um alto grau de ferimentos e mortes, de modo que o pesquisador deve estar preparado para fazer um esforço especial se isto ocorrer. Dado que a morte resultante de um incêndio ou explosão pode ocorrer horas, dias ou até semanas depois do fato, qualquer incêndio ou explosão que tenha produzido graves lesões deve ser investigado com o mesmo rigor como se o óbito tivesse ocorrido no local do sinistro. Embora haja uma considerável sobreposição entre mortes por incêndio e lesões causadas pelas chamas, elas devem ser consideradas separadamente.

**20.2 Considerações do cenário quando houver óbito.** Deve-se realizar uma série de considerações antes que se inicie a investigação de um incêndio ou explosão que teve como resultado a morte de um indivíduo, pois isso pode ter um efeito significativo na duração e resultado da investigação. Sempre que se produza uma morte em decorrência de um incêndio, ou uma morte em consequência das feridas causadas pelas chamas ou pela explosão, deve-se realizar uma autopsia.

**20.2.1 Extinção do incêndio.** O pessoal de combate a incêndio deve estar ciente de que o uso de mangueiras de água pode alterar alguma evidência frágil como a roupa ou um corpo completamente carbonizado. Assim que um corpo é descoberto, e conclui-se que a vítima está morta, deve-se fazer todos os esforços para minimizar as operações de combate perto da vítima, incluindo caminhadas, uso de mangueiras ou equipamentos.

Claro que, se existe alguma possibilidade de reanimação, a prioridade torna-se a sobrevivência da vítima. Você pode pensar que é uma vantagem remover o corpo assim que é descoberto de maneira a não atrapalhar o desenrolar das

operações, mas é vital para toda a investigação da morte da vítima que se deixe o corpo onde esta para que possa ser feito a documentação e todos os exames adequadamente. Só em situações de grave ameaça (como por exemplo, perigo eminente de colapso do edifício ou incêndio incontrolável) seria necessária a retirada prematura do corpo.

**20.2.2 Documentação.** Logo que as condições permitam, deve-se tirar fotos do corpo ou partes do mesmo e ao redor. Se você tem que mover o corpo devido a uma situação de emergência, algumas fotografias podem fazer toda a diferença entre uma investigação correta ou um fracasso. As fotografias devem ser coloridas, formato de filme 35mm ou alta exposição com uma câmera de boa qualidade e um flash eletrônico adequado . As gravações de vídeo ou as fotos tiradas no local podem não fornecer detalhes adequados, mas podem ser usadas como um complemento. O mais adequado é as fotografias serem impressas, mas o negativo facilita o apoio ou visualização no tribunal. Desde as marcas do fogo ou explosão e seus efeitos na roupa e no corpo, podem ser evidências importantes, deve-se tirar fotos de todas as superfícies expostas do corpo antes que se altere a cena, e depois novamente em camadas de pesquisa e de investigação. Deve-se fotografar o corpo enquanto ele está mudando de posição, para monitorar as alterações que causam (pode ser benéfico a filmagem). Depois de retirar o corpo, você deve fotografar o local onde ele foi encontrado, assim como o corpo antes e depois da remoção de suas roupas. Quaisquer queimaduras ou ferimentos devem ser fotografados em primeiro plano com um nível adequado no campo de visão. Os diagramas e esboços devem complementar as fotos ( os diagramas podem mostrar detalhes ocultos) . Eles podem gravar as dimensões dos elementos da cena e a distância entre o corpo (e membros) e móveis, paredes, portas, janelas e outros (veja a Figura 20.2.2 ). Registre em um diagrama o contorno corporal, e desenhe no chão com giz, fita ou corda para que no futuro seja possível realizar etapas de um exame no lugar do ocorrido.

Veja o capítulo 13 para informações adicionais sobre a documentação.

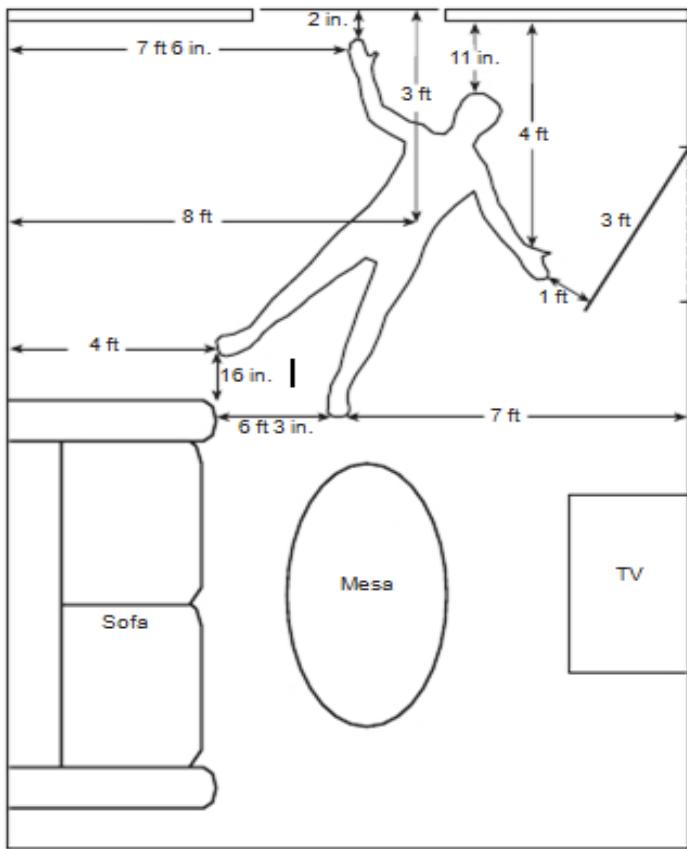
**20.2.3 Notificação.** Em investigações de mortes, há exigências legais e os procedimentos para notificar as autoridades necessárias, incluindo a polícia, o investigador e laboratório forense, que variam de uma jurisdição para outra. Essas

exigências afetam ambas as agências civis e criminais, de modo que o investigador deve compreender estes passos antes de iniciar sua investigação.

**20.2.4 Recuperação de corpos e provas.** A investigação adequada de uma morte é um esforço de equipe, que pode envolver o investigador, detetive de homicídios e patologista forense. Todas as partes devem estar preparadas para trabalhar lado a lado na cena e garantir que todas as provas críticas sejam coletadas, mesmo que seja determinado que a morte foi acidental. Se houver indicações de que é um ato criminoso, ou o corpo está muito queimado, o investigador deve considerar uma ajuda especial: criminalistas (cientistas forenses) com experiência neste tipo de crime, odontólogos ou antropólogos forenses.

Em qualquer investigação de morte, a busca de provas tende a concentrar-se sobre o corpo tendo em conta a premissa de que as provas críticas geralmente se recuperam na faixa de alcance dos braços do cadáver. O corpo é uma referência adequada, mas lembre-se que as provas podem estar em qualquer lugar da cena do sinistro, então você deve fazer uma busca completa em torno da área ou sala. Para ajudar nessa busca, a área deve ser dividida em setores com fio, fita, corda, ou giz, conforme mostrado na Figura 20.2.4. Você pode desenvolver um sistema de quadrantes para orientar a investigação. A geometria do local pode determinar o sistema de quadrantes.

**Figura 20.2.2 Diagrama mostrando a localização do corpo em relação ao ambiente e móveis.**



Para unidades do sistema internacional, 1 polegada 2.54 cm; 1 pé 0.3 m.

Você pode desenvolver um sistema de quadrantes para orientar a investigação. A geometria do local pode determinar o sistema de quadrantes. Outros métodos incluem buscas no formato espiral ou circular. Seja qual for o método utilizado, as áreas definidas como de busca deverão se sobrepor para que se assegure uma cobertura completa.

A sequência de eventos de morte, incêndio, explosão e colapso podem ser descobertas com a sequência de camada de resíduos (telhado, móveis, corpo, revestimento do piso, etc.) e descobrindo onde ocorreu o dano causado pelo fogo. Um corpo não queimado que é encontrado em um sofá não queimado, embaixo de um teto que desabou, é muito diferente de um corpo queimado encontrado em um sofá queimado embaixo de um teto que desabou sobre ele. A busca ao longo de cada setor é feita através das camadas de detritos como são encontrados. Os restos de cada setor serão retirados para um lugar onde se possa realizar uma busca mais detalhada por outros investigadores, utilizando peneiras ou outras formas de separar o material. Essas telas são normalmente feitas de malha de arame em grades (tecido portador) de  $1/2$  e  $1/4$  de polegadas com as molduras de madeira ou de

metal. Quando o corpo é removido (muitas vezes depois de ter realizado a pesquisa detalhada na área e setores ao redor) devem ser transportados todos os materiais e pertences ligados ao corpo em um local de modo a preservar os vestígios de provas, armas, projéteis e semelhantes. Então, ele deve procurar cuidadosamente na área sob o corpo pois provas podem ter sido depositadas embaixo do corpo ou caído no momento do deslocamento.

**Figura 20.2.4 Exemplo de uma habitação que foi dividida em setores.**



**20.3 Exames toxicológicos e patológicos em cadáveres.** Há vários exames que podem ser realizados na vítima e que podem revelar informações preciosas para o investigador.

**20.3.1 Raios-X.** Os exames de raios-X realizados em todo o corpo e os restos associados a vítima podem ser extremamente benéficos para a investigação. Eles podem ser complementados com raios-X da arcada dentária ou de outras partes anatômicas importantes. Embora a fluoroscopia seja mais conveniente, não captura com a mesma riqueza de detalhes que os raios-X e não fornece uma imagem permanente.

**20.3.2 Níveis de monóxido de carbono .** Os níveis de monóxido de carbono nos testes de sangue e tecidos são as provas post-mortem mais comuns , pois eles

podem revelar muito sobre a causa da morte . O monóxido de carbono provoca uma coloração rosa na pele que pode não ser visível em indivíduos de pele escura ou que estão completamente cobertos de fuligem. Esta coloração pode ser visível na pele, lábios e mamilos e assim como no sangue, nos órgãos internos e nas áreas de lividez post-mortem. A coloração nos órgãos internos será mantida se o órgão for conservado em formalina. As aturação de monóxido de carbono no sangue (porcentagem de carboxihemoglobina, porcentagem COHb) e no tecido pode ser medida com um produto químico de teste , ou um método de cromatografia em fase gasosa . Se possível, a saturação de monóxido de carbono deve ser medida em cada vítima de incêndio.

**20.3.3 Presença de outros produtos tóxicos.** A presença de substâncias tóxicas, tais como o cianato de hidrogênio ou cloreto de hidrogênio (o produto de combustão) e outro veneno orgânico ou inorgânico é determinada pela análise química ou instrumental do sangue, cérebro, ou tecidos corporais. Os níveis de álcool, drogas ilícitas ou medicamentos são determinados por espectrometria de massa ou cromatografia gasosa, cromatografia líquida ou técnicas de ensaio imunológico. A maioria destes ensaios são realizados no sangue, mas em corpos que sofreram muitos danos pela chamas, pode não haver sangue suficiente, desta forma se pode utilizar outros fluidos do corpo ou amostras de tecido. As amostras de sangue devem ser extraídas a partir de um vaso sanguíneo para que a analise seja confiável.

**20.3.4 Exposição à fumaça e fuligem.** A presença de fumaça ou fuligem nos pulmões, brônquios e traquéia (incluindo o esôfago) é um dos fatores mais importantes para confirmar que a vítima estava viva e respirando a fumaça durante o incêndio. Esta descoberta exige que se corte transversalmente e em toda a sua extensão a traqueia. Fuligem na boca ou no nariz pode ser devido à deposição de fuligem nestas aberturas, não sendo necessariamente da respiração. Conhecer a posição do corpo quando este é encontrado, pode ser critico para uma correta interpretação. A fuligem também pode ser ingerida e ser encontrada no esôfago e no estômago.

**20.3.5 Queimaduras.** As queimaduras podem ser induzidas pela exposição as chamas, superfícies aquecidas, o calor irradiado ou gases quentes antes da

morte; ou pela radiação, convecção e condução do calor após a morte no local do incêndio.

As queimaduras causadas antes da morte produzem alguns sinais evidentes, incluindo vermelhidão e bolhas, isto supõe mudanças químicas e celulares que podem ser detectadas após a morte. As queimaduras produzidas pouco antes da morte podem não ter tempo suficiente para mostrar uma resposta vital. As bolhas podem aparecer mesmo após a morte.

Os principais efeitos iniciais post-mortem são as perdas de peso por desidratação do tecido muscular, fazendo com que ocorra a flexão do corpo, isso ocorre porque os músculos flexores do corpo são geralmente mais robustos que os extensores. Esta flexão produz a posição chamada Boxer. A posição agachada com braços, pernas e dedos flexionados não é resultado de uma atividade física anterior ao incêndio, mas sim um resultado direto do fogo.

Estas contrações musculares podem dar lugar a fraturas ósseas, embora estas últimas também podem ser oriundas da exposição direta de calor ou chamas.

O sangue pode vazar do ouvido, nariz e boca devido a ação do calor. Encontrar sangue fora do corpo pode indicar um trauma físico anterior a morte. O sangue pode infiltrar no espaço epidural entre o crânio e a dura, em geral, no espaço entre a subdural e o cérebro. Este hematoma subdural só se produz por feridas.

**20.3.6 Destrução do corpo pelo fogo.** O investigador deve lembrar que o corpo faz parte da carga de combustível de um quarto em chamas. Está é a razão que se deve levar em conta marcas no corpo e qualquer destruição do mesmo dentro do contexto de toda a cena. Junto com a roupa, há três componentes principais combustíveis no corpo, a pele e o tecido muscular não são bons combustíveis, mas serão queimados se receberem calor suficiente para desidratar e logo se expõem ao contato direto com a chama para sua destruição.

Se calor suficiente for fornecido ele irá carbonizar o corpo. A gordura é o melhor combustível do corpo. A gordura animal tem um calor de combustão (DHC) de cerca de 30 MJ/kg. Pode desidratar com uma pequena chama e logo fundir-se e derreter para servir de combustível as chamas. Os ossos embora não sejam bons combustíveis se somam aos materiais combustíveis. O osso vivo irá se encolher e rachar quando é aquecido, enquanto a sua superfície é degradada para um estado

escamoso ou vira pó, mas não é facilmente convertido em óxido de cálcio. O crânio pode se fraturar (geralmente por linhas de sutura) ou desintegrar-se quando aquecido. A pressão interna provocada pela expansão de água no tecido cerebral pode causar a explosão do crânio.

Os corpos humanos não queimam espontaneamente. Se as condições do incêndio são apropriadas, a gordura corporal pode derreter e manter uma pequena mas persistente chama. Se a gordura corporal é absorvida pela roupa, tapetes ou lençóis isso irá manter uma chama que pode perdurar durante um bom tempo. Em seguida as chamas promovem a desidratação e o combustível dos tecidos musculares e órgãos internos e reduzem os ossos a um estado escamoso em um período de várias horas. O incêndio assim mantido é tão pequeno que outros combustíveis próximos ao local não irão inflamar-se. O resultado final é um corpo mais gravemente queimado relativamente na zona em que há a maior parte da gordura corporal (tronco), deixando a parte inferior das pernas, braços e, frequentemente a cabeça relativamente intactos.

**20.4 Aspectos fundamentais da investigação caso ocorra um óbito.** Há uma série de elementos fundamentais que podem ser encontrados na pesquisa relacionada com fogos e explosivos, enumeradas desde 20.4 até 20.4.6.

**20.4.1 Identificação de restos mortais.** Em um corpo muito danificado, pode não ser tão simples como parece à primeira vista determinar se os restos mortais são humanos ou de animais. Animais que têm a mesma massa de um adulto, tais como porcos, veados ou mesmo cães de grande porte podem ser confundidos com restos humanos e vice-versa. Os restos carbonizados de crianças ou bebês são ainda mais difíceis de identificar, pois sua menor massa e reduzida calcificação permitem uma maior destruição. Embora seja difícil destruir os restos de um adulto em um edifício ou mesmo em um veículo pegando fogo, os corpos das crianças são destruídos quase que completamente o que se torna um desafio para a identificação. Esta identificação crítica pode exigir a intervenção de médicos e físicos forenses, que estão familiarizados com as características anatômicas de todas as espécies.

**20.4.2 Identificação das vítimas.** Esta identificação pode ser realizada utilizando vários métodos, dependendo da extensão do dano no corpo pelo fogo.

Identificação por observação visual é a menos confiável já que a exposição ao mesmo fogo moderado induz dormência do tecido e estiramento da pele devido a contração. As mudanças de cor no rosto e cabelo podem dificultar a identificação de uma pessoa e muitas vezes dificultar a estimativa de sua idade e raça. A observação visual deve ser usada somente como um ponto de partida, como roupas e objetos pessoais. É extremamente fácil substituir as roupas, carteiras, anéis, relógios e outros objetos de uso pessoal (incluindo próteses dentárias) com os de outra pessoa presente no incêndio. As impressões digitais podem ser utilizadas com quase a certeza se forem disponibilizados os registros da pessoa que se supõe ser a vítima. Mesmo se apenas uma pequena porção de pele não queimada for disponibilizada, o investigador pode tirar preciosas informações que serão suficientes para a comparação.

Os raios-X são um dos métodos mais seguros para identificar os corpos mais gravemente queimados. A massa da cabeça tende a proteger os dentes da maioria dos danos causados pelo fogo, e se pode conseguir uma análise dos dentes através dos raios-X. As mandíbulas devem ser ressecadas, e os raios-X devem ser realizados por um dentista qualificado para reproduzir as posições e ângulos de radiografias disponíveis antes da morte. A forma e a localização dos recheios, pontes e implantes para identificação são então utilizadas. Os raios-X podem relatar fraturas anteriores, ferimentos ou intervenções cirúrgicas de terapia que auxiliam na identificação; implantes assim como próteses e até mesmo marca-passos também são úteis na identificação.

A sequencia sorológica ou de DNA pode ser realizada se houver membros da família que forneçam amostras de referência. Você pode usar estas técnicas, mesmo em restos fragmentados que foram carbonizados, e são quase tão confiáveis como impressões digitais para a identificação pessoal.

**20.4.3 Causa da morte.** A causa da morte pode ser definida como o evento, lesão ou doença que causam alterações em sequencia que culminam com a morte: inalação de fumaça, queima (incineração), armas de fogo, traumas (explosão, colapso do edifício), mas também pode ser um ataque de coração ou uma enfermidade ( doença aguda ou crônica).

**20.4.4 Maneira que o óbito ocorreu.** O modo que a morte descreve no curso geral dos fatos e a maneira que eles ocorreram e levaram a causa da morte (accidental, homicídio, suicídio, natural ou indeterminado).

**20.4.5 Atividade da vítima.** Exames deveriam ser realizados para determinar a atividade da vítima antes, durante e depois do inicio do incêndio ou explosão, e o momento da morte, incluindo se a pessoa estava viva e consciente. Para realizar esta determinação, os seguintes fatores podem ajudar o investigador:

- (1) Localização do corpo (deitado na cama, perto da saída).
- (2) Posição do corpo (sentado em uma cadeira, escondido).
- (3) Trajes no corpo (pijama, roupa de trabalho).
- (4) Marcas de queimaduras na roupa.
- (5) Marcas de queimaduras no corpo.
- (6) Objetos encontrados com o corpo (por exemplo: chaves, objetos pessoais, celular, extintor de incêndio).
- (7) Danos da explosão no corpo (por exemplo: pressão, impactos e estilhaços).

Deve-se considerar os danos e as marcas na roupa e no corpo levando em conta o contexto do incêndio no geral. Se deve examinar as aparentes inconsistências. As marcas de queimaduras na roupa (por exemplo, queimaduras de cigarro) podem revelar uma história de envolvimento em incêndios anteriores. As marcas de queimaduras na roupa ou no corpo podem indicar que a vítima tentou combater o fogo, mas também pode ser uma prova que o incêndio foi intencional. Deve-se investigar a relação entre a morte e fogo, porque nem todas as mortes relacionadas com incêndios são causadas diretamente pelo calor, chama ou fumaça. Como por exemplo uma pessoa que ao fumar um cigarro no seu sofá e morre por um ataque de coração; uma pessoa que pula de uma janela para escapar do fogo; traumas fatais por colapso; e assassinato antes de um incêndio.

**20.4.6 Mudanças após a morte:** Após a morte, o sangue para de circular e gradativamente começa a se acumular nas veias e capilares das partes inferiores do corpo durante várias horas. Esta estagnação produz uma coloração vermelha ou púrpura nos tecidos, chamado “mortis livor” (lividez cadavérica) ou palidez. Nas primeiras horas após a morte, se o corpo se move e sua posição é alterada, a palidez desaparece e se desenvolverá numa nova zona mais inferior. Depois de 6 a 9 horas, a palidez é fixa e não é removida se o corpo se move. Estas áreas de lividez podem ser vermelhas se a vítima morreu com um nível significativo de COHb, a cor vermelha brilhante, com alta saturação de COHb. A presença, ausência, e marca as áreas de lividez pode ajudar a determinar a posição do corpo após a morte e revelar se ele foi movido ou mudado de posição após a morte.

Depois de algumas horas após a morte, ocorre rigor mortis. Trata –se de mudanças químicas no tecido muscular e rigidez articular. Desenvolvido pela primeira vez nas mãos e nos pés, afetando progressivamente a membros, tronco e cabeça. Sua temperatura de início depende do corpo (e seu ambiente) e atividade física da vítima pouco antes de morrer. Após 12-24 horas, rigor passa, deixando os músculos e articulações flexíveis. A perda de rigidez é a partir das extremidades para o tronco e a cabeça ao longo de um período de várias horas. A atividade muscular extrema pouco antes da morte e altas temperaturas ambientais podem acelerar o aparecimento e muitas vezes da perda de rigidez. Patologistas forenses experientes podem usar a perda progressiva de início rigidez para auxiliar no estabelecimento de um tempo aproximado de morte. A rigidez (e contração) dos músculos, causada pela exposição ao fogo não é o mesmo que o rigor mortis, e não desaparecem com a passagem do tempo.

**20.5 Mecanismos de morte.** Os produtos de combustão resultantes de um incêndio são muitas e variam seus efeitos sobre a saúde de cada indivíduo; no entanto, não tem quaisquer efeitos toxicológicos. A inalação desses produtos, ou entre em contato com a pele ou com os olhos pode provocar efeitos nocivos biológicos, tais como irritação nos olhos e trato respiratório rápido, ou influências efeitos sistêmicos outras funções do corpo. Estes produtos incluem monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, ácidos halogênios (ácido clorídrico, hidro fluorídrico e bromídrico), cianeto de hidrogênio, partículas (cinzas, fuligem) e aerossóis (complexos moleculares orgânicos resultantes de pirólise).

**20.5.1\* O monóxido de carbono.** O monóxido de carbono (CO) é produzido em algum grau em praticamente qualquer incêndio. Todos os combustíveis à base de carbono (por exemplo, madeira, papel, plásticos) produz monóxido de carbono com um resultado da combustão incompleta. Durante a combustão de combustíveis orgânicos, a CO inicialmente formada e em seguida, oxidada em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Em incêndios infra ventilados ou fogos onde os produtos iniciais de combustão são misturados com gases mais frios (como fogos incandescentes), pode-se parar a conversão de CO em CO<sub>2</sub>, então o CO torna-se o principal produto da combustão. Nos incêndios bem ventilados, o nível de CO produzido pode ser apenas algumas centenas de partes por milhão (0,02%). No entanto, em incêndios após flashover (flashover), em fogo incandescente e fogo infra ventilados podem produzir concentrações de CO de 1 a 10% (10.000 ppm a 100000 ppm). Altos níveis de CO também pode desenvolver-se durante a extinção.

O monóxido de carbono é um sufocante anestésico . Quando inalado, o CO se liga à hemoglobina no sangue, criando carboxihemoglobina ( COHb ), que é cerca de 200 vezes mais estável do que a oxihemoglobina . Por conseguinte, o sangue pode acumular níveis perigosos COHb mesmo com baixas concentrações de CO em ar . Assim, a redução da capacidade do sangue de transportar oxigênio, leva à asfixia. Além disso, o CO depositado em células podem interferir com a respiração celular, causando incapacidade ou morte. Os efeitos da inalação de monóxido de carbono geralmente pode ser corrigido com a lufada de ar fresco ou oxigênio. No entanto, o CO pode permanecer no sangue durante muitas horas após exposição. Consequentemente, repetida ou exposições de CO de baixo nível a longo prazo pode levar ao acúmulo de um nível letal de COHb no sangue. Desde carboxihernoglobina é tão estável , facilmente mensuráveis no sangue de vítimas de incêndio , mesmo muito tempo após a morte. O nível letal de CO no sangue é comumente aceita 50% COHb . No entanto , a pesquisa mostrou que as vítimas de incêndio morreram de exposição ao CO com os níveis de COHb no sangue tão baixo quanto 20%. Além disso , os níveis de COHb medido 90% vítimas de incêndio . Assim, o nível de COHb de uma vítima é um indicador importante de morte no fogo. As vítimas com menos de 20% COHb é refenciado que eles morreram de outras causas , como a falta de oxigênio, ou queimados (como indicado abaixo). Em contraste, as vítimas com concentrações de COHb de 40% ou mais são mais

propensos a ter morrido apenas para o monóxido de carbono ou em combinação com outros fatores (como a idade, álcool, ou doença cardíaca) ou simplesmente inalaram CO suficientemente , não permitindo a utilização da escada de incêndio.

Ao avaliar o significado do nível de COHb em uma vítima, serão tidas em conta que os fumantes são geralmente entre 4 e 10% COHb, apenas para fumar. Além disso, as vítimas que o oxigênio foi administrado antes da coleta de sangue, podem apresentar uma baixa concentração de COHb por oxigênio. Portanto, o conhecimento do tempo decorrido entre a remoção do fogo e morte, e a dosagem de qualquer oxigénio administrado para a vítima antes da colheita de amostras de sangue, que é importante para avaliar o nível de significância COHb na vítima (ver secção 20.8).

Estudos mostram que a maioria das vítimas de incêndio (75-80%) morrem envenenados por CO, e que muitas dessas pessoas morrem longe do local de origem do incêndio. Isso acontece porque muitos incêndios não produzem níveis mortais de CO até que ocorra o flashover (a exceção são os fogos incandescentes). Assim, as vítimas de inalação de CO normalmente estão fora do local inicial do fogo, a não ser que o fogo resultou de uma inflamação latente. No entanto, durante flashover, lesões térmicas e falta de oxigênio pode causar a morte antes de desenvolver concentrações substanciais de COHb. O mesmo pode acontecer se a vítima está no meio de um fogo para flashover com gases ou vapores.

**20.5.2 Os efeitos térmicos.** Morte ou lesão, pode ser devido ao ambiente térmico quente do fogo. As duas causas principais são hipertermia térmica e inalação de gases quentes.

**20.5.2.1 Hipertermia.** Vítimas expostas para a atmosfera aquecida por um incêndio, incluindo a alta umidade, são sujeitos a incapacidade ou morte por hipertermia, especialmente se a pessoa está ativa. A duração da exposição é do tipo podem levar a uma hipertermia simples ou aguda.

A hipertermia simples resultante da exposição prolongada (geralmente mais de 15 minutos) em ambientes quentes onde a temperatura é muito baixa para causar queimaduras. Tais situações variam de 80 a 120 ° C (176-248 ° F), dependendo da umidade relativa, e, tipicamente, leva a um aumento gradual da temperatura no interior do corpo. Alta umidade faz com que seja mais difícil para o corpo para

dissipar o excesso de calor por evaporação e, portanto, acelera o processo de aquecimento. Tais temperaturas acima de cerca de 43 ° C (109 ° F) são geralmente fatal em poucos minutos, se não forem tratados.

A hipertermia aguda envolve a exposição a temperaturas elevadas durante períodos curtos de tempo (inferior a 19 minutos). Este tipo de gravação é acompanhado por hipertermia. No entanto, quando a morte ocorre logo após a exposição ao calor intenso, considera-se geralmente que a causa de morte é devido ao aumento de temperatura no sangue, em vez de queimaduras.

**20.5.2.2 A inalação de gases quentes** A inalação de gases quentes no incêndio podem resultar em morte ou ferimentos. No entanto, é difícil de distinguir os efeitos das queimaduras térmicas a partir de edema e inalação causada pelas inflamações de irritantes químicos na fumaça. A característica distintiva de queimaduras por inalação térmicas é que elas são sempre acompanhadas por queimaduras faciais externas, como as temperaturas são suficientes para queimar a pele e pelos faciais.

**20.5.3 outros gases tóxicos** Existem muitos gases tóxicos encontrados que em ambientes de fogo que podem causar irritação e inchaço (edema), suficiente para interferir com a respiração. O cianeto de hidrogênio (HCN) pode ser produzido durante a combustão de lã, espumas de cabelo, ou poliuretano. Pode ser produzido, Ácido clorídrico (HCl) durante a combustão de cloreto de polivinilo (PVC), plásticos. A acroleína é produzida durante a combustão da madeira e outros produtos celulósicos.

**20.5.4 fuligem e fumaça** Fuligem e fumaça podem acarretar mortes e ferimentos por meio de vários mecanismos. Partículas de fuligem de água quente podem ser inalados e causar lesões térmicas que conduzem ao edema no sistema respiratório. Partículas de fuligem também podem ter substâncias químicas tóxicas e proporcionar vias de inalação e ingestão para estas toxinas. Fuligem em excesso pode bloquear fisicamente as vias aéreas provocando asfixia. Os aerossóis líquidos (neblina) de pirólise geralmente são ácidos e causam edemas químicos e frequentemente muito tóxicos, causando falhas sistêmicas por inalação.

**20.5.5 A hipóxia** A hipóxia é uma condição causada por respirar a atmosfera de oxigênio reduzida. Um ambiente de oxigênio reduzido em um incêndio confinado

ocorre como consequência natural do processo de combustão. Existe um pequeno efeito de redução de oxigénio do meio ambiente até 15% no ar. No entanto, como a concentração de oxigénio no ar diminui inalados a partir de 15 por cento a 10 por cento, um aumento gradual na respiração ocorre, seguido de desorientação e perda de julgamento. À medida que a concentração de oxigénio no ambiente circundante diminui abaixo de 10 por cento, inconsciência, rapidamente seguido por cessação da respiração e morte. Esta situação é agravada por um elevado nível de dióxido de carbono no ar, o que provoca um aumento substancial da taxa e a profundidade da respiração. Deve notar-se que nem os níveis de dióxido de carbono nem de oxigénio podem ser medidos no sangue pós-morte, porque os níveis começam a mudar imediatamente após a cessação da respiração.

**23.6 Testes pós-morte e Documentação** A seguir está uma lista de procedimentos encontrados para fornecer informações valiosas no exame pós-morte de vítimas de incêndios, para ajudar a estabelecer a identidade, causa e circunstâncias da morte. O investigador de incêndios deve encorajar os testes mencionados de 20.6.1 a 20.6.7 e os resultados fornecidos à autoridade competente. As informações relativas a tratamento médico de emergência fornecido à vítima antes de uma declaração de morte devem ser fornecidas à autoridade competente.

**20.6.1 Sangue** Sangue (a partir de vasos sanguíneos maiores ou câmara de o coração, não a partir de uma cavidade corporal) devem ser testadas para a seguinte:

- (1) porcentagem de saturação de COHb no sangue
- (2) concentração de HCN
- (3) nível ou concentração de álcool no sangue
- (4) presença e concentrações de drogas (prescrição, sem receita médica, ou ilegal)
- (5) Venenos (quando indicado)

**20.6.2 tecidos internos** Quando indicado, o tecido interno (cérebro, rim, fígado e pulmão) deve ser testado para o seguinte:

- (1) Drogas

(2) Venenos

(3) Os hidrocarbonetos voláteis

**20.6.3 Tecidos externos** (peles perto das queimaduras). Quando indicado, a pele retirada deve ser testada para uma resposta vital para queimaduras celulares ou químicas (queimaduras antes e depois da morte).

**20.6.4 Conteúdo do estômago.** Atividades anteriores à morte, e possível momento da morte, podem ser estabelecidas por meio de ensaios do conteúdo do estômago, que devem ser examinadas quando indicado. Presença ou ausência de fuligem no conteúdo do esôfago e do estômago devem ser observados.

**20.6.5 Vias respiratórias** Transecção longitudinal completa das vias aéreas a partir da boca para os pulmões pode revelar a presença e distribuição de edemas, abrasões ou desidratação, e fuligem e deve ser realizada quando indicado.

**20.6.6 Temperatura interna do corpo** A temperatura interna do corpo pode ser utilizada para auxiliar no estabelecimento do tempo e mecanismo da morte e deve ser determinada no local indicado.

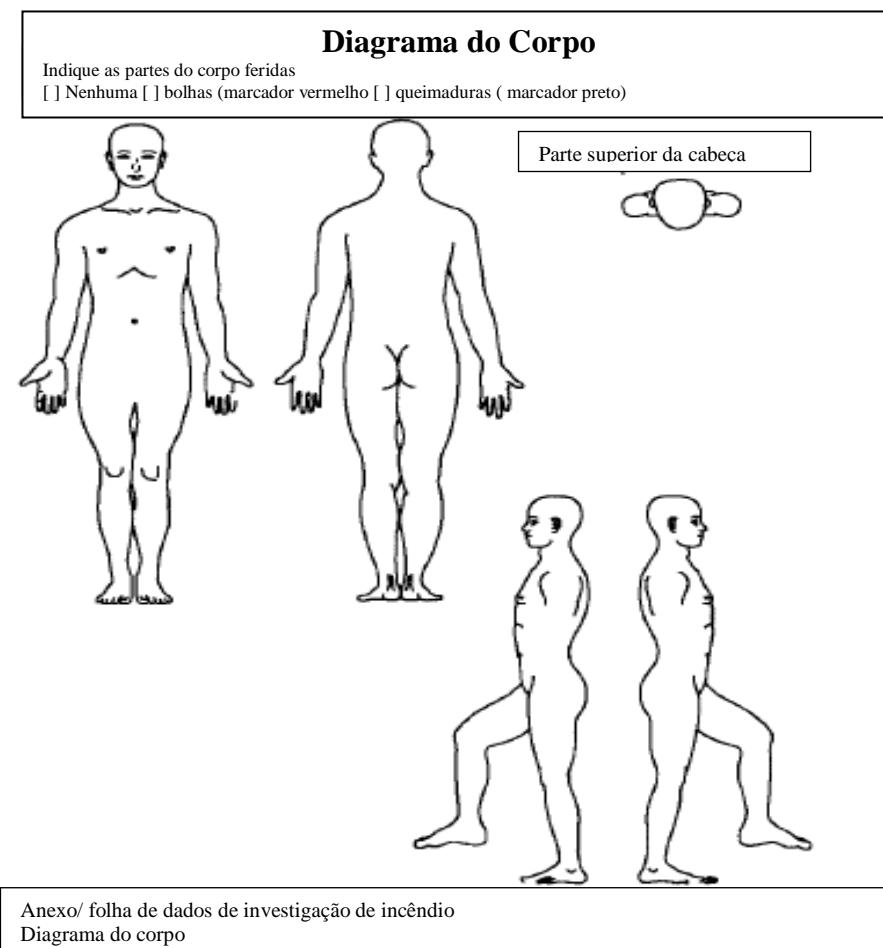
A temperatura pode ser elevada devido à hipertermia, condição antes da morte ou exposição pós-morte ao calor radiante.

**20.6.7 raios-X** A fim de estabelecer a identidade, os raios X podem precisar serem feitos de todo o corpo, bem como as informações dos dentes. Exame de raio-X, incluindo as roupas e os detritos associados encontrado perto do corpo, também pode revelar itens incomuns, como balas ou estilhaços.

**20.6.8 Vestuário e objetos pessoais** Roupas e objetos de uso pessoal devem ser examinados para documentar o tipo, material e marcas de queimaduras presentes. Roupas associada ao corpo devem ser recolhidas, embaladas, e preservadas após os raios X e apropriadas avaliações. Esses itens devem ser colocados de acordo com o Capítulo 14. Se houver suspeita da presença de um líquido inflamável, o material deve ser coletado de acordo com a Seção 14.5.

**20.6.9 Fotografias** No momento do exame pós morte, queimaduras ou outros ferimentos devem ser fotografados, incluindo imagens com uma escala adequada no campo de visão. Devem também ser tomadas fotografias gerais da vítima, antes e após a roupa ser removida.

**20.6.10 Diagramas de queimaduras e ferimentos.** A localização, distribuição e grau de queimaduras ou outras lesões devem ser mostradas em um diagrama de corpo, como Figura 20.6.10. Essa documentação dos padrões de queimadura pode ajudar o investigador a determinar as atividades e localização das vítimas durante o incêndio. [Ver 20.7.2.3 e Figura A.15.3.2 (b), Perda de Campo Notas formulário. ]



**Figura 20.6.10- Diagrama do Corpo**

Fonte: NFPA 921, Guia para investigação de Incêndio e explosão, pag. 168.

**20.6.11 Documentação de feridas e Traumas Físicos graves** As feridas e traumas físicos do corpo, como tiro, fraturas, trauma e ferimentos de faca, devem ser examinadas e completamente documentadas.

**20.6.12 Evidência de agressão sexual** Evidências físicas de uma possível agressão sexual devem ser recolhidas de acordo com as normas e procedimentos aplicáveis.

**23.6.13 Coleta de outras provas físicas** Quando possível, o pesquisador deve estar presente quando o exame pós morte (autópsia) é realizado, não só para garantir que observações apropriadas são feitas, mas também para estar à disposição para responder quaisquer dúvidas que possam surgir durante o exame. Patologistas e legistas podem ter um conhecimento limitado da química do fogo, dinâmica de fogo, ou os efeitos da explosão. Em tais casos, o investigador pode sugerir as condições de incêndio na vizinhança do corpo. O investigador deve assegurar que a evidência física, como balas, embalagens, resíduos de explosivos, facas, e outras armas encontradas com o corpo, bem como fluidos corporais, as impressões digitais, e registros dentários, são devidamente recolhidos, preservados e analisados.

**20.7 Lesões pôr fogo e explosão** Embora as lesões de incêndio e explosão podem levar à morte em horas, dias, ou mesmo semanas após o evento, cada incêndio e explosão, que envolve lesões graves devem ser investigados da mesma forma como um incêndio e explosão que tem mortes imediatas. As roupas e os ferimentos de pessoas feridas em um incêndio ou explosão pode constituir evidência física importante para o investigador, e a cena merece o mesmo exame cuidadoso se as lesões não resultaram em morte.

**20.7.1 Evidência Física** Evidência física de incêndios ou explosões podem se estender além do próprio corpo. Tais evidências podem ser óbvias (por exemplo, manchas de sangue) ou pode ser microscópica (por exemplo, fios ou fibras). Esta evidência pode ser encontrada em coisas como roupas ou móveis.

**23.7.1.1 Vestuário** Roupas de pessoas feridas em incêndios ou explosões são susceptíveis de ser removidas por pessoal de emergência ou pela equipe de sala de emergência e, em seguida, descartada. O vestuário, incluindo roupa exterior e íntima, sapatos e meias, devem ser coletadas e preservadas. Se houver a suspeita de que os líquidos inflamáveis ou explosivos estavam envolvidos, pode haver resíduos presentes. Em qualquer caso, as roupas devem ser recolhidas e preservadas em conformidade com a Seção 14.5 e 18.13.3 para análise posterior.

Os artigos de vestuário podem indicar a atividade do utilizador no momento do incêndio ou explosão. O que o vestuário é feito e como é feito pode desempenhar um papel na sua inflamabilidade por fonte de chamas ou incandescentes (mangas compridas soltas, tecidos finos, etc.) Isso pode ser importante para o investigador para determinar a capacidade de ignição, as propriedades de combustão (carbonizar, derreter, ou ambos), ou a taxa de liberação de calor da roupa envolvida.

**20.7.1.2 Móveis.** Na cena, o mobiliário que parecem terem sido envolvidos no incêndio devem ser avaliados para as mesmas propriedades de fogo que as roupas. A posição e estado dos móveis envolvidos pode indicar a atividade da vítima no momento do incêndio ou explosão. Inflamabilidade por fontes de ignição de chama de fogo incandescentes devem ser avaliadas. Mobiliário pode ter protegido as vítimas da explosão e podem incluir resíduo explosivo e estilhaços.

**20.7.1.3 fontes de ignição** Uma pesquisa da cena deve ser realizada para estabelecer quais fontes de ignição são encontradas. Um exame cuidadoso dessas fontes pode revelar se eles estavam envolvidos. Resíduos derretidos ou carbonizados da roupa ou mobiliário envolvidos podem ser encontradas aderindo à fonte de ignição.

**20.7.1.4 \* leis de notificação.** Muitos países têm leis que exigem relatórios de emergência ou de pessoal médico para notificar as autoridades policiais ou bombeiros, quando uma pessoa que sofre de queimaduras significativas é tratada. Essas leis são padronizadas de acordo com as leis de notificação de feridas por arma de fogo, e tem se mostrado eficazes na identificação de ambas as vítimas de assalto e abuso, que são queimadas durante a realização do crime.

**20.7.2 Evidência Médica (queimaduras).** Evidência de queimaduras é muitas vezes registradas em relatórios médicos que utilizam termos com que o investigador deve ser familiarizar.

**20.7.2.1 Grau de Queimadura.** Graus de queimadura descrevem a profundidade e a gravidade das lesões da seguinte forma:

- (1) Primeiro grau: pele avermelhada só (como simples queimadura solar)
- (2) Segundo grau: bolhas
- (3) Terceiro grau: Lesão de espessura total para a pele

(4) Quarto grau: dano ao tecido subjacente, carbonização.

Descrições alternativas de graus de queimaduras de pele são superficial, parcial e queimaduras de espessura total.

**20.7.2.2 Área Corporal (Distribuição).** Danos ao organismo por queimadura é frequentemente estimado pela comunidade médica pela "regra dos nove", onde as principais áreas são representadas por incrementos de 9 por cento da seguinte forma:

- (1) Frente e dorso, 18 por cento.
- (2) O braço direito, de 09 por cento.
- (3) Frente de perna direita, de 09 por cento.
- (4) dorso de perna direita, de 09 por cento.
- (5) cabeça, 9 por cento.
- (6) Parte traseira do torso, 18 por cento.
- (7) o braço esquerdo, 09 por cento.
- (8) Frente de perna esquerda, de 09 por cento.
- (9) dorso de perna esquerda, de 09 por cento.
- (10) Genitálias, 01 por cento.

Uma distribuição mais exata da superfície da pele para a área do corpo, que reflete as verdadeiras proporções do corpo, e que é por vezes utilizado, é fornecida na Tabela 20.7.2.2.

A área total queimada do corpo é por vezes utilizada como uma possibilidade de sobrevivência, como indicado na Figura 20.7.2.2. Se a vítima sobrevive ou não pode ditar uma investigação mais aprofundada. Este valor pode ser usado para avaliar a probabilidade de sobrevivência.

**20.7.2.3 Documentações.** A documentação deve incluir diagramas de linhas de feridas por queimaduras e fotografias coloridas. (Veja 20.6.10.) As fotos devem ser tomadas o mais cedo possível após a lesão (de preferência, antes do tratamento significativo está em curso). O tratamento médico e curativos irão afetar a aparência; por conseguinte, fotos tiradas no final do processo de cura podem ser difíceis de

interpretar. A remoção da escara (tecido cicatricial formado ao longo de queimaduras de cura), enxertos de pele, e incisões feitas para aliviar a pressão e permitir a flexibilidade podem fazer que áreas queimadas apareçam diferentes (melhor ou pior) do que as queimaduras originais.

**Table 20.7.2.2 Porcentagem da área superficial do corpo.**

Parte do corpo	Infantil	Criança	Adulto
Frente da cabeça	9.5	8.5	3.5
Atrás da cabeça	9.5	8.5	3.5
Frente do pescoço	1.0	1.0	1.0
Atrás do pescoço	1.0	1.0	1.0
Tórax e abdômen	13.0	13.0	13.0
Genitalia	1.0	1.0	1.0
Costas e nádegas	17.0	17.0	17.0
Frente de braço e mão	4.25	4.25	4.75
Dorso do braço e mão	4.25	4.25	4.75
Frente da perna e pé	6.25	6.75	10.0
Dorso da perna e pé	6.25	6.75	10.0

Infantil: até 4 anos de idade. Criança: 5 a 10.  
Acima.

Adulto: a partir de 11

**Figura 20.7.2.2- Porcentagem da área superficial do corpo**

**20.7.2.4 Mecanismos de queimaduras** Queimaduras induzidas por produtos químicos ou contato com líquidos quentes (queimar) pode não ser distinguível de que foram induzidas por gases quentes ou chamas. Quando aquecimento radiante aumenta a temperatura da pele, a mais elevada do fluxo radiante, o dano mais rapidamente ocorrerá. Por exemplo, um fluxo de calor de dois kW/m<sup>2</sup> irá causar dor após uma exposição de 30 segundos, enquanto que um fluxo de calor de 10 kW/m<sup>2</sup> irá causar dor após apenas 5 segundos. Um fluxo de duas kW/m<sup>2</sup> não irá causar bolhas, enquanto 10 kW/m<sup>2</sup> blisters em 12 segundos.

Área do corpo queimada (%)	idade (anos)															
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79
93+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
88-92	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
83-87	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
78-82	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1
73-77	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1
68-72	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1
63-67	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1
58-62	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1	1	1	1	1
53-57	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1	1	1	1
48-52	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1	1	1
43-47	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1	1
38-42	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1	1
33-37	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1	1
28-32	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1	1
23-27	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1
18-22	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1
13-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	1
8-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7
3-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3

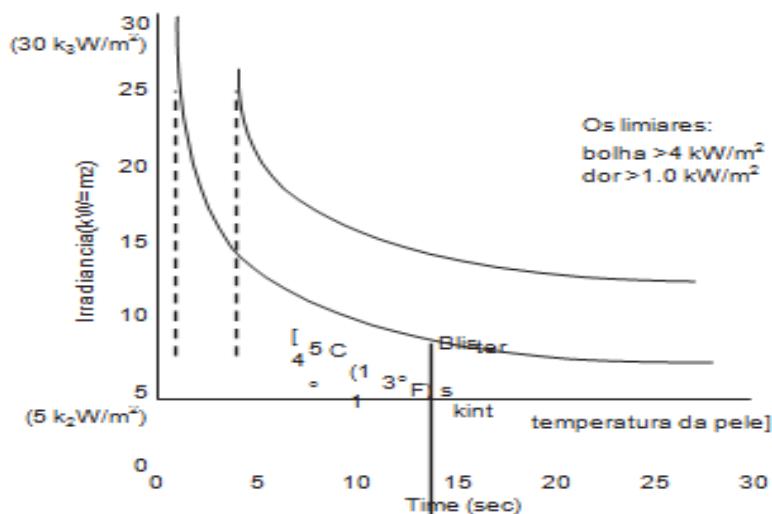
1 = 100% mortalidade; 0.1 = 10% mortalidade (de Bull, 1979).

FIGURE 20.7.2.2 Percentual de mortalidade por porcentagem do corpo queimada e idade.

(Veja a Figura 20.7.2.4 e as seguintes referências para dados queimaduras: Stoll e Greene, 1959, SFPE, março de 2000; Stoll e Chianta, 1969; Derkson, Monohan e deLhery, 1963) Um fluxo de calor radiante de 20 kW / m<sup>2</sup>, tipicamente associados com flashover, é suficiente para causar queimaduras graves ou morte por exposição térmica e para inflamar a roupa. O calor radiante é o suficiente para causar queimaduras e pode ser refletido a partir de algumas superfícies. O calor pode ser transferido através da roupa, provocando queimaduras de pele subjacente, sem qualquer dano prontamente identificável para a roupa.

O calor induzido pode ser mais perigoso do que o calor radiante ou convecção, porque a fonte de calor é colocada em contato mais íntimo com a pele do que normalmente ocorre com ou radiante ou transferência de calor convecção. A pele pode ser danificada quando se atinge uma temperatura de 54 ° C (130 ° F). Esta exposição pode resultar de imersão em água durante 30 segundos a 54 ° C (130 ° F) ou por imersão, por apenas um segundo a 65 ° C (150 ° F). Vestuário, especialmente pesados de tecidos celulósicos, como jeans ou lona, podem transmitir calor suficiente por condução de causar queimaduras na pele, mesmo que o tecido não apresenta qualquer queima ou carbonização.

O movimento de massas de gases quentes envolvidos no aquecimento por convecção pode produzir aumentos semelhantes na temperatura da pele.



**FIGURE 23.7.2.4** Diagrama mostrando Incidencia fluxo de calor radiante sobre a pele desnuda (Based on Stoll and Greene, 1959).

**20.7.3 Evidência Médica (inalação)** Como a evidência médica a respeito de queimaduras na pele, a evidência médica sobre a exposição por inalação de gases tóxicos e de calor pode fornecer informações importantes para o investigador a compreender tanto as ações do indivíduo ferido, bem como o ambiente de fogo para que o indivíduo foi exposto.

**20.7.3.1 Efeitos sub letais inalação de exposição do indivíduo.** Grande parte das informações fornecidas na Seção 20.5 é também relevante para os ferimentos, e o leitor é apresentado a essa seção para obter informações adicionais. A discussão aqui se limita aos efeitos específicos para efeitos sub letais de gases narcóticos [monóxido de carbono, o cianeto de hidrogénio, ar sem oxigénio (hipoxia)], gases irritantes (cloreto de hidrogênio, de acroleína, etc.), e dos fumos.

**20.7.3.1.1 Gases entorpecentes** O monóxido de carbono, cianeto de hidrogênio, ar pobre em oxigênio (causando hipoxia) são todos gases narcótico. Gases Entorpecentes podem causar perda de atenção (intoxicação), funções mentais e capacidade psicomotora (a capacidade de realizar movimentos coordenados simples como são necessários em sair de um prédio). Monóxido de carbono age sem o sujeito estar ciente do grau de exposição e comprometimento. Hipoxia, como resultado de concentração de oxigênio reduzido tem um efeito similar. Por outro lado, enquanto o cianeto de hidrogênio, em última instância resultar em depressão mental e perda de consciência, assim como outros gases de narcóticos, os efeitos da exposição HCN são mais rápidas e dramáticas. Em condições sub

letais, todos esses gases irão reduzir a capacidade de um indivíduo de tomar decisões e realizar ações pretendidas.

**20.7.3.1.2 Gases Irritantes** Gases irritantes podem alertar as pessoas para a existência de um incêndio, até mesmo as baixas concentrações. Por causa dos aspectos desagradáveis da irritação dos olhos e das vias respiratórias, os indivíduos podem tornar-se consciente de um incêndio mais cedo do que seria o caso, e podem ser motivados a escapar. À medida que os efeitos irritantes tornam-se mais intensos, a irritação pode ter um impacto direto sobre a capacidade dos indivíduos para ver e desta forma pode interferir com comportamentos de sair. Efeitos pós fogo desses irritantes podem ser edema pulmonar e inflamação.

**20.7.3.1.3 fumaça** Produtos visíveis de combustão irão prejudicar a capacidade dos indivíduos para ver, e este por sua vez irá reduzir a velocidade do movimento de escape dos indivíduos. Visibilidade suficientemente reduzida fará com que as pessoas não usem um caminho de saída. O grau de visibilidade reduzida necessária para evitar o uso de um percurso de saída está dependente de muitos fatores, incluindo a familiaridade do indivíduo com o edifício.

**20.7.3.2 testes hospitalares e Documentação** Normalmente, após a entrada do paciente em hospital com lesões relacionadas com o fogo, amostras de sangue devem ser colhidas e analisadas a porcentagem de saturação de carboxihemoglobina (porcentagem de COHb), a concentração de HCN, de álcool no sangue, drogas e pH do sangue para ajudar no diagnóstico e tratamento do indivíduo. Estas medidas podem ser valiosas para avaliar o estado da pessoa no local do incêndio e do ambiente de fogo a que ele foi exposto. Em particular, a percentagem de COHb é um indicador valioso. No entanto, uma vez que a percentagem de COHb começa a ser reduzida, assim que o indivíduo é removido do ambiente de incêndio, é importante que a amostra de sangue seja feita o mais rapidamente possível.

A velocidade que o CO é eliminado do corpo, dependente da concentração de oxigénio do ar inalado. A concentração de CO no sangue vai ser diminuída pela metade (meia-vida COHb) em cerca de 5 horas em concentrações de oxigênio normais (21% por volume). A meia-vida de COHb é de aproximadamente 1 hora, quando uma concentração de oxigênio a 100 por cento é administrado durante o

tratamento médico de emergência. Como o tratamento e o tempo podem reduzir significativamente o percentual medido de COHb, uma informação importante é o tempo desde a exposição ao fogo até a tomada da amostra de sangue para análise, o tratamento da pessoa com oxigênio na ambulância e hospitais, que o investigador deve determinar.

Outra informação de importância para o investigador é a condição das vias respiratórias. A presença de fuligem ou danos térmicos nas vias aéreas superiores fornece informações adicionais sobre o ambiente de fogo em que o indivíduo foi exposto. Edema pulmonar e inflamação podem ser indícios de exposição a gases irritantes.

**20.7.4 O acesso a Evidência Médica** O investigador de incêndio deve estar ciente das proteções legais aplicáveis com relação à confidencialidade dos registros médicos, e os métodos adequados para a obtenção e salvaguardar esta informação confidencial.

## 20.8 Mecanismos de Lesões por inalação.

**20.8.1 Eliminação de CO por O<sub>2</sub>/Ar** O nível de carboxihemoglobina de um sobrevivente de incêndio começa a diminuir assim que a pessoa é removida do ambiente de fogo. A taxa na qual CO é eliminado a partir do corpo é dependente da concentração de oxigênio do ar a ser respirado. A concentração de CO no sangue (saturação COHb) será reduzida pela metade (meia-vida COHb), por exemplo, reduzindo COHb de 45 por cento a 22 por cento em 250 minutos a 320 minutos a níveis ambientais de O<sub>2</sub> no ar (21 por cento). A meia-vida de COHb é cerca de 60 minutos a 90 minutos, quando a concentração de oxigênio a 100 por cento é administrado durante o tratamento médico de emergência. Tratamento com oxigênio hiperbárico pode reduzir a meia-vida COHb a cerca de 30 minutos.

**20.8.2 Os acidentes de explosão.** A localização e distribuição de lesões de explosão em uma vítima podem ser úteis na reconstrução do incidente. Estes resultados podem indicar a localização e atividade da vítima no momento da explosão, e que pode ajudar a determinar a localização, orientação, de energia, e a função do mecanismo ou dispositivo de explosão. Lesões de explosão podem ser dividida em quatro categorias, com base em grande parte do efeito de explosão que lhes causou: pressão da explosão, estilhaços, térmicas e sísmicos.

**20.8.2.1 Lesões por pressão da explosão** O efeito contundente sobre uma vítima pode causar lesões internas para vários órgãos e sistemas do corpo, como o trato gastrointestinal, pulmões, tímpanos, e vasos sanguíneos.

Frequentemente, a pressão da explosão é forte o suficiente para mover violentamente ou mesmo impulsionar a vítima em objetos sólidos, ou, inversamente, tanto danos de alta e baixa ordens (ver Seção 21.3) pode mover violentamente ou impulsionar grandes objetos sólidos (paredes, portas, etc.) em vítimas. Essas ações podem causar ferimentos trauma, fraturas, lacerações, amputações, contusões e escoriações. Sujeira, areia e outras partículas finas podem explodir em pele desprotegida, causando um tipo de lesão comumente chamada tatuagem.

Com detonações, pode haver amputações violentas ou desmembramentos do corpo causados pela onda de pressão da explosão. As partes do corpo ou sua roupa podem ser impelidos a grandes distâncias e devem ser pesquisadas e documentadas.

**20.8.2.2 Lesões por estilhaços** metralha (fragmentos sólidos) viajando em alta velocidade a partir do epicentro de uma explosão pode causar amputações, desmembramento, lacerações ou perfurações que lembram facadas, trauma contuso localizados, como ossos quebrados e esmagados, e os danos dos tecidos moles.

**20.8.2.3 lesões térmicas** Lesões térmicas associadas a frentes de chama por explosão (e não seguir incêndios que muitas vezes acompanham as explosões de baixa ordem) são geralmente dos tipos de primeiro e de segundo grau devido à sua duração muito curta. Queimaduras de terceiro grau também podem ser encontradas nessas situações, mas com muito menos frequência. Estas queimaduras podem ser fatais. Breve exposição à alta temperatura em expansão da frente de chama, queima e causa danos para as superfícies expostas da pele. Muitas vezes, mesmo uma fina camada de roupa pode proteger a pele subjacente a partir de lesões. Frequentemente, as lesões por queimadura podem ser encontradas para o lado do corpo, que está virada para a frente de chama em expansão. Este achado pode ser usado pelo investigador como vetor de calor e chama ou dinâmica explosão. Roupas de tecidos sintéticos podem se derreter pela exposição súbita as chamas deflagradas, onde tecidos de algodão só podem ser queimados.

**20.8.2.4 Lesões de efeito sísmico.** Os efeitos sísmicos de explosões são mais perigosamente manifestados no colapso de edifícios e seus elementos estruturais. Lesões e mortes resultantes de tais ocorrências são semelhantes ao que pode ser encontrado através da construção de danos causados por ondas de pressão da explosão. Colapso de construção pode causar lesões, traumas, lacerações, fraturas, amputações, contusões e escoriações. Ao examinar as vítimas de explosões, o investigador deve tomar extremo cuidado para examinar as partes do corpo, roupas e detritos associados para encontrar, documentar e preservar elementos de prova, como roupas e quaisquer objetos estranhos encontrados.

## CAPITULO 21 APARELHOS

**21.1 Escopo** Este capítulo aborda a análise de aparelhos que se refere à investigação da causa de incêndios. O capítulo se concentra em aparelhos como fontes de ignição para os incêndios, mas quando aplicável, também discute aparelhos como fontes de ignição para explosões. Este capítulo assume que a origem do incêndio foi determinada e que um aparelho é suspeito de ser a origem da fonte de ignição. Até que uma determinação adequada da origem a tenha sido feita, não é recomendável que quaisquer aparelhos sejam considerados como uma possível fonte de ignição.

Neste capítulo são abordados componentes de aparelhos, que são comuns a muitos aparelhos encontrados na casa e oficinas. As seções deste capítulo também abordam aparelhos do tipo residencial específicos e a forma como eles funcionam.

**21.2 Análises do fogo quando há aparelhos elétricos** O material apresentado no capítulo 13 deve ser utilizado sempre que necessário para gravar a cena envolvendo um aparelho. O material apresentado nesta seção é suplementar e tem aplicação específica aos aparelhos.

**21.2.1 Registros de aparelhos elétricos específicos.** Uma vez que um aparelho específico foi identificado na região de origem, deve ser cuidadosamente analisado, antes de move-lo de qualquer maneira. O aparelho deve ser fotografado no lugar de todos os ângulos possíveis. As fotografias deverão ser próximas do aparelho, bem como fotografias mais distantes que irão mostrar o aparelho em

relação à área de origem, mais próximo material combustível (s), e um ponto de referência facilmente identificados (por exemplo, janela, porta, pedaço de mobiliário). Este ponto de referência vai ajudar muito os esforços de reconstrução posteriores em colocar a localização exata do aparelho no momento do incêndio. Se um aparelho tiver sido movido desde o início do incêndio, em seguida devem ser tomadas fotografias onde foi encontrado. Se puder ser estabelecido, onde o aparelho foi localizado no momento do incêndio, como pela observação de uma área protegida que corresponde à base do aparelho, ou conversando com alguém familiarizado com a cena do fogo antes do incêndio, o aparelho deve ser movido à sua localização pré-fogo e as mesmas fotografias tiradas. Este movimento pelo pesquisador não pode ser feito até que tenha concluído todos os outros documentos necessários.

**20.2.2 Medidas da localização do aparelho:** A cena deve ser fotografada e indicada conforme descrito na Seção 15.4. A localização do aparelho dentro da área de origem é particularmente importante. O investigador deve tomar medidas que ajudem estabelecer a localização do aparelho.

**21.2.3 Posições dos controles do aparelho:** Especial atenção na fotografia e diagramação deve ser dada para a posição de todos os controles (por exemplo, seletores, interruptores, configurações de energia, ajuste do termostato, a posição da válvula), posição de partes móveis (por exemplo, portas, respiradouros), posição das alças de relógios analógicos, fonte de alimentação (por exemplo, bateria e ac casa atual), abastecimento de combustível, e qualquer outro item que possa afetar o funcionamento do aparelho ou que indique seu estado no momento do incêndio.

**21.2.4 Documentação de informações do aparelho elétrico:** deve ser marcando marca, fabricante, modelo, número de série, data de fabricação, avisos, recomendações e qualquer outra informação que você tem sobre os rótulos ligados ao aparelho. Esta informação deve ser fotografada e, se difícil de fazer, tomar notas. As notas dizem que você pode contar com esta informação valiosa (para mais informações consulte o capítulo 13). Muitas vezes, é necessário mover o dispositivo para obter tais dados, e que deve ser feita de forma a afetar o mínimo possível, para o conjunto e preservar o local do incêndio. Em qualquer caso, você deve mover o dispositivo antes de fazer o que está estabelecido no parágrafo 21.2.3.

**21.2.5 Recolhimento de todas as partes do aparelho.** Se o dispositivo foi afetado pelo fogo ou pelo combate a incêndios, deve-se fazer todo o possível para reunir todas as peças e mantê-las juntas. Depois de ser exposta ao fogo, muitos dos componentes do aparelho podem quebrar e desintegrar, caso os movimente. Por isso, é importante documentar o seu estado naquele ponto. Se útil, e não há danos significativos aos destroços, você pode tentar reconstruir documentação e análise. Por exemplo, substituir as peças removidas e colocar o dispositivo em seu local de origem e posição. Ao examinar a cena do incêndio não deve tentar correr ou testar o dispositivo, porque assim estaria próximo de estragar ou destruir provas críticas no dispositivo e de seus componentes. Todas as evidências neste momento devem ser estritamente não destrutivas e o único propósito é de coletar dados sobre o estado do aparelho após o incêndio. Exemplos de ensaios não destrutivos são a utilização de um voltímetro ou multímetro para verificar a resistência ou o estado dos circuitos eléctricos do aparelho.

**21.3 Análises da origem de um incêndio, onde existem aparelhos elétricos:** Os capítulos 4 e 15 de tentar determinar a origem de um incêndio em mais detalhes. As técnicas e métodos deste capítulo são complementares e devem ser usados se a origem do fogo tenha se envolvido um aparelho elétrico. Por exemplo, se o fogo se limita ao aparelho ou é pensado para ter começado no aparelho e de lá se espalhou para o quarto.

**21.3.1 Relação dos aparelhos eléctricos com a fonte de fogo:** Deve ser definido se o dispositivo em questão estava na área de origem. Aqueles que estavam claramente fora da área de origem podem ser excluídos como causa geral do fogo. Em alguns casos um dispositivo remoto ou dispositivo na área de origem pode ter tido algo a ver com a causa, caso em que devem ser incluídos na investigação. Por exemplo, se tivessem usado com extensão ou se havia um aquecedor a gás com uma luz piloto. Se houvesse dúvidas sobre a zona de origem, indicam que é indeterminado. Nestes casos, devemos examinar e documentar todo o equipamento que tem sobre as possíveis áreas de origem.

**21.3.2 Rótulos incêndio:** Deve-se investigar cuidadosamente se o dispositivo estava próximo ao ponto da fonte. As marcas claras e nítidas ajudam a determinar se o dispositivo estava nessa área. Deve excluir outras causas dessas marcas. O grau de destruição do dispositivo pode ou não pode ser um indicativo da área de

origem. Se o dano relativo global na área é baixo ou moderado, e danos no aparelho são muitos, que podem indicar que ele foi a origem do fogo. No entanto, se o dano é grande, em geral, é preciso investigar outras causas, chifre por gotejamento, carga de incêndio (por exemplo), vazamento de gás e sua progressiva eliminação. Se o grau de destruição do dispositivo é claramente maior do que o resto da zona de origem, não deve ser considerado que a unidade tem levado ao fogo por sua mera presença.

**21.3.3 Os componentes plásticos em aparelhos elétricos.** Em locais de incêndio, o fogo pode danificar aparelhos elétricos que são feitos de plástico. O aparelho pode ser muito torcido, o material deformado ou ter combustível completamente queimado, deixando apenas os fios e os elementos metálicos. Este estado do aparelho não é indicação clara de ter sido o ponto de origem. Isto é, considerado verdadeiro se não houvesse espaço suficiente para o poder do fogo causar tal dano pelo calor de radiação e de ignição. As condições antes ou depois flash over podem gerar energia suficiente para produzir tais danos, mesmo à distância do ponto de origem.

**21.3.4 Reconstrução da área de origem:** Pode ter que se reconstruir a área de origem para localizar e documentar marcas e evidências do fogo para que o pesquisador possa localizar o ponto de origem. Devemos reunir todos os materiais possíveis que fazem parte do aparelho e, em seguida, desenhar ou fotografá-los em sua posição original. Às vezes você terá que consultar com alguém que conhecia o lugar antes do incêndio.

**21.4 Análises quando as causas intervieram nos aparelhos:** Sempre que necessário, usar o material do Capítulo 16 para analisar um dispositivo que pode ter causado um incêndio. Esta seção fornecerá informações adicionais ou com aplicação específica para aparelhos elétricos.

**21.4.1 Como o aparelho gera calor:** Antes de concluir que um dispositivo em particular tenha sido a causa do incêndio, você tem que saber como este dispositivo poderia gerar energia suficiente para causar ignição. O tipo de aparelho irá determinar se o calor tem sido possível em condições normais de funcionamento, ou é o resultado de condições anormais. O passo seguinte é o de determinar qual primeiro material queimou e como ignição ocorreu. Depois de retirar a hipótese de

ignição impossível ou menos provável vai deixando apenas o mais provável. Se uma hipótese provável de ignição, seja acidental ou intencional não surge, o caso foi classificado como indeterminado.

Marcas que deixadas pelo fogo no aparelho podem indicar a fonte de ignição. No entanto, os pontos mais queimados ou outras marcas de queimaduras pode resultar de outros fatores que não têm nada a ver com a causa do incêndio e devem ainda ser estudadas com cuidado. As marcas nas superfícies próximas podem fornecer mais informações sobre a fonte de ignição.

**21.4.2 Uso e design do aparelho:** Antes de identificar um dispositivo como a fonte de um incêndio, temos que entender como ele funciona e para que é utilizado. Alguns aparelhos são simples e familiares para o pesquisador e não necessitam de estudo aprofundado. No entanto, um dispositivo pode ter sido substituído pelo fabricante ou ser danificados ou alterados pelo utilizador, de modo que todas elas devem ser investigadas. Dispositivos mais complicados podem exigir a assistência de pessoal especializado para aprender como eles funcionam e se eles poderiam ter gerado energia suficiente para ignição.

**21.4.3 Fontes eléctricas domésticas e de ignição:** Muitos aparelhos elétricos poderiam ser considerados como possíveis fontes de ignição. Nestas situações deve ser avaliado com cuidado e aplicar a referida secção 16. Só em certas condições muito específicas podem gerar eletricidade suficiente de calor, como resultado de uma sobrecarga ou de um defeito no interior ou exterior de um dispositivo, para provocar a ignição.

**21.4.4 Aparelhos Fotografado removidos:** Quando eu preciso remover um aparelho (ou seus restos) coletados na cena de um incêndio, você tem que documentar cada passo com fotos (veja Seção 14.10.1). Isto é, demonstra que o investigador não retirou o aparelho de forma descuidada, impedindo que as peças sejam perdidas ou quebradas.

As fotografias devem mostrar o dispositivo antes de começar a desmontagem e em cada fase da desmontagem, se possível a partir de ângulos diferentes, cuidadosamente observando as peças em falta. Alguns pesquisadores preferem processo de gravação de vídeo. O pesquisador deve ter pelo menos uma razão específica para remover a unidade e, uma vez encontrada a resposta que você está

procurando, parar o processo de desmantelamento. Se ele não pode ser facilmente desmontado ou a desmontagem do aparelho é muito destrutivo, estude a possibilidade de analisar em um raio X.

**21.4.5 Obtenção de espetáculos elétricos:** Para melhor compreender a forma como um dispositivo funciona, ou para saber o que deu errado, o pesquisador pode obter outro exatamente igual (por exemplo, uma amostra). Para isso você precisa saber o modelo e o número de série e falar com o fabricante para saber a história do dispositivo. Se esse modelo em particular foi interrompido ou alterado de alguma forma, o investigador terá que determinar se a amostra está localizada suficientemente perto da máquina e que pretende analisar se seria útil para fazer isso.

**21.4.6 Testes em aparelhos elétricos:** Você pode tentar executar amostras de aparelhos para confirmar a validade da hipótese de ignição. Se a hipótese é a de que o fogo seja produzido por uma falha ou avaria de um ou mais dos componentes do aparelho é, este pode também ser testada na amostra. Portanto, se o pesquisador espera que você fará mais testes ou repeti-los, você provavelmente precisará de mais de uma amostra. A evidência não só deve demonstrar que o dispositivo é capaz de gerar o calor, mas se esse montante é de magnitude e duração para inflamar materiais combustíveis suficiente.

**21.5 Visão geral do dispositivo:** Eletrodomésticos são diferentes em sua construção e utilização. Por isso, nesta seção vamos fazer uma descrição de cada um dos componentes mais comuns encontrados em vários dispositivos. Se a informação sobre dispositivos específicos é fornecida nas seções seguintes, nós nos referimos aos componentes utilizados nesse momento.

**21.5.1 Armários ou gabinetes de equipamentos:** Caixas de eletrodomésticos podem ser feitas de diferentes materiais. A natureza destes materiais pode afetar o comportamento do aparelho durante o fogo, e o aspecto que seus restos apresentam em seguida. A maioria das caixas são de plástico ou de metal, mas há também outros materiais, como madeira, vidro ou cerâmica.

Muitos aparelhos têm acabamentos em aço pintado, como geladeiras, secadoras, luminárias fluorescentes, aquecedores de fundo, e assim por diante.

Deve-se ter cuidado quando avaliar os danos do calor em superfícies de aço pintados. Muitas pinturas escurecem quando exposto ao calor. Maior ou posterior exposição ao calor pode causar muitas superfícies pintadas e escurecidos pelo calor.

A exposição subsequente ao calor pode fazer com que a tinta a decompor-se em forma de um pó branco ou cinzento, o qual pode ser alterado ou removido pelo combate a incêndio, por manipulação ou a formação de ferrugem. Umas superfícies aparentemente esclarecidas na cor pode refletir dano térmico que uma área escura.

**21.5.1.1\* Aço:** É usado no caso de muitos instrumentos à sua resistência, durabilidade e facilidade de moldagem. O aço inoxidável é usado quando você quer dar o brilho e resistência à oxidação, por exemplo, aparelhos de cozinha ou onde a higiene é importante. Outro tipo de aço é usado, para dar uma melhor aparência ou brilho especial. Ele pode ser usado se o corpo resistente à corrosão de aço galvanizada é necessário, mas a sua aparência não é importante, por exemplo no cilindro de uma máquina de lavar roupa.

Aço não derrete no fogo, exceto em circunstâncias muito raras em que houve altas temperaturas por um longo tempo. Normalmente, o aço é oxidado pelo fogo e sua superfície adquire um azul cinza fosco. A cor marrom típica de ferrugem não aparece se o aço não tem sido exposto à umidade e enferrujada. Quando o aço é fortemente oxidado ao ser exposta ao fogo por muito tempo, a camada de óxido pode ser grossa o suficiente para produzir escamas. Em casos graves, essas escamas podem cobrir toda a carcaça e produzir um furo. Em incêndios de curta duração, a superfície de uma habitação de aço polido ou cromado pode ter várias cores, conforme o grau de aquecimento. Depois de um incêndio, o aço galvanizado é revestido por uma camada branca de óxido de zinco. Muitas vezes, as superfícies dos reservatórios de aço ter um gradiente que vai do azul cinzento ao marrom ou óxido de aparência branca, preta ou avermelhada. Outras cores podem ser derivadas a partir de resíduos de camadas decorativas ou protetoras, que é revestido com aço, para além do óxido. Cada marca e cor depende de muitos fatores e não deve atribuir muita importância à cor e manchas sem evidência manifesta.

Raramente você vai encontrar reservatórios de aço com um buraco por causa de uma liga de aço com zinco ou alumínio. Na maioria das vezes, se um destes

metais é derretido e gotejado sobre o aço, durante o fogo, o óxido que se forma sobre a superfície mantém o metal separado. Se o fogo é longo, o metal fundido pode penetrar na camada de óxido e ligado com o aço. Se você sabe a causa do buraco, você tem que analisar o aço em cima do buraco para ver se há outros metais.

A embalagem de aço não necessariamente impedi que os componentes internos do dispositivo atinjam altas temperaturas. Se um recipiente de aço fechado é exposto ao calor por muito tempo, o seu interior pode se tornar tão quente que os materiais queimem e se reduzida a cinzas ou bainha de cobre.

**21.5.1.2 Alumínio:** caixas de alumínio são normalmente feitas de folhas moldadas ou fundidas. Também pode haver peças de extrusão com ornamentos ou outros componentes de suporte. O alumínio tem uma temperatura de fusão muito baixa ( $660^{\circ}\text{C}$  ou  $1220^{\circ}\text{F}$ ) quando puro. Se liga derrete a temperaturas um pouco mais baixas. A extensão dos danos em caixas de alumínio pode indicar a gravidade do fogo ou fonte de calor nesse ponto.

**21.5.1.3 Outros metais:** Caixas de aparelhos podem ser de outros metais, tais como zinco ou latão. Provavelmente serão peças decorativas ou suporte outros componentes. O zinco funde a temperaturas relativamente baixas ( $419^{\circ}$  ou  $786^{\circ}\text{F}$ ) e que se apresenta quase sempre sob a forma de lata. Latão é usado em muitos terminais elétricos. Os diferentes tipos de bronze fundido a temperaturas de  $950^{\circ}\text{C}$  ( $1740^{\circ}\text{F}$ ). Dispositivos de bronze são geralmente parcialmente fundida depois de um fogo ou simplesmente torcido. Como uma liga de latão amolece quanto o aumento da temperatura, em vez de fusão a uma dada temperatura.

**21.5.1.4 . Plástico.** Eletrodomésticos que não funcionam em altas temperaturas têm habitação cada vez mais frequentemente de plástico. As maiores partes dos plásticos são feitos de carbono, e outro elemento. Alguns plásticos são derretidos a uma temperatura baixa e em seguida, quando a temperatura sobe, carbonizados e decompostos. Outros não são derretidos, mas são carbonizados e em decomposição em alta temperatura. Antes de um incêndio, a maioria dos plásticos são carbonizadas quando aquecidos e queimados. Uma vez acesa, muitos plásticos seguem queimando. Outros não queimam à temperatura ambiente, se a

fonte de ignição é pequena, ou porque os retardadores de composição química foram adicionados a eles. Muitos invólucros de plástico, especialmente os mais modernos, incorporando uma grande quantidade de retardantes, por isso não queima se você aplicar uma pequena fonte de ignição. Teremos que investigar cada dispositivo para ver se o seu plástico queima facilmente. Em alguns casos que o pessoal qualificado pode fazer, se há destroços suficiente ou se você pode obter um idêntico.

Depois de um breve fogo, a carcaça de plástico de um dispositivo pode ser derretida e parcialmente carbonizada. Se a marca do dano mostra que a fonte de calor estava lá dentro, temos de fazer uma outra análise dos restos mortais. Mas o plástico pode fazer as marcas de calor veio de fora e de dentro tem aquecido a menos do que o exterior. Se a caixa de plástico derreteu formando uma massa parcialmente carbonizado, a análise de raios-X pode revelar as peças e fios de metal no interior. Se uma caixa de plástico tem principalmente derretido e queimado por um incêndio externo, na parte inferior do aparelho pode estar intacto ou, se ele tiver uma placa metálica na base, não sendo aquecido.

Se o fogo era intenso, todo o plástico pode ter consumido. Os consumos totais de plástico por si só não indicam que o incêndio começou nesse dispositivo.

Plásticos fenólicos, os quais não se fundem ou ardem usados em algumas partes para ser resistente ao calor, tal como os cabos de café e caixas de disjuntores. No entanto, você pode usar se o fogo dura muito tempo, deixando uma cinza de cinza. Quando um dispositivo de plástico moldado com fenólico invólucro é aquecido ligeiramente, pode ser uma camada de luz de cinza cinzenta do lado de fora. Se as cinzas aparecem nas superfícies internas, enquanto que do lado de fora, há pouca ou nenhuma cinza, que pode indicar que a máquina tenha aquecido dentro.

Quando os componentes do aparelho são fundidos e solidificam como um resultado do incêndio, a direção da massa fundida pode indicar a orientação do aparelho no momento em que o material fundido é arrefecido.

**21.5.1.5 Madeira.** Ainda encontra-se o uso de madeira no caso de alguns eletrodomésticos. Em um fogo de madeira pode ser totalmente consumido ou, se

apenas parcialmente queimado, queimar marcas presentes. Estas marcas ajudar você a saber se o fogo veio de fora ou de dentro do dispositivo.

**21.5.1.6 Vidros.** O Vidro se utiliza em tampas transparentes e portas de aparelhos e também como decoração.

O vidro quebra facilmente quando aquecido de maneira não uniforme e pode amolecer, derreter ou gotejar. A temperatura da chama é superior à de amolecimento do vidro, de modo que o grau de suavização que depende mais da continuidade e da duração da temperatura do fogo.

**21.5.1.7 Cerâmicas.** Cerâmicas também são utilizadas como suporte para alguns componentes elétricos. A cerâmica não derrete em um incêndio, mas algumas telhas de cerâmicas decorativas pode se derreter.

**21.5.2 Fontes de alimentação de Energia.** Fontes de abastecimento doméstico geralmente alternando rede atual. Dificilmente quaisquer outras fontes confiáveis de atendimento. Nesta seção vamos apenas lidar com corrente trifásica a um máximo de 240 V. Para mais detalhes sobre a eletricidade e instalações elétricas, consulte o Capítulo 6.

**21.5.2.1 Cabos elétricos:** As companhias elétricas dos EUA fornecem corrente elétrica 120-240 volts (em vez de 110/220 V) e 60 Hz. A maioria dos aparelhos são projetados para funcionar conectado a uma fonte de 120 V, os mais potentes como fogões e aquecedores de água a operar em 240 V através da mesma instalação do edifício.

Cabos elétricos que carregam dispositivos atuais podem ter duas ou três linhas. Os fios são torcidos para maior flexibilidade. Alguns aparelhos com duplo isolamento e os construídos antes de 1962, possuem dois cabos de arame. Os novos aparelhos mais poderosos muitas vezes carregam cordas ou cabo de três fios, com a terceira massa como medida de segurança. Cordas ou cabos trançados geralmente sobrevivem ao fogo, mas, provavelmente, os seus restos mortais são frágeis, se durante o mesmo isolamento é queimado. Se manuseado descuidadamente fios queimados podem quebrar. Você tem que verificar os cabos e fios para ver se eles levaram a formação de arco. Para mais informações sobre fios elétricos e danos, consulte o Capítulo 6.

Tomadas para ligar os aparelhos de alimentação são de diferentes desenhos, dependendo a amperagem do aparelho. Os plugs de 20 ampères ou menos fabricados antes de 1987, tem dois plugues retas da mesma seção. Recentes também tem um pino de terra, um pouco mais espessa do que as outras duas. Plugs que vêm moldados de fábrica moldada cabos ligados aos pinos em um corpo de plástico moldado. Esse corpo pode derreter ou queimar no fogo completamente. Os fios e plugues de bronze geralmente sobrevivem a um incêndio, mas às vezes o bronze derrete. Após um incêndio que produziu apenas queimaduras leves perto do plugue, este pode ter permanecido quase íntegro por ser protegido da caixa. Isto mostra que o dispositivo foi ligado. Mesmo depois de um grave incêndio, os pinos podem ser menos enferrujados se eles foram presos no plugue.

As tomadas de aparelhos de mais tensão ou amperagem podem ter Plugs mais amplos e estar localizado em uma posição diferente.

**21.5.2.2 Tensões menores que 120v:** muitos dispositivos que se conectam à rede operando a 6 V, 12 V ou outras tensões abaixo de 120 V. Este é frequentemente utilizado um transformador. O transformador é geralmente parte do aparelho, mas às vezes é uma unidade separada que se conecta diretamente na tomada e, em seguida, para o dispositivo com um cabo de dois fios. Um curto-circuito num cabo de 6 V, não é suscetível de causar um incêndio, mas, em algumas circunstâncias, é permitido, se a energia (calor) é concentrado em uma área muito pequena cerca de um material combustível.

**21.5.2.3 Baterias:** Algumas baterias de chumbo de equipamentos de segurança e portátil. Células ou pilhas pode variar a partir de uma bateria de carro para as pequenas baterias de botão câmaras fotográficas e relógios. As baterias são geralmente de 1,5 V DC baterias aparelhos são 6 ou 9 volts e, normalmente, consistem em quatro ou seis pilhas secas em uma única unidade.

Geralmente, depois de um incêndio que você pode ver restos das baterias dos dispositivos. Geralmente estar muito preocupado para saber se eles têm sido uma fonte de ignição. No entanto, é importante saber onde eles estavam ligados. A bateria pode fornecer energia o suficiente para incendiar alguns materiais em determinadas circunstâncias. No entanto, o dispositivo de circuito da bateria impede que ela se concentre em um ponto para produzir uma ignição.

**21.5.2.4 Proteções contra a atual subida excessiva:** Muitos aparelhos que carregam fusíveis ou disjuntores que protegem contra surtos de corrente excessiva. Depois de um pequeno incêndio, os restos do dispositivo de proteção podem indicar se ele trabalhou. Após um grave incêndio, você pode encontrar vestígios das partes metálicas do dispositivo de proteção para ver se havia.

O elemento fusível de um dispositivo de proteção pode ser um metal. Em todos os casos, este elemento tem uma secção e adaptado de modo que, se a temperatura aumenta a intensidade de corrente aumenta acima de um determinado nível (inferior a duas vezes a corrente nominal), sem evaporação resistência à fusão. Se a corrente é muito alta, tal como no caso de um curto-circuito, o fusível parcialmente evaporado deixando um recipiente opaco na janela ou o tubo de vidro em que está instalado.

A maioria dos disjuntores funcionam térmicos ou magneticamente, dependendo do nível de sobre a corrente. Leve um elemento bi metálico, que, acima de um certo nível, curvatura suficiente para uma primavera contatos separados. Mas, se uma corrente instantânea alta é produzida, como no caso de um curto-circuito, é um campo magnético que faz com que o mecanismo para separar os contatos crie. Um disjuntor afetado pelo fogo pode ser ativado se o mecanismo interno atinge a temperatura de disparo. O dispositivo disjuntor tem um botão de reset.

**21.5.3 Interruptores:** Interruptores são usados em aparelhos ligados e desligados e mudar seu status operacional. Switches são de diferentes tamanhos, tipos e modos. Exame das chaves depois de um incêndio pode ser importante para saber se o dispositivo estava ligado ou não, e outros aspectos do seu funcionamento. Os restos das chaves pode ser muito delicada. Além de marcar e documentar a posição das alavancas de controle ou botões ou verificar se o circuito estava intacto, recomenda-se que o pesquisador não abra, opere ou desmonte os interruptores. Isso deve ser feito por uma pessoa com experiência (ver secção 14.10.1.).

**21.5.3.1 interruptores manuais:** Muitos interruptores que são projetados para envolver o usuário. Por exemplo, on-off e mudar as funções, de energia ou outras características do dispositivo. Os switches podem ser alavanca, botão de

pressão, botão rotativo ou deslizante. Todos têm peças de metal que podem ser examinados depois de um incêndio. Se você não tiver sido gravemente danificado, o switch pode ser testado para ver se ele funciona e em que posição que era antes do incêndio.

Se estiver muito danificado, os restos podem mostrar apenas se os contatos estão presos. Ao desligar, o switch pode criar um arco de encerramento. No entanto, o dano aparente na superfície do interruptor pode ser normal.

Os interruptores eletrônicos em muitos dispositivos podem ser afetados também, mesmo para incêndios menores, para ver se eles trabalharam ou não. Por exemplo, fornos de micro-ondas teclas do controle remoto ou TV.

**21.5.3.2 Interruptores automáticos:** Muitos interruptores são automáticos e os dispositivos não são feitos para o usuário para operá-los, essas opções tipicamente manter o aparelho funcionando dentro dos parâmetros normais e prevenir o trabalho se houver uma anormalidade. Essas opções são acionadas por corrente elétrica, temperatura, ou algum tipo de movimento.

**21.5.3.2.1 fusíveis e disjuntores:** Fusíveis e disjuntores são disjuntores que operam por elevação de corrente excessiva. Os disjuntores podem ser redefinidos, mas os fusíveis e conexões fusíveis têm de ser substituídos.

**21.5.3.2.2 interruptores de temperatura:** Disjuntores operados por termostatos e temperatura projetados para operar o aparelho dentro de certos limites de temperatura. O interruptor destina-se a impedir que o aparelho exceda certos parâmetros são chamados de limitadores, chave de corte e cortar chaves de segurança.

Os interruptores operados por a temperatura o fazem por um metal que se expande, um bimetal que se dobra, a pressão de um líquido ou derrete. Normalmente usados para prevenir um aparelho operando fora de uma determinada temperatura, ou seja superior a uma temperatura programada (comutadores de corte) gama. Geralmente têm metal suficiente para ser capaz de reconhecê-los depois de um grave incêndio, embora talvez não seja possível saber se o interruptor trabalhou durante partes do fogo.

Alguns interruptores possuem uma haste de metal que se expande quando aquecida. Se a área da barra é aquecida o suficiente, esta se expande separando os

contatos. Mais comum são bi metálico, carregando uma faixa composta de dois metais diferentes ligados. Quando a temperatura sobe, um metal expande mais do que o outro, de modo que a parte é dobrada. Este movimento faz com que os contatos abram e a máquina irá parar. Estas chaves são lentas, por isso é mais provável que corroam ou furem. Após um grave incêndio, o bi metálico pode ser dobrado mais do que o normal, como resultado do calor do fogo, mas que não indica que o termostato não funcionou. Os discos bi metálicos também funcionam para a expansão diferencial, mas deixa uma placa de base em forma de disco, em uma direção ou outra. O bordo do disco circular é fixo, de modo que o que se eleva mais ou menos do prato com o aumento da temperatura é o disco central carril, que faz com que ele se separe os contatos.

Alguns comutadores são operados pela expansão de um líquido dentro de um local de blister que na área a ser aquecida. A pressão do líquido passa para um fole, e muitas vezes, a um painel de controlo por meio de um tubo metálico, geralmente de cobre. O fole move os contatos para abrir.

Estes tipos de chaves mecânicas podem ser instalados de forma que os contatos abrem para desligar o aparelho ou outros contatos próximos de lançar um acessório como um ventilador para resfriar a unidade. Os interruptores que desligam o circuito quando a temperatura sobe pode ser encontrada nos aparelhos eletrodomésticos, mas não se abrir o circuito se a temperatura no dispositivo é muito alta. Os contatos dessas opções devem ser examinados por uma pessoa competente. Se você ver que são usados pelos arcos causados em operações sucessivas, isso pode indicar que o aquecedor de água tem uma temperatura mais elevada por um longo tempo, ou seja, o defeito era o uso.

Interruptores mecânicos podem falhar por sobrecargas que aquecidas algumas peças internas ou percam contato. Este último pode acontecer com classificações normais, porque, como um mecanismo que funciona lentamente, ele pode começar a gastar energia antes que os contatos estejam totalmente ligados. Uma má ligação, por exemplo, quando o cabo não é montado de fábrica ou usando rebites de latão terminais pode causar um calor destrutivo e falha de disjuntor. Normalmente as faces de contato dos termostatos vai cortar alguma coisa, devido às constantes encerramentos e aberturas. Os restos dos mecanismos de fechamento

de contato usados como segurança não será finalmente picada, porque esses mecanismos não costumam trabalhar menos que a unidade está muito quente.

Os contatos da chave estão mais sujeitos a falhas, erosão e, possivelmente, a possibilidade de degola, quando abrir e fechar lentamente. Por esse motivo, a maioria dos interruptores, especialmente a alta intensidade, são feitas de modo a abrir ou fechar imediatamente. Isso é conseguido por um disco bi metálico, uma mola plana ou um íman. Quando, depois de um incêndio é descoberto contatos preso lá, isso não prova que o fogo foi causado por uma falha do switch. Pode ser que, se o dispositivo foi conectado e foi danificado pelo fogo, tem produzido um aumento na intensidade. Os contatos podem ser colados normalmente, mas seus rostos podem ter sido soldados. Se após o fogo são contatos soldada, é provável que seja por exposição ao fogo. Os contatos são feitos de metal de temperatura de fusão mais baixa do que a do cobre, de modo que ele pode derreter quando exposto ao fogo.

Existem alguns dispositivos de corte que funcionam em fusão de um material de rolamento no interior, o que faz com que uma mola de contatos separados. Os mecanismos são de uso único, se você for demitido, você deve mudar, mas às vezes deliberadamente ignorada, permitindo que a unidade opere sem proteção. Portanto, você deve inspecionar o aparelho para ver se você tem esses dispositivos e se o dispositivo tenha sido adulterado ou tinha sido mudado antes.

- Muitos aparelhos interruptores operados de reporte para mover. Interruptores - limitando os dispositivos que têm partes móveis, são projetados de modo que a peça não está se movendo muito. Fornos de ar forçado pode ter um interruptor que funciona fazendo com que o fluxo de ar para levantar uma lâmina continua a operar o forno. Máquinas maiores geralmente têm chaves na porta, desligue o aparelho quando se abre a porta para uma luz ou luzes. Os motores dos aparelhos de grandes dimensões, normalmente têm um interruptor centrífugo que desconecta o início do enrolamento quando o motor atinge o seu regime normal. Estes switches também pode controlar um circuito de aquecimento não funciona se o motor não funciona. Tal como acontece com outros switches operados mecanicamente, esses componentes podem falhar se o gatilho for desalojado ou se o interruptor estiver solto em seu eixo.

Muitos aquecedores elétricos portáteis têm um interruptor na ponta, muitas vezes incorporadas no termostato. O comutador possui um braço com um contrapeso que se desliga e abre os contatos quando o aquecedor é deixado borda, isto é, se ele não está na sua posição normal.

**21.5.4 relés e válvulas solenoides:** As válvulas solenoides são utilizados para controlar aparelhos elétricos circuitos de alta tensão com outra tensão menos poderoso e muitas vezes inferior. Acionamento do circuito de potência mais baixa torna passar uma corrente cria um campo magnético ou por um eletroímã que move um eixo ou pé de cabra. Este movimento abre ou fecha o circuito de alta tensão. Após um incêndio que você vai encontrar restos dos relés ou solenoides. Se você está muito preocupado, pode ser impossível saber se deve ou não trabalharam ou que posição eles estavam no momento do incêndio. Contatos devem ser examinados para ver se eles foram presos no fogo.

**21.5.5 transformadores.** Os transformadores são utilizados para reduzir as tensões normais de 120 V e para isolar o resto do circuito de alimentação de aparelhos. Alguns permitem através de transformadores de corrente como o aparelho, de modo que passa sempre pela corrente primária que aquece quaisquer fichas. Em outras unidades, o transformador não funciona até que você ligue o interruptor. Os dispositivos são concebidos de modo que o calor do transformador é mantido a um mínimo quando a carga eléctrica é normal. No entanto, quando usado por um longo período de tempo e se o ar não circula assim, o aumento de temperatura pode danificar o enrolamento. Se o fio começa a formar curtos-circuitos, os decréscimos de impedância e a corrente aumenta e, portanto, o calor. Isto pode causar o aumento do calor, quebrar ou fusão e criando uma falha de aterramento do enrolamento que pode abrir o dispositivo de proteção do circuito. Em alguns casos, o transformador de isolamento quente ou outros combustíveis pode queimar antes de a corrente eléctrica ser interrompida.

Dispositivos Transformadores têm, normalmente, um núcleo de aço e de cobre no enrolamento. Ambos sobrevivem ao calor do fogo, embora muito aquecido. Exame de uma unidade de transformador queimado pode mostrar se o enrolamento interior foi menos quente e até mesmo mantém a cor de cobre brilhante. Isso é um sinal de que o calor era externo e não a partir do transformador. Um aparelho transformador muito "afetado pelo calor pode ser fundido sinuosa, e, portanto, sem

nenhuma aparência de cobre oxidado restante no isolamento do núcleo. O resto perderá enrolamento sobre o núcleo. Isso pode acontecer porque o aparelho foi exposto ao fogo muito tempo e mostra que a causa tenha sido superaquecida enrolamento. Superaquecimento da bobina pode ser determinado se há claros sinais de calor interno, se houve por aí e arcos entre outras marcas e, se lá fora, aparelho de fogo. Um transformador pode ser aquecido, mesmo que esteja protegido por um fusível, o fusível é sempre um fator de segurança.

Alguns processadores podem ser completamente cercados por uma caixa de aço e, provavelmente, não pode inflamar o combustível adjacente, uma vez que antes do dispositivo de proteção contra incêndio. Outros estão abertas e levar papel ou plástico de isolamento que pode queimar.

As primeiras lâmpadas fluorescentes são essencialmente transformadores. Os interiores das lâmpadas fabricadas depois de 1978 devem usar protetor térmico. Desde 1990, nos EUA, protetores térmicos são necessários em todos os rodízios fluorescentes de todas as luzes internas e externas. Isto é indicado com um 1<sup>3</sup> "em um estampado no rótulo caixa de metal. A cola que levam dentro geralmente pode vaziar primeiro devido ao calor interno ou exposição ao fogo. Primeiramente são normalmente alojados em um invólucro de plástico. Se a cola é derretida pelo calor interno, a maioria cairá no interior do alojamento. Esta cola está vazando para fora do caso, não liga a outros materiais a menos que o vazamento esteja queimando.

**21.5.6 Motores:** São comuns em eletrodomésticos e proporcionam movimento mecânico. Eles geralmente variam de 1/3 a 1/4 de cavalo) em máquinas de lavar roupa ou aparelhos maiores para os motores mais pequenos para outros equipamentos. Os motores mais atuais são projetados para operar em uma determinada velocidade. Se o rotor para enquanto ainda passagem de corrente através do motor, diminui a impedância e aumenta em intensidade. Isto pode fazer com que o rotor do motor é suficientemente quente para queimar o isolamento e de plástico que faz parte do aparelho.

Os motores são muitas vezes construídos um dispositivo de proteção que impede passagem de corrente se a temperatura fica muito alta. Este dispositivo pode ser um fusível, um mecanismo de corte térmico, protetor térmico com rearne automático ou reset manual. Alguns motores têm dois sistemas: um protetor térmico

com mecanismo de reset e corte térmico. Se você suspeitar que um motor pode ter sido a origem de um incêndio, você tem que analisar junto com o seu dispositivo de proteção por pessoal qualificado antes de determinar se ele foi realmente a causa.

Você pode examinar o motor de enrolamento para ver se há sintomas de estar muito quente, indicam que a pista de calor veio do exterior. Se a ferida está muito queimada com arame enferrujado, mas o material em torno do motor não tem sintomas, sendo muito quente, isso indica que a bobina superaquecido. Se existem muitas marcas de fogo em todo o motor, enrolando esperados para ser derretido, se o fogo começou no motor de chifre ou não.

Pequenos motores ventiladores ou outros dispositivos de refrigeração, geralmente não há fonte de ignição condução, porque eles não têm o suficiente para gerar uma grande quantidade de calor por torque de atrito. Alguns pequenos motores têm carc2tsa metal, tornando improvável ignição aquecimento interno. Os motores são geralmente curto enrolamento aberto, para combustível pode inflamar em contato com eles, se a ferida torna-se quente.

**21.5.7 Elementos de Aquecimento:** Esperemos que os elementos que aquecem queimem o suficiente para mostrar o combustível entrou em contato com eles. O sistema de concepção e construção ferroviária que normalmente ficar longe elemento combustível. Uma exceção são os utensílios de cozinha, na qual o elemento de aquecimento está no ar. Os elementos de aquecimento podem ser protegidos, em fornos e fogões, ou ficar em brasas no ar, como em cozinhas. Esses elementos são geralmente cabos ou barras de ferro-cromo-níquel. Os quais são projetados para capturar resultado do aquecimento em uma camada de óxido de cinza fosco que se deposita ao redor. Em alguns dispositivos, um ventilador dissipar rapidamente o calor a partir do elemento de aquecimento para evitar conjunto fique em brasa. Após o uso prolongado, a superfície desses elementos geralmente mantém o brilho.

Quando um cabo é queimado, as extremidades do ponto de quebra podem ser penduradas. Uma extremidade pode entrar em contato com a caixa de metal do aparelho, ligado à terra, e formar um novo circuito. De acordo com a resistência de parte do elemento, o contato com a parte de chão pode fazer com que o aparelho continue funcionando, ficando muito quente ou o circuito de proteção se abra.

Elementos escondidos consistem de uma resistência rodeado por uma camada isolante (óxido de magnésio) e de bloqueio em um invólucro de metal, geralmente feito de aço ou de alumínio, na maioria dos casos. Se a proteção de alumínio é fundida, é mais provável que seja a sequência de um incêndio externo do calor interno. No entanto, se o derretimento e proteção aquecimento, ventiladores ou materiais adjacentes têm marcas claras que o calor vem do elemento de aquecimento, isso seria prova suficiente de que o item teria superaquecido. Você tem que testar a continuidade e resistência elétrica do elemento. Um objeto incandescente pode indicar superaquecimento ou apenas que ele era velho. Uma análise por raios-X pode ajudar a diagnosticar o estado interno do elemento de aquecimento.

Alguns aquecedores elétricos foram queimados por falhas de terra entre o elemento e a lâmina instalada em torno do isolamento, produzindo características erupção de metal fundido em diferentes pontos ao longo da folha. Apesar de aquecedores são normalmente concebidos de modo que nenhum material combustível que pode facilmente queimar, faíscas causadas pelos arcos, se passar pela grade, pode fazer a queima de combustível.

**21.5.8 Iluminação:** Muitos aparelhos têm luzes para iluminar balcões, área de trabalho ou vazios internos. Lâmpadas são geralmente de fraca potência, eles não podem causar um incêndio. A maioria destas lâmpadas são incandescentes, mas você pode usar lâmpadas fluorescentes para iluminar a área de trabalho da máquina. As lâmpadas fluorescentes têm iniciadores (principalmente transformadores) que pode ser reaquecido. Mas possuem protetores térmicos internos (exceto os antigos) e geralmente são instalados em uma caixa, por isso não é susceptível de provocar um incêndio. Lâmpadas fluorescentes não são muito quentes para que eles possam inflamar o combustível próximo, mas alguns fazem, para que ele possa inflamar combustíveis ao tocar.

**21.5.9 Vários componentes:** Em eletrodomésticos podem haver outros dispositivos, tais como amortecedores ou reguladores de velocidade. Em geral, muitos desses dispositivos são do estado sólido, totalmente eletrônico. Os aparelhos antigos não podem conter dispositivos eletrônicos, como resistências ou resistores. Normalmente eletrônicos são destruídos pelo fogo, a menos que seja de muito curta duração. Na maioria dos casos, os restos dos amortecedores ou outros dispositivos

electrónicos não são usados para determinar a causa do incêndio, eles são quase sempre placas de circuito impresso que são rapidamente afetadas pelo fogo.

Temporizadores podem ser incorporados em aparelhos ou independente. Eles são alimentados por pequenos motores que ligam mecanicamente um interruptor de relógio. Às vezes, há restos de temporizadores após um incêndio, mas em muito mau estado. Pequenos motores de temporizadores pode ser a execução por um longo tempo, mas não esquentar o suficiente para causar um incêndio. O fracasso dos temporizadores é geralmente devido ao desgaste de engrenagens ou a quebra do dente. Temporizadores eletrônicos não deixar traços reconhecíveis após a queima.

Para medir a diferença de temperatura são utilizados termopares. Funcionar através da criação de uma diferença de tensão na junção de dois metais diferentes, o qual é comparado com o resto do circuito ou com uma junção de referência. A temperatura pode ser lida em medidores analógicos ou digitais.

Uma pilha térmica é uma série de termopares disposto de modo que as tensões das ligações em série são unidas para criar uma diferença de potencial capaz de dirigir um eletroímã. Termo pilhas são utilizados em aparelhos a gás para manter aberta uma válvula quando a chama piloto está ligado ou a fechar quando o piloto se apaga. Os novos aparelhos a gás realizar disparos elétricos em vez de chama piloto.

**21.6 Eletrodomésticos mais comum.** A continuação é uma breve descrição do funcionamento e componentes dos aparelhos mais comuns do agregado familiar, de modo que o pesquisador saiba como eles funcionam.

**21.6.1 Fornos:** O calor do forno vem da eletricidade passando por resistores ou queima de gás natural ou propano. Dentro do forno a temperatura é controlada por uma válvula de termostato de gás ou interruptor. Em um fogão a gás, o fluxo de gás e intensidade de calor é regulada por uma válvula que alimenta o queimador. Um fogão elétrico geralmente usa um temporizador que regula o ciclo do queimador. O temporizador é definido com a mão. A posição elevada faz com que o último ciclo de tempo (pode ser contínua). Ignição de gás em um fogão ou forno pode ser para chama-piloto ou um isqueiro elétrico que cria um arco pode inflamar o gás.

**21.6.2 Cafeteiras:** Máquinas de café são de modelos diferentes. As mais populares nas casas, consiste em um tanque de água, um resistor que aquece, uma parte superior e um invólucro. Quando se liga a cafeteira, a resistência ferve tanque de água. O vapor criado empurra a água para a parte onde você coloca o pó de café em um filtro. A água passa através do café e depositado na parte superior da cafeteira. No entanto, esta peça pode ser, em muitos casos sobre uma placa quente, normalmente aquecida pela mesma resistência para ferver a água. A resistência ao calor é regulada por um termostato que é desconectado quando atinge uma determinada temperatura. Se o café abaixo de uma certa temperatura esfria, o termostato é colocado de volta no lugar. Para evitar que a resistência seja muito quente, você pode usar um dispositivo de corte térmico. Se atingir uma temperatura máxima, o dispositivo abre o circuito e impede ainda mais a resistência de aquecimento. Algumas cafeteiras apresentam vários dispositivos de corte, temporizadores automáticos que provocam o café depois de um certo tempo, um relógio que inicia o café em um tempo fixo, etc. Na investigação de um incêndio que você deve verificar o circuito de corte atual para ver se eles estão em ponte.

**21.6.3 Torradeiras.** A torradeira usa resistência elétrica para tostar ou aquecer alimentos. Ele é um dispositivo relativamente simples, que transporta um sensor ajustável para regular o tempo. Ao pressionar para baixo a alavanca, a comida é introduzida no tabuleiro, e os aquecedores estão ligados. O sensor é tipicamente um elemento bi metálico, que pode detectar a temperatura da torradeira, mas mais frequentemente a bi metálico tem o seu próprio aquecedor e é praticamente independente da temperatura da torradeira. Quando terminar o ciclo de brinde, uma trava mecânica libera parcialmente a bandeja e desligar o aquecedor bi metálico. Ao arrefecer o bimetal, uma segunda trava libera completamente a comida e ejeta da bandeja. Muitos projetos recentes usam um temporizador eletrônico que controla uma trava eletromagnética.

**21.6.4 Abridor elétrico.** Traz um abridor de lata elétrico Um motor gira o barco sob uma lâmina que se abre. Normalmente, só funcionam enquanto pressiona uma alavanca. Isso faz com que o barco espere fechado enquanto o circuito do motor. O abridor motor eléctrico pode ou não ser protegido contra o sobreaquecimento por um dispositivo de corte térmico.

**21.6.5 Frigoríficos:** Um frigorífico e um congelador são baseados em refrigeração ciclo atual e sistema de ventilação que mantém o seu interior a uma temperatura adequada. O sistema de arrefecimento é constituído por um evaporador (permutador de calor no interior), um condensador (intercambiando calor no exterior), um compressor, um refrigerante (geralmente um CFC ou gás freon) e os tubos de ligação estes componentes. O ar quente do interior do frigorífico é usado para evaporar o refrigerante. Uma vez convertido em vapor, o refrigerante passa através do compressor onde este é comprimido e condensado no condensador de um líquido. Quando o refrigerante é condensado, libera calor que tinha capturado no interior do frigorífico, o ar em torno do evaporador é arrefecido e aquecido em torno do condensador. O ar frio passa pelo frio e o ar quente se dissipa para a sala onde o frigorífico está colocado. Este ciclo de refrigeração é regulado por um temporizador que determina a duração ou por um termostato.

O compressor é acionado por um motor eléctrico, tipicamente protegido por um dispositivo de corte térmico. O compressor é geralmente localizado em um recipiente hermético, que atua como um dissipador de calor prevenção, se o compressor é muito quente pode inflamar combustíveis próximos. O frigorífico também carrega uma lâmpada, um mecanismo que faz com que os cubos de gelo em alguns casos, um motor que dispensa cubos de gelo, um ventilador para o condensador e talvez outro para evaporador.

As bobinas de refrigeração também pode ter várias áreas de degelo automático e para evitar que a água de condense em suas superfícies exteriores. Descongeladores automáticos são projetados para operar em intervalos regulares, evitando a acumulação de gelo sobre as superfícies internas do frigorífico, especialmente no congelador.

Aquecedores sob a superfície externa do frigorífico é tipicamente instalado para evitar a condensação e também funcionar em intervalos periódicos. Alguns modelos permitem que você desabilite esse recurso para economizar energia. Em qualquer caso, tais aquecedores são sempre resistências de baixa potência.

**21.6.6 Lava-louças.** Uma máquina de lavar louça carrega uma bomba de pulverização e distribui água quente e sabão para pratos e copos. Normalmente realiza uma resistência eléctrica situada na parte inferior, para o aquecimento da

água. Quando terminar de lavar e enxaguar, verte água e seca os pratos através de resistência, uma vez que a água é expelida no ar. Alguns modelos permitem que você desabilite a resistência durante a secagem para economizar energia. Outros acessórios estão levando eletroválvulas e o temporizador da máquina de lavar louça e marcando o ciclo de lavagem. O motor da bomba elétrica não pode carregar ou proteção térmica. Algumas máquinas têm levado a falhas incêndios botões, que fizeram a queima reservatório de plástico.

**21.6.7 Forno de Micro-ondas:** Um forno de micro-ondas tem um dispositivo chamado magnéton, que gera e direciona ondas de rádio (micro-ondas) no forno. A frequência dessas ondas faz com que os alimentos colocados no forno aqueçam. Para oferecer uma melhor distribuição das ondas, pode haver um dispositivo que distribui uniformemente e pode ser tabuleiro rotativo. Ele também tem um temporizador, os circuitos de controlo, um transformador e uma luz interior. O transformador fornece a alta voltagem necessária para o magnetrão. O Magnéton, normalmente, um dispositivo) ruptura térmica. Também pode haver outros dispositivos em cima para cortar a alimentação se ocorrer um incêndio no forno.

**21.6.8 Aquecedores portáteis:** Aquecedores portáteis tem design muito diferentes, mas eles geralmente se enquadram em dois grupos: de convecção ou radiação. Carrega um conversor ventilador que puxa o ar através da superfície ou um ponto quente. Um radiador e sem ventilador aquece o ar por radiação. A energia necessária para esses aquecedores pode ser eléctrico ou de combustão de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos. Este não é o lugar para discutir cuidadosamente os diferentes tipos de aquecedores, mas o pesquisador deve estar familiarizado com eles e ler manuais de operação, projetos e examinando a ver algumas amostras. Aquecedores transportar diferentes dispositivos e controle de mídia. Geralmente regular a temperatura, evitar o superaquecimento () cortar a energia se o aquecedor cai ou é colocado em uma posição diferente do que o normal.

**21.6.9 cobertores elétricos.** Um cobertor elétrico é uma resistência elétrica dentro de um cobertor. Os controles são geralmente localizados fora na cadeia. A temperatura geralmente é ajustada manualmente, regulando o ciclo de conexão e desconexão. Em um ou mais locais perto dos dispositivos de corte térmico do elemento de aquecimento que evitam a esteira é mais quente do que o normal. Não

pode ser instalado até 12 ou 15 destes dispositivos. Cobertor elétrico é projetado não muito quente, se for prorrogado. Se rolou curvas, o calor pode acumular-se dentro e causar um cobertor escaldante ou até mesmo queimar. Mas, geralmente, há os dispositivos de proteção para evitar esses extremos.

**21.6.10 Os condicionadores de ar nas janelas.** Um condicionador de ar portátil é projetado para a colocação em uma janela de uma casa e se refrescar. Isto é conseguido através de um ciclo de refrigeração muito semelhante aos frigoríficos (ver secção 21.6.5). O ar ambiente aspirado através do aparelho de ar condicionado, um evaporador, onde é arrefecida e devolvida para a sala de novo. Um ventilador Acionado por um motor elétrico melhora a circulação de ar. Este motor é geralmente protegido por um dispositivo de corte térmico. Estes botões projetores para ajustar a velocidade do ventilador, capacidade e refrigeração temperatura. O motor menos potente transportar uma potência de 120 V e mais de 240 V.

**21.6.11 secadores e ferros:** Secadores típicos levam um ventilador de alta velocidade que conduz o ar que passa através de um resistor. Normalmente, você só tem um interruptor embora alguns tenham mais de uma posição (energia) e mais de uma velocidade do ventilador. Normalmente, a resistência ao desgaste próximo de um ou mais dispositivos instalados corte térmico para evitar o superaquecimento.

Os ferros ou fitas de ondulação do cabelo consiste em uma resistência elétrica dentro de uma fita ou bar em torno do qual o cabelo é enrolado. Alguns têm um compartimento em que a água é derramada para criar vapor. Eles geralmente têm um interruptor e um regulador de potência. Muitos modelos têm uma luz que indica se o modelador está conectado. Eles normalmente trazem um ou mais dispositivos com ruptura térmica) perto de resistência, que são repostas automaticamente ou não.

**21.6.12 Ferro de passar:** Um ferro moderno consiste de uma resistência elétrica localizada ao redor da sola, que aquece. Ferros a vapor necessitam de água para tomar, que distribui o calor e produzir vapor. Os controles para estes ferros variam de seletor de temperatura simples e mudança para unidades eletrônicas que se transformam fora. Os ferros são concebidos para de modo a produzir calor quando em posição vertical e horizontal. A maioria deles tem um ou mais dispositivos que desconectam para evitar superaquecimento.

**21.6.13 Secadoras de roupa:** Todos os secadores de roupa levar um tambor rotativo com um motor elétrico e um ventilador para circulação de ar. A fonte de calor a energia pode ser elétrica ou a combustão de gás. Todos os motores eléctricos levar tombo de 120 ou 240 V. A roupa seca-se em um tambor de rotação através dos quais circula o ar quente, que passa através de um orifício que geralmente se comunica com o exterior da casa. A maioria dos secadores possuem filtros que retêm fiapos de roupas que não rotaciona dentro. No entanto, se o filtro ficar entupido, ele não funciona ou se o tecido é seco produz grande quantidade de pelos que podem se acumular em outras áreas e pode constituir um risco de incêndio. Se uma peça de roupa ou outro material fica preso entre o tambor rotativo e a carcaça fixa, ela pode produzir calor de atrito suficiente para queimar. Houve incêndios em secadores que estavam guardados dentro de trapos oleosos ou objetos de plástico, como sacos para armazenar roupas.

Secadores típicos têm o controle do ciclo de secagem, sensores de umidade, controla a origem e intensidade seletores de calor. Eles cortaram dispositivos térmicos para evitar o superaquecimento e outros componentes, como um motor para o ventilador e aquecedores elétricos.

**21.6.14 Eletrônica de consumo:** Dispositivos eletrônicos de consumo constituem como televisores, vídeos, rádios, CD players, filmadoras, computadores pessoais, etc. Estes dispositivos têm componentes muito semelhantes, como uma fonte de alimentação, placas de circuito impresso, onde muitos componentes eletrônicos são montados, e um alojamento. Alguns deles, como televisores e leitores de CD, têm componentes que operam em alta tensão. Outros podem ser controladas utilizando o controle remoto. Este não é o lugar para discutir exaustivamente os diferentes dispositivos deste tipo, mas o pesquisador deve estar familiarizado com eles a ler manuais de operação, projetos e examinando a ver algumas amostras.

**21.6.15 Lâmpadas:** Iluminação residencial típica é do tipo incandescente ou fluorescente. Iluminação incandescente utiliza um filamento de metal fino dentro do bolbo, o qual foi cheio com um gás inerte, tal como árgon, ou a lâmpada é evacuado e selado. Quando uma lâmpada incandescente está trabalhando, um importante subproduto é a geração de calor. Lâmpadas fluorescentes usam alta tensão de um transformador (o reator) para iniciar e manter uma descarga elétrica através do tubo

de luz. O interior do tubo é revestido com um material que emite fluorescência ou emite luz quando expostos a energia de descarga eléctrica. O processo de geração de luz neste caso gera pouco calor como um subproduto, mas o lastro tipicamente irá emitir calor. Termicamente protegidos reatores de lâmpadas fluorescentes têm um interruptor térmico reajustável para evitar o superaquecimento do reator (ver secção 21.5.5).

## CAPITULO 22 INVESTIGAÇÕES DE INCÊNDIOS EM VEÍCULOS A MOTOR

**22.1 Introduções:** Este capítulo discute os fatores relacionados com a investigação de incêndios de veículos motorizados, tais como carros, caminhões, equipamentos pesados e veículos de recreio (casas móveis). Apesar de não cobrir veículos conduzidos pelo ar e pela água ou ferroviário, existem muitos fatores que podem também se aplicam a eles, especialmente os relacionados com a documentação do local dos fatos, combustíveis, fontes de ignição e suposições. Para determinar o ponto ou pontos de origem e causa do incêndio, são muitas vezes utilizados marcas de queimaduras ou danos deixados nos painéis do corpo ou dentro do veículo.

Em algum momento eu cheguei a acreditar que um incêndio se espalhou rapidamente e foram indicativos de incêndio danos significativos. No entanto, o tipo e a quantidade de materiais combustíveis nos carros modernos podem produzir, quando queimados, tais danos graves, sem acrescentar mais combustível como gasolina. No caso de a destruição, você geralmente não pode assumir o único estado do veículo que o incêndio foi intencional. Deve ter a máxima cautela ao considerar as marcas de incêndio ou danos para determinar o ponto de origem. As interpretações extraídas dessas marcas devem ser confirmadas com as declarações das testemunhas, laboratório, comentários registros que indicam falha mecânica ou elétrica da fabricação e publicidade de músicas que podem ser obtidos a partir da Estrada Nacional Transportation Safety Administration (NHTSA), ou o Centro de Auto) Segurança. O investigador também deve estar familiarizado com a composição e o funcionamento do veículo em condições normais (ver capítulo 4).

Uma vez que um combustível e uma fonte de ignição, o tamanho relativamente pequeno de um carro pode fazer com que o fogo se espalhe mais rápido do que, por exemplo, numa sala de um edifício. No entanto, os princípios da dinâmica de incêndio são os mesmos que em um carro num edifício) e, por conseguinte, os métodos de análise devem ser o mesmo (ver capítulos 2 e 3).

**22.2 Seguranças na investigação de incêndios de veículos:** Conclusão de uma investigação completa de um veículo queimado pode ter vários aspectos de segurança física, que são diferentes dos normalmente encontrados em um incêndio em um edifício.

Ao realizar uma inspeção do chassi do veículo, deve-se tomar cuidado para evitar a movimentação do veículo e causar prejuízo para o pesquisador. O uso de elevadores hidráulicos para suportar o peso do veículo, gatos ou outros dispositivos de elevação, em conjunto com a frenagem ou sistemas de bloqueio, ajudam na prevenção de movimentos bruscos ou caindo sobre o pesquisador.

Airbags unactivated (sistemas complementares contidos) também representam um perigo potencial para a segurança pessoal do aspecto investigador fogo. A azida de sódio (airbag propulsor) é um material perigoso, e seu contato ou inalação pode ser um pesquisador de risco) de saúde. Muitos veículos também estão equipados com um sistema de airbag adicionais e contido para os viajantes. O investigador terá de identificar os atuais sistemas, o estado de funcionamento destes sistemas, e, se necessário, devem garantir antes de alterar os comportamentos de passageiros ou para evitar a ativação acidental.

A inspeção de incêndio de veículos podem apresentar muitas outras situações que apresentam riscos de segurança para o investigador, como vazamentos de combustível ou combustível remanescente nos tanques, que representam um risco de incêndio; lubrificante perdido, que o perigo de

deslizamentos e quedas; a energia eléctrica armazenada na bateria; ou vidro quebrado, arriscando perfurações e cortes.

**22.3 Combustíveis em incêndios de veículos.** Há uma grande variedade de materiais e substâncias que podem ser os primeiros que em podem inflamar-se em incêndios em veículos a motor: o óleo combustível, caixa de velocidades, fluidos de freio e direção hidráulica; refrigerantes e lubrificantes; corta no interior do veículo e da carga. Uma vez que o incêndio começou, tais materiais podem atuar como combustível secundário que afeta a velocidade de propagação do fogo e, em última análise, para a extensão do dano.

**22.3.1\* Combustíveis líquidos:** Combustíveis líquidos frequentemente associada com auto fogo, já que são quase sempre presentes. Estes combustíveis podem entrar em contato com uma fonte de ignição, como resultado de qualquer mau funcionamento em sistemas de veículos, acidentes que causam vazamento de combustível ou fogo posto. Tabela 22.3.1, oferecido algumas das propriedades de combustíveis líquidos para veículos.

Se um combustível pode queimar realmente depende das suas propriedades, a sua condição física, a natureza da fonte de ignição e de outras variáveis. Quando um combustível é pulverizado, o seu ponto de inflamação não importa realmente, ou é baixo. A ignição das superfícies quentes externas podem precisar de temperaturas de 200 ° C (400 ° F) acima das temperaturas de ignição publicadas (para mais informações sobre os processos de ignição, consulte o Capítulo 3).

Tabela 22.3.1 Propriedades de incêndios em líquidos inflamáveis em veículos a motor.

Líquido	Ponto de inflamação °F °C	Temperatura de ignição °F °C	Limite de inflamabilidade (%)		Ponto de ebulição °F °C	Densidade de vapor (Aire = 1)
			Inferior	Superior		
Fluidos para freios"	240-355	115-179				
Fluidos para freios'	298	148			485	252
Etileno (100%)	232	111	775	413	3.3	
Etileno (90%)'	70	132			387	197
Diesel #2D"	126-204	52-96	494	257		
Querosene #1 fuel oil"	100-162	38-72	410	210	0.7	5.0
Gasolina - 100 octanos'	-36	-38	853	456	1.4	7.6
Metanol	52	11	867	464	7.8	86.0
Oleo de motor"	410-495	210-257	500-700	260-371	147	64
Oleo da Caixa de marchas'	350	177				1.1
Oleo da caixa de marchas'						
Oleo de transmissão HE	361-379	183-193	410-417	210-214		
Oleo de transmissão l1	367	186	414	212		
Tipo F (Ford)	347	175				
Oleo de direção'	350	177				

Nota: Os dados apresentados nesta tabela são para produtos típicos ou genéricos testados sob certas condições. Métodos de ensaio não pode ser o mesmo para todos os líquidos. A informação vem de várias publicações.

NEPA SPP 51 Índice Pontos de ignição com nome comercial Líquidos (Flash Point Você foda 'Líquido Nome do Líquido), p. 182.

UNOCAL Lub Oils and Greases Div.

Flick, John, Data Corp., Industrial Solvents Handbook (Manual solventes industriais), p. 416.

Guia de Proteção NFPA Fogo de Materiais Perigosos (Guia de Proteção contra Incêndios dos materiais perigosos).

Sheray, Blaschke, e Kortkoff, Fogo Automóvel Acidentes (Collision Automobile Pires).

Tabela 22.3.2 Combustíveis gasosos em veículos a motor

Gás	Temperatura de ignição °F °C		Ponto de ebulição		Limite de inflamabilidade (%)		Densidade de Vapor (Aire = 1)
					Inferior	Superior	
Hidrogênio	932	500	-422	-252	4.0	75.0	0.1
Gás natural (metano)	999	537	-259	-162	5.0	15.0	0.6
Propano	842	450	4	-42	2.1	9.5	1.6

Nota: Os dados na esta tabela são para os produtos genéricos ou típicos e não de qualquer teste em particular. Sempre que possível, os dados devem ser coletados para cada produto nas folhas de dados de segurança correspondentes ou através de testes.

Fonte: Guia de Proteção NFPA Fogo de Materiais Perigosos (Guia de Proteção Pira de Materiais Perigosos).

## Figura 22.3.1- Propriedades de incêndios em líquidos inflamáveis em veículos

**22.3.2 Os combustíveis gasosos:** Cada vez mais sendo usados mais como automação de combustíveis alternativos como o gás propano e gás natural comprimido, não só em frotas de ônibus e caminhões, mas mesmo em veículos particulares. É esperado um aumento no uso futuro destes combustíveis e hidrogênio. Propano também é encontrada em quase todas as casas móveis como combustível para cozinhar, aquecimento e refrigeração. Não pode ser hidrogénio e oxigénio em baterias de chumbo-ácido, que podem ser libertados durante o carregamento ou como um resultado de um acidente. Eles podem encontrar quantidades significativas desses gases em grandes veículos ou cargas. Tabela 22.3.2 são oferecidas algumas das propriedades desses combustíveis.

**22.3.3 Os combustíveis sólidos:** Menos corrente do que os combustíveis sólidos são o primeiro material queimando no fogo de veículos a motor, a não ser que a fonte de ignição foi sobrecarregada fios ou materiais para fumar, ou o veículo tem queimados por serem expostos a um fogo no exterior. O calor produzido pelo atrito das correias, rolamentos ou pneumáticos podem também ser uma fonte de ignição. Mesmo com um pequeno fogo inicial, os combustíveis sólidos podem contribuir significativamente para a propagação do fogo e a extensão do modo de danos. Alguns plásticos pode queimar a mesma quantidade de calor dos hidrocarbonetos líquidos. Muitas vezes amolecer plásticos ou produzir gotas flamejante. Alguns metais podem inflamar-se quando eles estão no bom caminho. 's a maioria dos metais necessários para derreter ou queimar pulverizado. Metais como o alumínio, o magnésio e as suas ligas podem também queimar no veículo, fornecendo mais combustível.

Os pesquisadores não devem ter a presença de metal fundido como um sinal de que os líquidos inflamáveis foram usados como acelerador, acreditando que apenas um líquido inflamável pode produzir temperaturas tão elevadas. Os líquidos inflamáveis e combustíveis normais produzido essencialmente a mesma temperatura da chama. Salvo indicação em contrário, as temperaturas de fusão do clã metais nos manuais e neste guia, consulte os metais puros. Em muitos casos, as ligas foram usadas, mas o metal puro. A temperatura de fusão de uma liga é, geralmente, menor do que a dos seus componentes. Antes de tirar conclusões a partir do fato de que uma parte de metal é fundido, deve estabelecer a verdadeira composição e à sua temperatura de fusão. Liga accidental pode ocorrer durante um incêndio. Por exemplo, o zinco pode pingar para um tubo de aço ou cobre e formar uma liga de bronze, o qual funde a uma temperatura mais baixa do que o cobre. De igual modo, o alumínio fundido pode vaziar numa chapa de aço, de modo que a aparência de uma folha de aço fundido é alcançada. Tabela 22.3.3 irá oferecer algumas das propriedades e usos de combustíveis sólidos.

**22.4 Fontes de ignição:** Na maioria dos casos, as fontes de energia de ignição nos incêndios veículos a motor são os mesmos que os de incêndios em edifícios: de arco, cabos sobrecarregados, chamas e materiais para fumar, para instância. No entanto, existem algumas fontes únicas a serem levados em conta, como a superfície quente do conversor catalítico, turbo compressor e múltiplas.

Como algumas dessas fontes de ignição podem ser difíceis de localizar depois do fogo, vamos descrever como elas funcionam para ajudar a reconhecer a partir de 22.4.1. ao 22.4.5.

**22.4.1 Chamas.** A chama mais frequente em um carburador de veículos é que ocorra no carburador contratação de si mesmo. Se o filtro de ar está instalado corretamente, este não produz ignição da chama. Além disso, a maioria dos veículos modernos são alimentados por injeção, que substituiu o carburador. Um fósforo aceso deixado no cinzeiro pode se transformar em permanecer lá, produzindo um incêndio que afeta o painel de plástico ou assentos. Em veículos de passeio, luzes-piloto sobre aparelhos, queimadores e fornos são as principais fontes de ignição.

**22.4.2 Material Elétrico de Instalação.** Quando o veículo não estiver em execução, a principal fonte de eletricidade na bateria de um veículo. Na maioria dos casos, sem bateria, nenhuma outra fonte de energia que pode gerar um incêndio.

Um número limitado de componentes permanece ligado eletricamente à bateria, apesar de o interruptor e o motor é desligado. Esses componentes como um alternador ou falha do dispositivo de boot podem resultar horas depois que o veículo foi desligado. O investigador deve determinar se o veículo estava em movimento no momento do incêndio, porque então você tem mais potenciais fontes de ignição. A proteção de circuitos elétricos em veículos a motor que consistem em fusíveis, disjuntores, fusíveis e conexões. Assim como em edifícios, ou dispositivo pode ser alterada, abrir caminho, ou pode falhar. A instalação de equipamentos adicionais podem afetar a forma como um dispositivo de segurança funciona. Ao contrário de muitos edifícios de sistemas elétricos, sistemas de veículos elétricos são tipicamente sistemas de corrente contínua (DC). O chassi de corpo e do motor são ligadas eletricamente à terra ou polo negativo do sistema. O polo negativo da bateria é ligado à armação ou o bloco do motor, ou ambas as coisas. O terminal positivo fornece energia para o painel de fusíveis e todos os acessórios elétricos. No momento em que um cabo com uma carga positiva, uma extremidade, ou um componente toca uma superfície ligada à terra, de um circuito fechado. Veículos de recreio pode ter ambas as baterias e placa de fiação como veículos a motor, cablagem (sistema de cabeamento) e dispositivos como corrente alternada (AC) e edifícios. Eles também podem ter um conversor que transforma a corrente alternada para corrente de iluminação, ou outros elementos de dirigir.

Tabela 22.3.3 Combustíveis sólidos em incêndio de veículos a motor

Material	Temperatura de Ignição		Temperatura de Fusão		Comentários
	°F	°C	°F	°C	
Fibras Acrílicas	1040	560 <sup>a</sup>	122	50 <sup>b</sup>	Painéis de corpo - podem ser completamente Consumida.
Alumínio Puro	1832	1000 <sup>a*</sup>	1220	660 <sup>a*</sup>	
ABS	871	466 <sup>b</sup>	230-257	110-125 <sup>c</sup>	As resinas se queimam, mas não nos painéis da carroçaria.
Fibra de Vidro (Resina de Poliéster)	1040	560 <sup>b</sup>	802-932	428-500	Apare engrenagens das janelas, cronometrando engrenagens.
Magnésio (Puro)	1153	623 <sup>a*</sup>	1202	650 <sup>a*</sup>	Isolamento de Fiação.
Nylon	790	421 <sup>b</sup>	349-509	176-265 <sup>c</sup>	O isolamento, o preenchimento a Guarnição.
Polietileno	910	488 <sup>d</sup>	251-275	122-135 <sup>e</sup>	Assentos, apoios de braço, estofamento.
Poliestileno	1063	573 <sup>d</sup>	248-320	120-160 <sup>e</sup>	Guarnições.
Espuma de Poliuretano	852-1074	456-579 <sup>d</sup>			Fios de Isolamentos
Poliuretano Rígido	590	310 <sup>b</sup>	248-320	120-160 <sup>e</sup>	
PVC	945	507 <sup>d</sup>	167-221	75-105 <sup>e</sup>	

Nota: Os dados fornecidos nesta tabela são para os produtos genéricos ou típicos e podem não representar os valores para um produto específico. Quando possível, os valores específicos para o produto em questão deve ser obtida a partir do fabricante ou por teste.

\* Metal puro.

- a. Ler Manual de Física e Química (ed.), *Handbook of Chemistry and Physics*
- b. Hilado, Manual para inflamabilidade Plástica
- c. Guia para Plásticos.
- d. NFPA Manual de proteção contra Incêndios 3.13A Table (17<sup>a</sup> edição).
- e. NFPA Manual de proteção contra Incêndios, A.6 Table (17<sup>a</sup> edição).
- f. Manual de Plásticos.

**22.4.2.1 Fiação Sobrecarregada.** As falhas da alta resistência na fiação podem elevar a temperatura do condutor para o ponto de ignição e isolamento, especialmente em cabos encapados, tais como os cabos ou a fiação em que o calor gerado não é facilmente dissipado. Isso pode ocorrer sem ativar a proteção do circuito. Falhas mecânicas de dispositivo de alta corrente, também podem resultar em incêndio no isolamento, os materiais do tapete ou detritos combustíveis que podem acumular debaixo dos bancos. Alguns veículos, por exemplo, são equipados com assentos aquecidos que usam fios autorregulados. Uma falha pode causar um aquecimento mais rápido do que o pretendido, resultando em superaquecimento. A adição de acessórios pode sobrecarregar a fiação de fábrica. Essa sobrecarga é

comumente encontrada, com a adição de equipamentos estéreos ou sistemas de alarme. Um instalador pode colocar equipamentos de maior demanda elétrica em um veículo, adicionando fusível de maior capacidade. Algumas instalações do equipamento pós-venda não incluem qualquer dispositivo de segurança. Ao estudar o histórico pré-fogo de má instalação elétrica pode ser uma pista da origem do incêndio.

**22.4.2.2 Curto-circuito e Arcos Elétricos.** O arco elétrico pode acontecer quando o isolamento do condutor torna-se desgastado, quebradiços, rachados ou danificado, permitindo que entre em contato com uma superfície aterrada. Um conector pode quebrar ou se soltar, e pode resultar em fugas de fluido deteriorando, ou causando de um impacto. Em certas situações, o curto-circuito pode ser gerado através do esmagamento ou do corte de fios, particularmente, da bateria e de cabos do motor de arranque, que não são eletricamente protegidos e são projetados para transportar altas correntes. A grande quantidade de energia disponível na bateria pode ser suficiente para inflamar materiais com acúmulo de óleo do motor alguns objetos de plástico e isolamento elétrico. Um Curto-circuito significativo pode também ocorrer juntamente com o esmagamento da bateria.

**22.4.2.3 \* Filamentos de lâmpada ou lâmpadas quebradas.** Filamentos de lâmpadas ou lâmpadas quebradas também são uma fonte de ignição de energia, especialmente para gases, vapores, combustíveis líquidos, em forma de spray ou névoa. Normas operacionais de filamentos de lâmpadas mostram que estas têm temperaturas na ordem de 1400°C (2550°F). No entanto, a maioria dos filamentos opera no vácuo ou atmosfera inerte. Quando o filamento é exposto ao ar ambiente, normalmente, funciona por poucos segundos, em seguida, queima, uma vez que o filamento é aberto e a fonte de ignição está desaparecida.

**22.4.2.4 Fontes Elétricas Externas Utilizadas em Veículos.** Enquanto a maioria das fontes de energia elétrica em veículos é autossuficiente, existem situações em que a energia elétrica é fornecida a partir de uma companhia de eletricidade. Exemplos dessas fontes elétricas são as utilizadas em trailers de lazer

ou aquecedores elétricos para motores e interiores de veículos. Carregadores de bateria também podem proporcionar uma fonte externa de energia elétrica. Muitos veículos utilizados nos climas frios, especialmente aqueles com motores a diesel, têm um aquecedor elétrico para auxiliar na partida. Este aquecedor pode ser uma peça permanente no veículo, como um cabo secundário de alimentação. Inspeção dos cabos de alimentação elétrica deve ser feito quando possível, uma vez que uma sobrecarga do cordão ou uma falha do aparelho pode ser a causa do fogo. A aplicação imprópria de eletricidade externa pode danificar algum componente veículo, resultando em fracasso e, possivelmente, no fogo.

**22.4.3 \* Superfícies quentes.** Os componentes do escapamento podem gerar temperaturas suficientemente elevadas para inflamar o diesel e a gasolina. Fluidos de transmissão automática, especialmente se aquecidos devido a uma transmissão sobreacarregada, podem se inflamar em um coletor quente. Óleo do motor e certos fluidos de freio (DOT 3 e 4) quando caem em um coletor quente também podem se inflamar. Estes fluidos também podem se inflamar depois que o veículo é desligado. Esta ignição é devido à perda de fluxo de ar através do compartimento do motor, que dispersa os vapores e esfria superfícies quentes do motor. Quando o motor é desligado, o fluxo de ar cessa e as temperaturas podem subir. Isto pode ser suficiente para inflamar os vapores dos fluidos. O componente interno de um conversor catalítico tem temperaturas de operação de aproximadamente 700°C (1300°F). Temperaturas extremas desses conversores podem atingir 315°C (600°F) em operação normal e podem tornar-se maior onde a ventilação ou circulação de ar é restrita. Na maioria dos veículos, a superfície do tubo imediatamente acima do conversor catalítico operará mais quente do que o próprio conversor.

Normalmente, a gasolina não vai ser inflamada por uma superfície quente, pois requer uma faísca ou chama aberta para a ignição. Enquanto a ignição de vapores de gasolina em uma superfície quente é difícil de ser reproduzir, essas ignições não devem ser descartadas. Conforme relatado na publicação mencionada, a ignição de líquidos por uma superfície quente ao ar livre não foi observado até a temperatura de a superfície chegar a 200° C (360° F) acima da temperatura de ignição publicada. A ignição de líquidos por superfícies quentes é influenciada e

determinada por vários fatores, não apenas pela temperatura de ignição. Esses fatores incluem ventilação, ponto de ebulação do líquido, pressão de vapor do líquido, taxa de vaporização do líquido, nebulização da superfície do líquido e o tempo de resistência do líquido sobre a superfície quente.

**22.4.4 \* Faíscas Mecânicas.** O contato metal-metal (aço, ferro ou magnésio) ou o contato metal- pavimento pode criar faíscas com energia suficiente para inflamar os gases, vapores e líquidos de um átomo em estado ionizado. O contato metal-metal pode ocorrer em polias, eixos ou rolamentos, por exemplo. O contato metal-pavimento tipicamente envolve um eixo quebrado. Todo contato metal-metal ou metal-pavimento requer que o veículo esteja em movimento. Faíscas geradas em velocidades tão baixas quanto 8 km/h (5 mph) ter sido determinada a atingir temperaturas de 800 ° C (1470° F) (faíscas laranjas). Temperaturas mais altas, 1200° C (2190° F) produzem faíscas brancas. No contato alumínio-pavimento a faísca não é uma fonte de ignição competente para a maioria dos materiais por causa da temperatura relativamente baixa de fusão do alumínio. As pequenas partículas do tamanho (massa) de faíscas limitam a quantidade de energia disponível para inflamar materiais com os quais entre contato. Além disso, as faíscas arrefecem rapidamente especialmente quando se deslocam através do ar, o que limita a taxa de calor transferida para materiais com os quais entrar em contato. Por esses motivos, é difícil por faíscas para inflamar materiais sólidos.

**22.4.5 Restos de Cigarros.** Estofados modernos pela sua natureza química, são geralmente difíceis de ignorar com um cigarro. A ignição pode ocorrer se um cigarro aceso é enterrado em papel, tecidos, outros detritos, ou se o material do banco entra em contato com chama aberta. A espuma de uretano pode queimar prontamente e, uma vez inflamada com uma chama, acrescenta substancialmente a intensidade de um incêndio em veículo.

**22.5 Identificação e Funcionalidades dos Sistemas.** Cada sistema do motor de um veículo tem uma função específica. Nem todos os veículos a motor têm os mesmos sistemas; No entanto, muitos sistemas funcionam de forma semelhante.

A familiaridade com o sistema é essencial para a investigação adequada de um incêndio em veículo a motor. Se o investigador não sabe como um sistema opera, ele ou ela não será capaz de determinar se o sistema é de mal funcionou ou que foram alterados, ou se tal avaria ou alteração pode ser responsável pelo fogo. Quase todos os motores de veículo têm alguma forma de publicação de reparação. A maioria dessas reparações tem manuais que explicam o sistema para esse veículo em particular. Muitas publicações têm também a solução de problemas, guias para diagnosticar problemas potenciais. Estas publicações podem ser encontradas em lojas de autopeças e a maioria das bibliotecas públicas têm pelo menos manuais genéricos de reparação.

**22.5.1 Sistema de combustível.** Existem dois sistemas de combustível utilizados, em veículos movidos à gasolina: o vácuo / baixa pressão (sistema carburador) e alta pressão (sistema de injeção de combustível). Ambos utilizam um tanque de armazenamento de combustível, tubos e bomba para fornecer combustível para o motor. Fornecido o combustível para o motor, ele é atomizado, comprimido, e queimado.

**22.5.1.1 Sistemas de Baixa Pressão - carburador (vácuo).** No sistema a vácuo de baixa pressão, o combustível é tipicamente dinjetado a partir do tanque de armazenamento de combustível, uma bomba mecânica ligada ao motor. Esta bomba funciona apenas quando o motor está funcionando. O combustível é então bombeado a cerca de 20 kPa a 35 kPa (3 psi a 5 psi) para a taça de combustível do carburador. Os fluxos de combustível a partir da taça no Venturi, onde é misturado com o ar numa proporção de cerca de 20 para 1. A mistura ar-combustível é então arrastada para a câmara de combustão por meio da válvula de admissão. O pistão pressiona a mistura e uma faísca a incendeia. Problemas potenciais com este sistema ocorrem tipicamente no lado de pressão. Se um vazamento se desenvolve no lado do vácuo, o ar é puxado para o sistema e o veículo geralmente não será ligado. Os vazamentos no lado da pressão, no entanto, podem variar de uma névoa fina a uma corrente pesada. Podem ocorrer em uma linha de combustível ou no carburador e, geralmente ocorrem dentro dos limites do compartimento do motor. Se

uma ignição forte acontece, pode ocorrer um incêndio. Se uma linha de combustível é comprimida por um incêndio, de outra fonte, o combustível pode contribuir significativamente para disparar o crescimento do fogo e o resultado pode ser um sistema de combustível que parece ser a causa do fogo. Note-se que alguns veículos, originalmente vendidos com uma bomba mecânica, pode ter tido a bomba mecânica substituída por uma bomba elétrica. Se a bomba mecânica não parece ser ligada a uma linha de combustível, uma bomba elétrica pode estar em uso.

**22.5.1.2 \* Sistemas de injeção de combustível de alta pressão.** Na maioria dos sistemas de injeção de combustível de pressão, o combustível é normalmente bombeado a partir do tanque de armazenamento a pressões de 240 kPa a 480 kPa (35 psi a 70 psi). Isto é conseguido com uma bomba elétrica dentro ou perto do tanque de armazenamento. Esta bomba é normalmente energizada em qualquer momento pela chave de ignição, quando estiver na posição de funcionamento. A maioria dos modelos de veículos antigos tem bombas de combustível que estão interligados com o computador do motor. Alguns veículos podem, ainda estar equipados com um interruptor de inércia. Esta opção irá desligar a bomba de combustível no caso de um impacto. O combustível é bombeado para um único injetor de combustível montado no venturi ou um trilho de combustível como assessorio no motor. O único injetor de combustível montado no venturi normalmente está localizado no interior de um dispositivo que se assemelha a um carburador. O combustível é injetado (atomizado) de uma maneira muito mais controlada que em um carburador, aumentando a economia de combustível e de energia. Adicionalmente, ao proporcionar uma mistura de combustível e ar estável, este injetor reduz a poluição. O conjunto de grade de combustível é um tubo localizado na parte superior do motor para fornecer combustível a pressão constante e fluxo para cilindros injetores de combustíveis. Ambos os tipos de sistemas de alta –pressão também incluem um sistema de retorno de combustível. O sistema de retorno de combustível transporta o combustível não utilizado de volta para o tanque de armazenamento em quase a mesma pressão operacional como o fornecimento de combustível. Alguns veículos são equipados com um dispositivo de fornecimento e as linhas de retorno de combustível que está concebido para evitar que o combustível do tanque de combustível entrando nas linhas com o combustível da

bomba. Potenciais problemas com este sistema incluem vazamentos em acessórios. Quando se desenvolve uma fuga, a pressão do sistema pode impulsionar um fluxo de combustível a vários metros. Se o vazamento se desenvolve em lado da oferta do sistema, os problemas operacionais devem ser notados pelo operador. Estes podem resultar em baixo desempenho do veículo, incluindo dificuldades de partida e operação. Agora em situação grave é uma fuga no lado de retorno do sistema. Ambos os tipos de sistemas de alta pressão podem incluir um sistema de retorno de combustível de baixa pressão, normalmente menos de 21 kPa (3 psi). Um vazamento aqui pode ir como dificuldades operacionais não detectados pode não ser evidentes. Até mesmo os veículos que não estão trabalhando normalmente pode ter a pressão residual no sistema de combustível. Muitos veículos estão sendo equipados com equipamento de detecção de fluxo que monitora combustível de saída e de retorno. Se este sistema detecta um desequilíbrio, o sistema de temperatura é desligado. Se um incêndio em um veículo estacionado compromete a linha de combustível, normalmente haverá pouco vazamento. As linhas que entram no fundo do tanque de armazenamento podem sugar ou alimentar por gravidade, muitos galões de combustível para o fogo, uma vez que eles podem ter sido comprometidos. Mesmo se o comprometida à linha de combustível está acima do nível de combustível no tanque, o combustível pode ser liberado devido a qualquer pressão residual no tanque ou pressão resultante da exposição ao fogo.

**25.5.1.3 Sistemas de combustível a diesel.** Veículos movidos a diesel usam uma combinação de bombas para entregar o combustível do tanque de armazenamento para o motor. Às vezes, as bombas de elevador elétrico são usadas perto do tanque de armazenamento de combustível, ou motor montado. As bombas mecânicas são usadas. Estas bombas de elevação são tipicamente de alto volume, equipamentos de baixa pressão. Elas fornecem combustível para a bomba injetora de combustível montado no motor. A bomba injetora de combustível entrega o combustível em cada cilindro. O ar da combustão é levado por meio da aspiração natural, ou sob a pressão de um tubo carregado. Sistemas de distribuição de combustíveis a diesel são tipicamente muito robustos. Vazamentos geralmente ocorrem em acessórios soltos pela vibração do motor. Incêndios de motores a diesel são de rara ocorrência, mas acontecem ocasionalmente. Ocorrem quando vapores

combustíveis no ar são levados para o consumo através do fornecimento de ar do motor. A única maneira de parar um motor nestas circunstâncias é desligar o fornecimento de ar.

**22.5.1.4 Sistemas de gás e combustível de propano.** Tal como com o motor combustível, estes gases são armazenados como líquidos em reservatórios tipicamente pressurizados a uma regulagem de fluxo para o motor. Este sistema opera sob pressão elevada mais natural o propano de veículos a motor alimentou ainda um sistema de carburador para misturar o combustível com o ar de combustão. Vazamentos encontrados após o incêndio, no curso de uma verificação de pressão do sistema, podem não indicar o motivo do incêndio. Isto é devido, em parte, a diferentes coeficientes de expansão entre os acessórios e os materiais de tubulação. Potencial problema com este sistema é inerente à natureza do combustível. Caso um vazamento ocorra, o gás que escapa pode viajar grandes distâncias e pode ser inflamados por uma fonte remota. Se isto ocorrer, o fogo pode piscar de volta para a fonte e Explosões podem ocorrer. Não é comum que os tanques de armazenamento de combustível natural ou propano sofram ruptura durante um incêndio. Esta ruptura pode ocorrer por conta da pressão interna, que não pode ser aliviada com a rapidez necessária, e da origem ao incêndio. O perigo de uma fuga não é tão grave como em um sistema de combustível, mas pode ser tão catastrófica quanto. A investigação de incêndios em combustíveis requer muita das mesmas técnicas que de uma investigação estrutural. Mais informações sobre a natureza dos sistemas de gás natural podem ser encontradas na NFPA 54, Código Nacional de Gás Combustível. Mais informações sobre os sistemas de gás propano podem ser encontradas em NFPA 58, Gás Liquefeito de Petróleo.

**22.5.1.5 Turbos Compressores.** Turbo de alimentação é a utilização de uma turbina que adiciona ar a potência de saída de um motor, aumentando a quantidade de ar que é forçado para dentro do cilindro. A turbina utilizada pode adicionar ao compressor até 100.000 rpm . O turbo compressor utiliza os gases de escapamento para a propulsão e, em muitos casos, o turbo compressor é o ponto mais quente em um motor. O calor gerado pode incendiar combustível ou outros materiais

inflamáveis, tanto motores a gasolina como ao diesel podem ser turbo. Um vazamento de óleo de um turbo carregador pode aumentar a sua temperatura de funcionamento e pode ser o primeiro combustível inflamado em um incêndio.

**22.5.2 Sistema de controle de emissão.** A maioria dos veículos é equipada com algum tipo de controle de emissões. Este sistema controla as emissões de gases de escapamento e recolhe os vapores da gasolina. Este sistema normalmente regula a entrada de combustível, sincroniza os ajustes e a recirculação dos gases de escapamento (EGR). Os principais componentes desses sistemas estão localizados no compartimento do motor, e consistem em uma válvula EGR, um recipiente de carvão vegetal, uma variedade de borracha, mangueiras de vácuo e sensores que interagem com o computador de bordo. As válvulas EGR fazem recircular uma parte dos gases de escapamento, de modo que o motor vai aquecer mais rapidamente, sem colocar vapores ricos em combustível para a atmosfera. As vasilhas de carvão recolhem o excesso de vapores do combustível. Esses vapores são atraídos para dentro do motor e queimados quando o motor é ligado. Um possível problema é o vazamento de vapor da vasilha de carvão ou mangueiras de vapor. Estes vapores podem viajar por todo o compartimento do motor e, se uma fonte de ignição estiver presente, pode inflamar-se da mesma maneira como os gases anteriormente discutidos. Encher demais o tanque de combustível pode forçar o líquido para a vasilha de carvão, causando inundações. A válvula EGR pode ficar fazendo com que os gases de escapamento ricos em combustível a ser recirculados traduzidos para o motor.

**22.5.2.1 Sistema de Escapamento.** O sistema de escapamento faz mais do que transportar os gases de escapamento para o motor. Ele também serve como uma parte do sistema de controle de emissões. O coletor de escapamento é apafusado diretamente no motor. É o coletor para os gases de escapamento proveniente de cada um dos cilindros. Esse coletor é geralmente localizado abaixo da tampa da válvula. Um vazamento na tampa da válvula ou na junta pode permitir que o óleo do motor fosse para o distribuidor, o que pode resultar em ignição. (Veja 22.4.3) No tubo de cabeçote (a primeira seção tubo do motor), geralmente há um

sensor de oxigênio. Este sensor detecta o teor de oxigênio no fluxo de escapamento e envia um sinal para o computador de bordo para fazer a entrega de combustível e ajustes. Ao lado do dispositivo de sistema de escapamento está o conversor catalítico. A entrada do tubo de escapamento, de aproximadamente 8 cm a 10 cm (3 polegadas a 4 polegadas) em frente ao conversor, é normalmente a parte mais quente do sistema de escapamento. Temperaturas de 343° C (650° F) foram medidas durante a operação normal. Se o motor estiver falhando, estas temperaturas podem aumentar significativamente. Um perigo potencial em um motor que funciona normalmente é o contato com objetos inflamáveis, como a grama alta ou detritos, com escapamento e superfícies de conversores catalíticos. Um mau funcionamento do motor pode causar ao catalisador pare de executar quente o suficiente para inflamar.

**22.5.3 Motor com Sistemas Elétricos.** O sistema de fio terra negativo de 12 volts tem uma bateria como fonte primária de energia. A bateria é conectada a ambos o positivo e o negativo do sistema elétrico. Se um dos cabos da bateria for desconectado, nenhuma energia pode fluir. O motor de partida do veículo chama energia da bateria e depois que o motor é iniciado, o alternador assume, fornecendo toda energia que o carro precisa. A quantidade de energia capaz de ser gerada por qualquer condutor pode ser avaliado pelo tamanho relativo daquele condutor. Quanto maior for o condutor, mais energia ele pode carregar. Normalmente, os maiores condutores são encaminhados a partir da bateria para o motor de arranque e da bateria para o alternador. O escorvamento é comumente encontrado em um ou mais desses condutores após um incêndio. Além de fornecer energia elétrica, a bateria de chumbo-ácido também pode ser uma fonte de combustível na forma de gás hidrogênio. O hidrogênio pode ser liberado durante o carregamento. Pequenas quantidades de hidrogênio e oxigênio estão também presentes dentro baterias seladas (sem manutenção) e podem ser liberadas devido a danos mecânicos durante uma colisão. O gás hidrogênio tem uma gama muito ampla de explosivo e facilmente inflamável por fontes de baixa energia. No entanto, é incomum que uma superfície quente para provocar a ignição de hidrogénio.

**22.5.3.1 Sistemas Elétricos Doze Volts.** A distribuição de energia em todo o veículo é conseguida ligando o positivo de 12 volts (+12 V) em uma barra Esta barra de tem fusível ou disjuntores conectados, que protegem os circuitos de uma sobre corrente. Uma diferença importante entre os veículos e estruturas é que o quadro inteiro, corpo e motor podem ser utilizados como o caminho de terra. Isto significa que, durante uma inspeção, apenas um condutor pode ser encontrado ligado a um dispositivo. Isto também significa que, se um condutor energizado se irritar ou esfregar sobre uma superfície de quadro, corpo, ou do motor, pode completar um circuito. Na maioria dos casos, isso vai simplesmente fazer com que a sobre corrente do dispositivo de proteção de operar e de energizar o circuito. Se alguém, em seguida, substitui o fusível por um fusível maior, o problema pode parecer a ser resolvido. O fusível maior pode permitir que um sobre carregamento dos condutores e circuitos, que podem resultar em um fogo. Apenas alguns circuitos têm potencial +12 V quando o motor não está em execução e a chave de ignição estiver desligada. Estes são geralmente os circuitos da bateria para o motor de arranque, o circuito a partir da bateria para o alternador e o circuito da bateria para a chave de ignição, como o relógio e um isqueiro. Os circuitos que alimentam acessórios de reposição conectados diretamente à bateria (com ou sem proteção de sobre corrente) também podem ser energizados quando o motor não estiver funcionando. Um método de determinação se o veículo estiver em execução no momento do incêndio, assumindo que os fusíveis sobreviveram ao fogo, é examinar o controle dos fusíveis do motor. Em geral, se nenhum dos fusíveis de controle do motor for aberto, o veículo não estava funcionando. Esquemas de ligação serão normalmente apresentam isolamento do condutor, a localização do dispositivo, e função. Muitos componentes elétricos têm o potencial de mau funcionamento e superaquecimento. Muitos destes componentes também têm uma fonte de combustível preparado na sua construção. Muitos dos condutores do motor de veículos são compostos por fios de cadeia, que se tornam muito quebradiços em caso de aquecimento. Portanto, a fiação deve ser cuidadosamente documentada antes de qualquer movimento substancial ao qual a fiação seja submetida.

**22.5.3.2 Outros Sistemas Elétricos.** Sistemas elétricos em carros mais velhos podem ser apenas de 6 volts. Alguns veículos mais antigos também têm

sistemas de terra positivos. É raro que um investigador de incêndios encontre um desses sistemas. Veículos maiores podem ter sistemas de 24 volts. Estes sistemas são encontrados em veículos de maiores dimensões, ônibus e equipamentos pesados. Sistemas elétricos alternativos são encontrados em veículos de recreio. Estes sistemas têm uma combinação de 12 volts corrente contínua e 120 volts de corrente alternada. Muitos veículos de passeio têm sistemas adicionais que tem conversores, que mudam a corrente de 120 volts para 12 volts. Estes veículos também podem ter inversores de energia que irão converter 12 V a 120 V. Podem também ser equipados com geradores de bordo que produzem 120 volts. Estes geradores devem ser inspecionados como potenciais causadores do incêndio, uma vez que têm a maioria das propriedades de um veículo propriamente dito, ou seja, o fornecimento de combustível, sistema de ignição, de escapamento e assim por diante.

**22.5.4 Sistemas Mecânicos de Energia.** Os veículos a motor são geralmente alimentados por um motor de combustão interna, que pode ser executado em uma variedade de combustíveis. Um motor de combustão interna é uma complexa máquina com diversos componentes que trabalham em sincronismo. Para manter um funcionamento correto, todas estas peças devem permanecer bem presas e muitas necessitam de lubrificação ou de arrefecimento. A falha mecânica do motor pode fazer com que componentes e peças sejam impulsionadas em altas velocidades e grande distância do motor. Pistões e bielas são conhecidos por romper o lado de um bloco de motor e outros danos de componentes fora do motor. Vapores do cárter podem escapar através de um orifício criado por uma falha e inflamar numa superfície quente. A falha mecânica também pode resultar no fracasso da linha de combustível. Um pedaço de pistão cortando a linha de combustível pode certamente levar a um incêndio. A maioria dos motores não funciona depois de uma falha mecânica.

**22.5.4.1 Sistemas de Lubrificação.** A maioria dos motores usam óleo e hidrocarbonetos para lubrificação. O óleo recolhido num recipiente no fundo do motor é distribuído por uma bomba mecânica. O óleo volta para a panela por fluxo

de gravidade. A maioria das bombas de óleo operam em 240 kPa a 415 kPa (35 psi a 60 psi). O óleo pode vaziar em muitos locais ou superfícies de acoplamento do motor. Vazamentos em todas as juntas, por exemplo, podem permitir que o óleo a ser soprado sobre o escapamento quente, ou óleo vazando de uma junta da tampa de válvula pode fluir para baixo em um coletor quente. Vazamentos de óleo podem resultar em incêndios após o veículo estar desligado (ver 25.4.3). Falta de óleo na lata do motor provocar a falha dos componentes internos. Estas falhas podem levar a falha mecânica catastrófica, o que pode, por sua vez, provocar um incêndio.

**22.5.4.2 Sistemas de Refrigeração Líquida.** O arrefecimento do motor é realizado com líquido ou ar. Veículos a motor com refrigeração líquida usam um sistema fechado constituído de vias de passagem através do motor, uma bomba de água, mangueiras, termostato e um radiador. Quando o motor atinge a sua temperatura normal de funcionamento, o refrigeramento do motor também aquece. Este refrigerante é circulado através do sistema da bomba de água. Quando o fluido de arrefecimento atinge uma temperatura pré-definida [tipicamente no intervalo de 80 ° C a 90°C (180° F a 195° F)], o termostato é aberto, permitindo que o líquido de refrigeração flua para o radiador. O radiador é um permutador de calor, representada por uma série de pequenos tubos, ligados entre dois tanques. Um ventilador é usado para fornecer um fluxo de ar à baixa velocidade ou quando o veículo está parado. O fluxo de ar ao redor dos tubos reduz a temperatura antes de ser enviado de volta para o motor. Um sistema normal de arrefecimento vai funcionar a cerca de 110 kPa (16 psi). A maioria dos sistemas de refrigeração é concebida para utilizar uma mistura de 50 por cento (anticongelante) e 50% de água. Em climas mais frios, as maiores porcentagens de anticongelante são utilizadas.

**22.5.4.3 Os Sistemas de Ar Refrigerado.** Motor refrigerado a ar usa um ventilador e dutos para movimentar o ar ao redor do motor. Esses refrigeradores são tipicamente acionados por correia.

**22.5.5 Distribuição de Energia Mecânica.** Energia mecânica produzida pelo motor deve ser entregue às rodas motrizes. Este fornecimento é realizado por meio de uma transmissão. A transmissão pode ser composta por engrenagens mecânicas

ou engrenagem hidráulicamente conduzida. As partes móveis das transmissões requerem lubrificação.

**22.5.5.1 Transmissões Mecânicas.** Transmissões mecânicas são voltadas a receber potência do motor através da embreagem. O conjunto de embreagem está localizado entre o motor e a transmissão e consiste de uma placa de pressão aparafusado ao motor, volante e um disco de embreagem no eixo dianteiro de transmissão. A seleção de engrenagens de transmissão é realizada mecanicamente por hastes e alavancas. As engrenagens de transmissão são lubrificadas com um banho de óleo. O óleo pode ser tão pesado quanto 120 ou 130 óleos de engrenagem de peso, ou leve como fluido de transmissão automática. Falhas mecânicas podem ser tão catastróficas como as do motor. Vazamentos de óleo lubrificante da transmissão podem ocorrer na área do sistema de escapamento. Fluidos da transmissão geralmente podem ser adicionados diretamente apenas por baixo do veículo, embora existam as aberturas no lado da transmissão. O excesso de uma transmissão orientada manualmente é raro.

**22.5.5.2 Transmissão Hidráulica.** Voltadas, comumente para transmissões automáticas, estes dispositivos recebem engrenagem é a força através de um conversor de torque. Um conversor binário permite que o motor funcione em marcha lenta, sem a movimentação do veículo.

Isto é conseguido por palhetas no conversor binário permitindo uma pequena quantidade de fluido de transmissão para fluir em torno das palhetas. Conforme aumenta a velocidade do motor, o fluido não pode mais fluir em torno das palhetas e a energia é transferida para a transmissão. A seleção de velocidades é realizada pela transmissão, dependendo de fatores como velocidade do motor e demandas de carga. O fluido usado em transmissões automáticas requer arrefecimento e esse arrefecimento é tipicamente conseguido através do encaminhamento do fluido através de um refrigerador no radiador do motor. O fluido pode ser adicionado através da abertura do compartimento do motor, a remoção do indicador de nível de fluido de transmissão (vareta), seguida da adição de fluido para baixo do tubo. O excesso de óleo de transmissão pode facilmente ocorrer. A fuga da junta pode

ocorrer na área do sistema de escapamento. O excesso de fluido pode ser expulso pelo tubo da vareta, caindo frequentemente sobre o coletor de escapamento. A expulsão de fluido também pode ocorrer a partir da transmissão de funcionamento sob carga pesada ou se o tipo de fluido adicionado na transmissão é errado.

**22.5.6 Acessórios para o Sistema de Energia Mecânica.** Compressores de ar condicionado, bombas de direção hidráulica, bombas de ar e bombas de vácuo são todos os dispositivos mecânicos que podem ser associadas ao motor. Todos estes dispositivos têm o seu próprio potencial de mau funcionamento. Caso se suspeite de uma avaria em um destes dispositivos, um manual de referência apropriada deve ser consultado.

**22.5.7 Sistema Hidráulico de Frenagem.** O sistema hidráulico de frenagem é ativado por um pedal acoplado a um cilindro mestre. Este cilindro mestre está conectado com tubulação para os cilindros de roda. Pressionando o pedal o sistema produz uma pressão mais elevada no sistema de frenagem, a qual é transmitida para os cilindros auxiliares. Esta pressão traz as lonas de freio (sapatas e pastilhas) em contato com os tambores de freio ou rotores, criando atrito, o que para o veículo. Os sistemas de frenagem trabalham sob alta pressão e até mesmo, um pequeno vazamento pode produzir um spray que pode ser inflamado se entra em contato com uma fonte de ignição.

**22.5.8 Sistemas de Para-Brisa.** Líquido de lavagem é tipicamente alto teor de álcool. Solvente de para-brisas, se pulverizado sobre uma superfície quente, pode formar um vapor que pode se tornar inflamável. A condição do reservatório(s) fluido para-brisa deve ser analisada, observando esmagamento ou ruptura. O reservatório de solvente é geralmente de um material plástico e pode ser consumido por um incêndio. Se o reservatório for consumido, observar se as partes do corpo têm penetraram no espaço que seria ocupado pelo reservatório. Alguns sistemas utilizam bicos aquecidos para manter o líquido de lavagem a salvo de congelamento. Uma avaria no aquecedor pode causar um incêndio. Soluções suficientemente diluídas pela água não vai inflamar.

**22.6 Carrocerias.** Muitos painéis da carroceria de veículos modernos são feitos de plástico, polímeros, ou materiais de fibra de vidro e não queimam durante um incêndio. Estes materiais por si só não representam um risco significativo de incêndio; no entanto, depois de um incêndio começar, eles podem aumentar significativamente a carga de combustível. Muitas vezes todas as cabines de um carro serão consumidas, ou painéis de porta e capô terão desaparecido. Os painéis dentro dos para-lamas dianteiros em muitos carros é de plástico; caso sejam completamente queimados e a ventilação adicional estará disponível para os incêndios no compartimento do motor. Deve-se notar que o alumínio, magnésio e suas ligas são elementos utilizados de painéis em alguns veículos. Estes painéis não queimam, muitas vezes com grande intensidade. A partição entre o motor e o compartimento é comumente referida como qualquer parede de fogo, carenagem, ou anteparo. Nos veículos modernos, a partição pode ter inúmeras penetrações, algumas associadas com o aquecimento e ar-condicionado ou dutos do sistema. Os dutos são normalmente feitos de plástico reforçado e podem queimar, resultando em um caminho para o fogo se espalhar para o compartimento do motor. O fogo também pode se espalhar por condução através da divisória de metal para combustíveis.

**22.6.1 Acabamentos Interior e Acessórios.** Os acabamentos interiores e mobiliários (assentos e estofamento) da maioria dos veículos a motor representam uma carga significativa de combustível. Se o veículo estiver queimado, tentar determinar qual era a carga inicial de combustível no interior e como foi arranjado. Documentar a presença (ou ausência) de assentos e equipamentos acessórios, tais como rádios, leitores de CD ou telefones.

**22.6.2 Áreas de Carga.** Um incêndio em veículos a motor pode envolver o tronco do automóvel, as áreas de armazenamento de um motor-home, ou o compartimento de carga de um caminhão tal informação é importante para determinar se o fogo teve origem na área de carga ou se espalhou para essas áreas. O investigador deve fazer um inventário dos materiais que estavam presentes nessas áreas. A inspeção dos detritos pode ser suficiente ou pode ser preciso entrevistar proprietários ou ocupantes para obter as informações necessárias.

**22.7 Gravações de Cenas de Incêndios em Veículos.** As mesmas técnicas são empregadas para veículos que são usados para a estrutura incêndios. Sempre que possível, o veículo deverá ser examinado na cena. Em muitos casos, no entanto, o investigador pode não ter a oportunidade de ver o veículo no local. Por muitas razões, por exemplo o veículo pode ter que ser movido antes do investigador chegar à cena. Frequentemente, parte da análise ocorre em um ferro-velho ou oficina. A inspeção de incêndio do veículo deve incluir os procedimentos em 22.7.1 através de 22.7.5.

**22.7.1 Identificação do Veículo.** Deve-se identificar o veículo para ser inspecionado e registrar as informações. Isto implicará descrevê-lo por marca, modelo, ano do modelo, bem como qualquer outra identificação de características. O veículo deve ser precisamente identificado por meio do número de identificação do veículo (CHASSI). A composição do chassi fornece informações sobre o fabricante, país de origem, o estilo de corpo, tipo de motor, ano do modelo, número de planta de montagem e produção. O chassi da placa é mais vulgarmente colocado sobre o painel de instrumentos em frente à posição do condutor. Pode ser aposta com rebites. Se esta placa sobrevive ao fogo, o número deve ser gravado com precisão. Informações de produção também são frequentemente encontrados com etiqueta na porta pilar do motorista. Muitos fabricantes também estampam, pelo menos, um VIN parcial do lado do motor. É a separação onde se separa o compartimento de máquinas do compartimento de passageiros. O bronze escova de cerdas irá limpar esse número para que seja legível. Se o número se torna ilegível ou parece foram adulterados, então a ajuda de um deve ser solicitada seguinte:

- (1) Uma unidade de roubo de carros da polícia
- (2) Um membro da Nacional Insurance Crime Bureau no EUA
- (3) Um membro do Automóvel Theft canadense em Canadá

Estas pessoas têm a experiência necessária para identificar o veículo por meio de códigos confidenciais localizados em outras partes do veículo. O chassi deve ser verificado tanto no Nacional Crime Informação Center (NCIC) ou a Polícia do Canadá Centro de Informação (CPIC) para garantir que não há nenhum registro nele.

**22.7.2 História dos Veículos Incendiados.** Para facilitar a discussão, o exame detalhado é discriminado por seus componentes ou áreas que têm uma função comum. Sugere-se que uma tentativa seja feita para desenvolver um cenário dos eventos que antecederam o fogo, bem como a progressão do próprio fogo. Para fazer isso é sugerido que o operador do veículo, os passageiros, os espectadores, o pessoal do corpo de bombeiros e da polícia possam ser entrevistado separadamente. Essas informações devem ser utilizadas para assistir com o exame.

As informações sobre o funcionamento do veículo imediatamente antes do incêndio devem ser obtidas a partir de operador e / ou proprietário para determinar o seguinte:

- (1) Quanto o veículo tinha de quilometragem rodada.
- (2) O número total de quilômetros do veículo
- (3) Se o veículo estava operando normalmente (parado ou avarias elétricas)
- (4) Quando o veículo fez a última revisão - óleo, reparos.
- (5) Quando o veículo fez o último abastecimento e da quantidade de combustível.
- (6) Quando e onde o veículo estava estacionado.
- (7) Se o veículo foi visto antes do incêndio.
- (8) Quais os equipamentos de que o veículo dispunha: rádio, CD, telefone celular, vidros elétricos, assentos, rodão, e assim por diante.
- (9) Quais itens pessoais estavam no veículo - roupas, ferramentas e assim por diante.

Se o veículo estava a ser transportada, por transportadora, no momento do fogo ocorreu, os seguintes pontos adicionais devem ser abordados:

- (1) Até onde o veículo foi conduzido.
- (2) Qual rota de viagem ele seguiu.
- (3) Se ele foi carregado, com um reboque, sendo conduzido rapidamente e assim por diante.
- (4) Se o veículo estava operando normalmente.

(5) Quando o veículo foi para o último alinhamento e a quantidade de combustível.

(6) Quando e onde o cheiro, fumaça ou chamas foram notados primeiro.

(7) Como o veículo reagiu parando, correndo de forma irregular, ou há indícios de danos elétricos.

(8) O que o operador fez.

(9) O que foi observado.

(10) Se houve tentativas de apagar o fogo e como.

(11) O período de tempo antes que o fogo queimou antes da ajuda chegar.

(12) O tempo total que o fogo queimou até que fosse extinto.

**22.7.3 Indicações do Veículo.** Uma vez que o veículo tenha sido identificado positivamente como sendo o objeto da investigação, a função do fiscal de identificação do veículo, sua composição, e seu fogo suscetível devem ser revistos. Para assegurar que não existam quaisquer informações negligenciadas, o pesquisador pode examinar um veículo de mesmo ano, marca, modelo e equipamentos ou manuais. A utilização de uma lista de verificação pode auxiliar o investigador a inspecionar completamente o veículo. (Ver figura 22.7.3 (e) para um exemplo de lista de verificação). Ela não se destina a serem todas as inclusive, e pode não se aplicada a uma dada investigação e, além disso, não pode cobrir todos os itens que um investigador precisa identificar na cena.

**25.7.4 Gravação em Cena.** O investigador deve fazer um diagrama do local do incêndio, mostrando pontos de referência e distâncias em relação ao veículo. O diagrama deve ter detalhes suficientes para identificar a localização do veículo, antes de sua remoção. A cena global deve ser fotografada, mostrando edifícios circundantes, estruturas rodoviárias, a vegetação, outros veículos, e impressões deixadas pelos pneus ou pegadas. Todos os danos de fogo para qualquer um dos itens ou sinais de descarga de combustível acima devem ser fotografado e documentado para ajudar na análise da propagação do fogo. A localização e as condições de quaisquer peças ou detritos que se destaquem devem ser documentadas.

O veículo deverá ser fotografado. As fotografias devem incluir todas as superfícies, incluindo a parte superior e inferior. A parte inferior geralmente pode ser documentada como o veículo foi carregado para o transporte. Tanto áreas danificadas e ou não danificadas, incluindo os danos no interior e exterior, devem ser fotografados. Fotografias de interiores completos devem incluir vistas cruzadas de um lado para o outro. Fotografias são particularmente importantes antes da remoção de detritos. Eles vão mostrar a posição dos itens no chão, como conteúdo, copos de ignição e chaves.

Qualquer evidência mostrada no caminho de propagação do fogo para dentro ou fora de qualquer compartimento (motor, passageiro, tronco, carga, etc...) ou em qualquer compartimento deve ser fotografado. Como a estrutura de incêndios, o curso de deslocamento do fogo pode ser difícil de determinar em um veículo totalmente queimado.

Os espaços de carga devem ser fotografados. O tipo e a quantidade de carga e qualquer envolvimento no incêndio devem ser observados. Se possível, a remoção do veículo e qualquer dano que resulta do processo de remoção deve ser documentada. Além disso, após a remoção do veículo(s), o local deve ser fotografado, observando queimaduras sobre a terra ou pista e a localização de vidro e outros detritos. Desenhos e notas devem estar preparados para aumentar as fotografias.

**25.7.5 Gravando o Veículo Longe da Cena.** Se o veículo foi removido do local, uma visita ao local pode ser útil. As fotografias que foram tiradas no local devem ser revista. Antes da inspeção veicular, o máximo de informações deve ser coletadas. Estas informações devem incluir a data e a hora da perda; localização de perda; operador, passageiro, ou declarações de testemunhas; a polícia e os relatórios do departamento de incêndio; localização atual do veículo; e método de transporte. O processo básico de documentar as condições do veículo são as mesmas, independentemente de onde ele é. Quando a inspeção é atrasada e o veículo está localizado em um local remoto, as partes podem estar desaparecidas ou danificadas. Além disso, o veículo(s) podem ter sido danificado pelos elementos e padrões de incêndio, principalmente, aqueles em superfícies de metal, podem ser obscurecidas. Se o armazenamento ao ar livre é provável, devem ser tomadas providências para que o veículo seja coberto com uma lona ou outro material

adequado. Muitas vezes, o desenvolvimento de ferrugem em painéis de corpo ocorre dentro de poucos dias do incêndio pode fazer padrões de queimaduras mais visíveis, mas a ferrugem posterior pode obscurecê-los.

Mesmo que o veículo seja examinado no local, há vantagens em inspecionar um veículo longe da cena. Por exemplo, é mais fácil mover ou remover os painéis do corpo que podem ser de bloqueio em vista das áreas críticas. Computador é muitas vezes disponível, assim como ferramentas para a desmontagem, se necessário. Frequentemente, os arranjos podem ser feitos para ter equipamentos como empilhadeira disponível para levantar o veículo para uma inspeção mais detalhada. O veículo deve ser cuidadosamente fotografado quando examinado em locais longe da cena.

**22.8 Exames de Veículos Motorizados.** O exame de um veículo a motor depois de queimado é uma tarefa complexa e variada. Como a estrutura de incêndios, o primeiro passo é determinar uma zona de origem. A maioria dos veículos a motor pode ser dividida em três compartimentos principais: o compartimento do motor, o compartimento de passageiros ou interiores e compartimento de carga . O tamanho, a construção, a carga de combustível e um destes compartimentos pode variar consideravelmente.

Exame do exterior pode revelar os padrões de queimaduras significativas. A localização do fogo, e da maneira que o pára-brisa reage a ele, pode permitir uma determinação do compartimento de origem. Diagramas ilustrando queimadura padrão de desenvolvimento em função do compartimento de origem são mostrados na Figura 22.8 (a) e Figura 22.8 (b). Um incêndio frequentemente causar a falha na parte superior do para-brisa e vai deixar os padrões de queimaduras radiais (padrões de queimaduras que parecem irradiar de uma área) sobre o capô, como mostrado na Figura 22.8 (c) e Figura 22.8. (d).

Incêndio no motor, por outro lado, normalmente penetrar no interior do lado do passageiro e irá causar uma falha na parte inferior dos para-brisas. Padrão radial de um incêndio do motor pode ser observado nas portas. Exemplos de padrões produzidos pelo motor incêndios são mostrados na Figura 22.8 (e) e Figura 22.8 (f).

Uma vez que determina o compartimento de origem tenha sido estabelecida, uma inspeção detalhada pode ser feita. Tal como acontece com uma estrutura de

fogo, a inspeção do veículo a motor deve funcionar a partir da área de menos danos para a zona de maior dano.

<b>NOTA DE INSPEÇÃO VEICULAR</b>					
Trabalho # _____	Reclamação # _____	Data da Ocorrência _____			
Assegurado _____	Data da Atribuição _____				Endereço (Cidade, Estado) _____ Data de Recebimento _____
Localização da Perda _____	Data de Inspeção: _____				Localização da Inspeção: _____
Roubado? <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não Recuperado em: _____ em _____ em _____					
Relatório da Polícia: _____	Relatório do fogo: _____				
# Chaves _____	Sistema de Alarme? <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	Tipo de Alarme _____			
Chaves Escondidas? <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	Localização _____				
<b>VEICULO</b>					
Fabricação _____	Modelo _____	Ano _____			
Chassi _____	Quilometragem _____				
<b>EXTERIOR</b>					
Pneu	Tipo de Pneu	Tipo Roda	Recalchutamento	Talões	Desaparecido
RFD	_____	_____	_____	_____	_____
RFE	_____	_____	_____	_____	_____
RTD	_____	_____	_____	_____	_____
RTE	_____	_____	_____	_____	_____
ESTEPE	_____	_____	_____	_____	_____
Portas	Vidro S/N	Janelas Bai/Cima	Destrancadas	Aber/Fecha	Danos Previstos
PFD	_____	_____	_____	_____	_____
PFE	_____	_____	_____	_____	_____
PTD	_____	_____	_____	_____	_____
PTE	_____	_____	_____	_____	_____
Partes da Carroceria	Construção	Condição		Danos Previstos	
Parachoque Dianteiro	_____	_____		_____	
Grade	_____	_____		_____	
Para Lama	_____	_____		_____	
Parachoque Traseiro	_____	_____		_____	
Grade Traseira	_____	_____		_____	
Para Lama Traseiro	_____	_____		_____	
Capô	_____	_____		_____	
Telhado	_____	_____		_____	
Porta Mala	_____	_____		_____	
Debaixo do Capô	Intacto	Desaparecida	Partes Desaparecidas	Estado	
Motor	_____	_____	_____	_____	
Bateria	_____	_____	_____	_____	
Correias e Mangueiras	_____	_____	_____	_____	
Cabos	_____	_____	_____	_____	
Acessorios	_____	_____	_____	_____	
Fluidos	Nivel	Condinção	Amostra tomadas		
Óleo	_____	_____	_____		
Transmissão	_____	_____	_____		
Radiador	_____	_____	_____		
Óleo da Direção	_____	_____	_____		
Freios	_____	_____	_____		
Embreagem	_____	_____	_____		

Nota de Campo de Inspeção de veículos 2 de 2

Trabalho # \_\_\_\_\_

INTERIOR	Intacto	Perdido	Partes Perdidas	Estado
Luzes de Instrumento	_____	_____	_____	_____
Porta Luvas	_____	_____	_____	_____
Coluna de Direção	_____	_____	_____	_____
Ignição	_____	_____	_____	_____
Banco da Frente	_____	_____	_____	_____
Bando Traseiro	_____	_____	_____	_____

#### Fabricante / Modelo

Rádio	_____	_____	_____
Alto-Falante	_____	_____	_____
Acessórios	_____	_____	_____

Solos	Mostra Tomada
Frente Direita	_____
Frente Esquerda	_____
Traz Direita	_____
Traz Esquerda	_____

#### EFEITOS NO INTERIORS

##### POR TA MALA

##### ELEMENTOS DE FABRICA NÃO DESCrito PREVIAMENTE

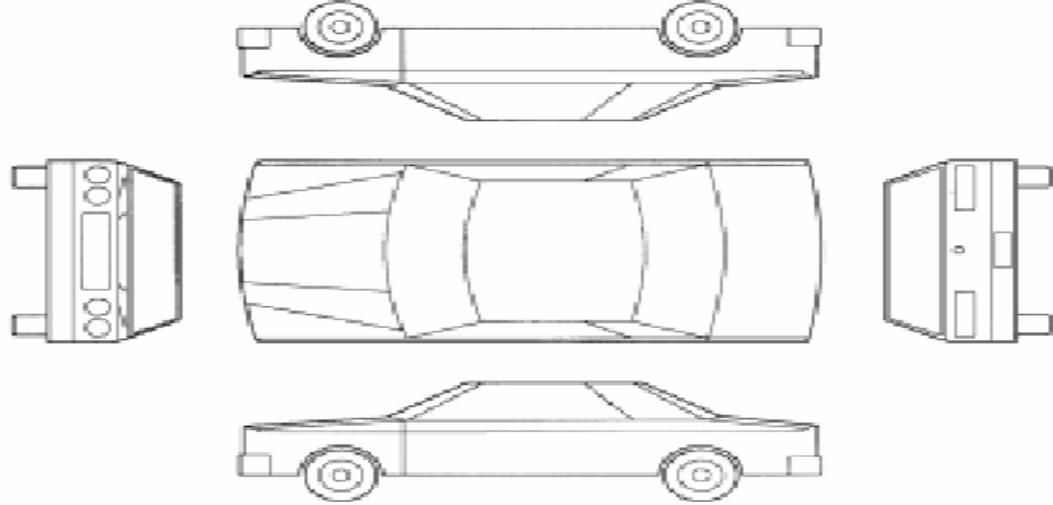


FIGURA 22.8 (a) Desenvolvimento da marca do fogo desde a sua origem interna.

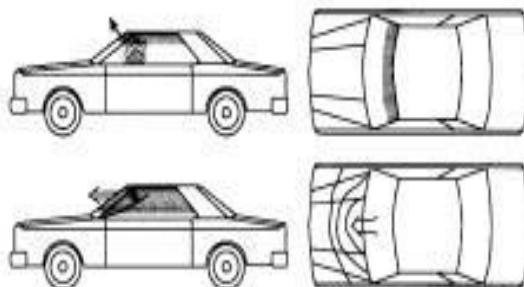


FIGURA 22.8 (b) Desenvolvimento da marca do fogo desde o motor.

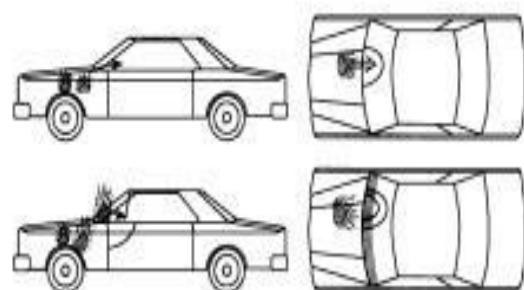


FIGURA 22.8 (b) Desenvolvimento da marca do fogo desde o porta malas.



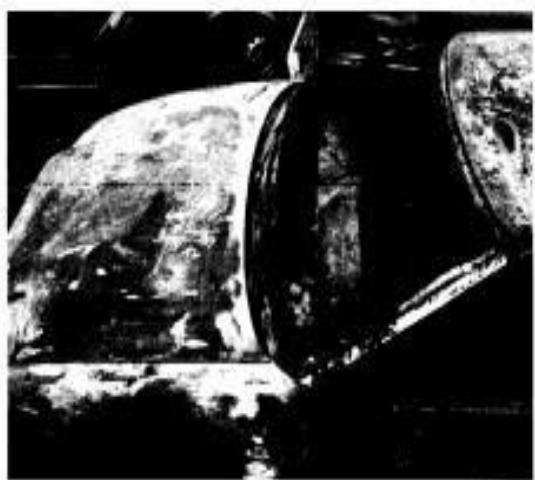
FIGURA 22.8 (d) Desenvolvimento da marca do fogo desde o compartimento de passageiros.



FIGURA 22.8 (e) Fenda inicial do para-brisa causado por um incêndio no compartimento do motor.



FIGURA 22.8 (f) Marca na porta do condutor produzido por um incêndio no motor.



**22.8.1 Exame de Sistemas de Veículos.** Depois de estabelecer um compartimento de origem o examinador isola os sistemas individuais, em que a área pode ser examinada. Usando as identificações do sistema e funções.

**22.8.2 Interruptores, Puxadores, Alavancas.** Durante a inspeção do interior do veículo, a posição dos interruptores deve ser anotada para determinar se eles estavam na posição "on". Deve ser feita uma tentativa para determinar se as janelas estavam para cima ou para baixo e quais eram suas condições antes do incêndio. A posição do mecanismo de mudança da engrenagem deve ser anotada, e o interruptor de ignição deve ser examinado, se possível, para todos os sinais de uma chave, adulteração, ou quebra da fechadura. As maiorias destes elementos são feitos de material que vai ser facilmente consumido por um incêndio. No entanto, pode haver resíduo suficiente para ajudar na investigação.

**22.9 Combustão Total.** Os veículos que queimaram até a conclusão apresentam problemas especiais para a determinação da origem e causa do incêndio. Se um veículo queima até a conclusão, pode não haver testemunhas para entrevistar e, possivelmente, nenhuma resposta para os bombeiros. O veículo deve ser identificado e documentado. Deve ser feita uma tentativa para determinar o estado do veículo na altura do fogo. Se os componentes estão em falta, deve ser feita uma tentativa para determinar se eles foram removidos antes do fogo, ou removida ou perdida após o fogo. A condição pré-fogo do motor e da transmissão pode frequentemente ser determinada pela análise de seus fluidos. Resíduos do incêndio do chão e áreas circundantes podem ser verificados quanto à presença de resíduos líquidos inflamáveis.

**22.10 Veículos Roubados.** Os veículos que são roubados ou furtados supostamente apresentar um caso especial. A probabilidade de que um veículo ocorra um incêndio accidental depois de ser roubado é muito baixo, mas uma análise aprofundada ainda deve ser realizada. Os veículos podem ser roubados por muitas razões. Um motivo comum é o roubo de peças. Se um ladrão rouba um veículo para ter as peças, mas isso pode nunca ser recuperado. Se for recuperado, deve ser óbvio que as peças tenham sido removidas. Itens de valor que podem estar faltando incluem rodas, a maioria dos grandes painéis, motores e transmissões, airbags,

aparelhos de som, e os assentos. O ladrão, por vezes queima o veículo para cobrir qualquer evidência, como impressões digitais. Esse ladrão não pode remover qualquer item do veículo e poderá utilizar os materiais disponíveis na criação do fogo. Os veículos são às vezes deliberadamente queimados e roubados. Tais veículos podem apresentar provas da fraude na forma de substituição de peças inferiores, tais como rodas e sistemas de som.

A análise do óleo do motor pode ser realizada para determinar a condição de pré - fogo do motor e possível motivo para a destruição do veículo. Amostras de detritos do piso podem ser analisadas quanto à presença de líquidos inflamáveis. Esta análise vai mostrar o método de destruição.

Assumindo uma queima total ou quase total, a remoção de detritos pode revelar a presença de gaxetas do cilindro de bloqueio de ignição do veículo. Esta é a parte do interruptor de ignição, que é a chave. A remoção cuidadosa de detritos e a documentação podem mostrar a chave ainda no copo do cilindro da ignição. Em alguns casos, a disposição das linguetas nos detritos irá indicar se os copos foram ou não localizados no interior do cilindro da fechadura de ignição, no momento do incêndio. Esta informação, bem como uma avaliação microscópica das terras de lingueta, pode mostrar se a ignição foi forçada antes do fogo. Se as tranquetas não são encontradas, isto pode indicar que o cilindro da fechadura de ignição foi removido antes do fogo. O investigador pode encontrar o tambor praticamente intacto na outra porção do veículo. Neste caso, o tambor rotativo provavelmente mostrará evidências da remoção forçada.

**22.11 Veículos em Estruturas.** Os veículos a motor são frequentemente armazenados em estruturas e podem ser danificados por um incêndio que ocorre dentro da estrutura. O dano pode incluir efeitos térmicos do fogo e esmagamento do veículo pelo colapso da estrutura. Se o veículo está localizado na área de origem, ele deve ser examinado como um potencial foco de incêndio, conforme descrito na Seção 22.5 através de Seção 22.10. Realizando uma análise aprofundada deste veículo pode incluir a remoção de detritos a partir do que, a remoção da cobertura do telhado e, a remoção de detritos a partir do interior, e a elevação do veículo para examinar o seu lado de baixo.

Incêndios que começam do lado externo do veículo podem difundir para o veículo e fazer com que o veículo possa apresentar danos significativos. Fogo externo também pode causar perda de integridade de combustível ou de outros componentes do sistema, incluindo linhas de combustível e tanques, e pode causar a liberação de líquidos inflamáveis.

Os veículos que estão em estruturas podem estar lá para fins de reparação ou reconstrução. É importante documentar o estado desses esforços no momento do fogo.

**22.12 Veículos de Passeio.** Os veículos recreativos (e autocaravanas), os incêndios são semelhantes em muitos aspectos, casas e casas móveis, piso de madeira compensada e painéis podem estar presentes, e muitas vezes haverá grandes itens de combustível como sofás de espuma de poliuretano ou colchões. O exame deve observar os aparelhos atuais. Obtenção de catálogos ou folhetos de vendas para estes veículos podem ajudar a determinar se os aparelhos e móveis estavam presentes antes do incêndio.

Como em todos os outros tipos de inspeções, verificações problemas anteriores reparos e avarias devem ser obtidos. Em alguns casos, os aparelhos concebidos para uso residencial, tal como uma geladeira ou um forno, vai ser colocado num veículo de recreio como um substituto para o item original. Muitas vezes, esses itens requerem diferentes folgas e fontes de alimentação para funcionar corretamente. Em RVs, tolerâncias e folgas projetadas para o treinador são, por vezes crítico, dependendo do sistema. Ao remover qualquer um desses itens, o investigador pode destruir peças chave de informações relevantes para uma causa potencial. (Veja a Seção 14.3.)

**22.13 Equipamentos Pesados.** Equipamento pesado inclui equipamentos usados em terraplanagens, mineração, desmatamento, agricultura e aterros.

Estes veículos têm um papel significativo no manuseio de materiais, além de funções do motor. Este equipamento é normalmente projetado para usar motores a diesel, e geralmente tem transmissão hidráulica. Equipamentos pesados estão sujeitos do mesmo modo a falha, como veículos comuns, mas é também suscetível

a falhas devido à sobrecarga da transmissão, ou falha do sistema hidráulico envolvido no manuseamento de materiais, falhas do rolamento, e a ignição do material a ser tratado. Investigação de um incêndio de equipamentos pesados requer um conhecimento dos sistemas envolvidos, incluindo os sistemas específicos peculiares a esse tipo de veículo. Alguns equipamentos pesados estão equipados com sistemas de extinção fixos. Sistemas de supressão de equipamentos de mineração de superfície são discutidos na NFPA 121, padrão em proteção contra incêndio para automotriz e Superfície Mobile Equipment Mining.

## CAPITULO 23 INVESTIGAÇÕES INCÊNDIOS FLORESTAIS

**23.1 Introdução.** Investigação de incêndios florestais envolve técnicas especializadas, práticas, equipamentos e terminologia. Embora os princípios básicos da ciência e da dinâmica de incêndio são os mesmos, em um cenário de fogo na natureza, o desenvolvimento e a propagação do fogo são influenciados por diferentes e às vezes outros fatores.

O objetivo deste capítulo é identificar e explicar os aspectos exclusivos para investigação incêndio. Este é um assunto com diferentes níveis de conhecimento, e este capítulo pretende ser uma introdução básica. Tal como acontece com outros tipos de investigação de incêndio abordados neste guia, pode ser necessário pessoal especializado para prestar assistência técnica.

Fogo de combustível na natureza é classificado como vegetação lenhosa ou herbácea. Estes materiais de incineração podem chegar a altas temperaturas, dependendo do seu teor de umidade, teor de óleo, e o teor mineral. A facilidade de ignição dos materiais depende do tamanho e da natureza do conteúdo mineral combustíveis, óleo e as condições climáticas, topografia. Quando expostos a dias de sol o combustível seca, o que permite facilitar a ignição e propagação. Por outro lado, durante o tempo úmido ou molhado ou em áreas com sombra, o combustível absorve a umidade, o que exige maior tempo de exposição a temperaturas mais elevadas para ignição. Topografia não só afeta a propagação do fogo devido à física, mas também afeta a facilidade de ignição, devido ao vento, sombra e outros fatores que influenciam o teor de umidade e temperatura dos combustíveis. Como exemplo, uma causa reconhecida de fogo está queimando as partículas de carbono a partir de escape do combustível, mas mesmo assim, a ignição é dependente de

níveis de umidade relativa do ar; teor de umidade de combustível, tamanho, densidade e arranjos; e temperatura dos combustíveis.

Em um incêndio a propagação do fogo é influenciada pelo calor de convecção e radiante. Convecção de calor permite que o fogo se espalhar no nível inferior, palhas, ramos e coroas de nível inferior. O calor radiante, em seguida, se torna dominante como o método de transferência de calor primário, como o fogo avança lateralmente. O calor radiante é o método de transferência de calor dominante nos combustíveis de baixo nível, composto de escova e grama em superfícies planas.

**23.2 Fogos de Combustível na Natureza.** A observação das variações de combustíveis de incêndios é essencial para analisar o comportamento do fogo de forma confiável.

**23.2.1 Análise de Inflamabilidade.** Em uma florestal, existem grandes diferenças no caráter de materiais inflamáveis. Profundamente folhas mortas caídas recentemente, touceiras de capim, ninhadas de galhos secos, troncos caídos, arbustos baixos, ramos de árvores verdes, musgo de suspensão e muitos outros tipos de materiais estão presentes. Cada um destes materiais tem características de queima distintivas. A inflamabilidade de um corpo determinado é regida pelas características de queima de materiais individuais e pelos efeitos combinados dos vários tipos de materiais presentes.

Antes da inflamabilidade podem ser analisadas, as características físicas dos materiais florestais combustíveis, e devem ser classificadas. Tal classificação permite a identificação dos fatores que influenciam a inflamabilidade dos combustíveis. Depois que um combustível tenha sido classificado corretamente, topografia e fatores climáticos devem ser considerados antes a taxa de propagação e o comportamento geral dos incêndios em que o combustível pode ser determinado.

Porque combustíveis florestais são tão variados e complexos, é necessário desenvolver uma abordagem sistemática da análise de inflamabilidade. Primeiro, o corpo do combustível é subdividida em duas grandes classes, os combustíveis de terra e combustíveis aéreos. Em seguida, cada uma dessas classes é avaliada de

acordo com o arranjo, densidade, continuidade, volume e conteúdo dos principais materiais envolvidos. Outros aspectos também afetam a inflamabilidade dos combustíveis: encostas aquecem os combustíveis em maior medida do que pistas viradas para o nordeste. Com a prática, este procedimento pode ser realizado de forma rápida e fácil.

**23.2.2 Combustíveis no chão.** Combustíveis terrestres incluem todos os materiais inflamáveis deitados ou imediatamente acima do solo ou no chão. Os principais materiais podem incluir solos de turfa, raízes de árvores, folhas secas e lixo coníferas, grama, madeira finas e mortas, troncos caídos, tocos, grandes membros, baixa escova e jovens povoamentos de árvores.

**23.2.2.1 Palha.** A palha raramente tem uma grande influência sobre a taxa de propagação do fogo, como é tipicamente úmida e bem compactada, de modo que pouco de sua superfície é livremente exposta ao ar, e sua taxa de combustão é lenta. Em fogos florestais, a maior parte é consumida até ao solo mineral. Ocionalmente, a palha contribui para a taxa de disseminação, fornecendo um caminho para que o fogo se arraste entre manchas de material mais inflamável.

**23.2.2.2 Raízes.** Raízes não é um fator importante na taxa de propagação do fogo, como o fornecimento de ar muito restrito impede de combustão rápida. No entanto, os incêndios podem rastejar lentamente nas raízes, na verdade, alguns incêndios escaparam do controle porque as raízes forneciam uma avenida para o fogo cruzar a linha de controle.

**23.2.2.3 Folhas Secas e Humos de Coníferas.** Como folhas e decadência nenhada de coníferas no chão, eles tornam-se gradualmente parte da camada de palha. Antes dessa decadência ocorre, no entanto, que as folhas e os restos de coníferas são um material altamente inflamável e deve ser considerado separadamente para avaliar combustíveis terrestres. Em muitas florestas, combustíveis de superfície são compostos principalmente de agulhas caída de árvores coníferas. As agulhas do pinho, por exemplo, são extremamente inflamáveis porque seu tamanho e forma grande criar um arranjo frouxo, permitindo a livre

circulação de ar. Agulhas menores, como os de “douglas fir”, geralmente queimar menos intensamente, como eles são mais firmemente compactado no chão. Agulhas que ainda estão ligados a ramos mortos são especialmente inflamável porque eles estão expostos ao ar livre e não estão normalmente em contato direto com o material mais úmido do chão. Por esta razão, barra de registro contendo agulhas secas é o combustível perigoso.

**23.2.2.4 Grama.** Grama e ervas daninha e outras plantas de pequeno porte são importantes combustíveis no solo que influenciam a taxa de propagação do fogo. O fator-chave para estes combustíveis é o grau de cura. Grama verde suculenta age como uma barreira de fogo. Durante o curso de uma estação normal de fogo, no entanto, torna-se gradualmente grama seca e mais inflamável como as curas de plantas ou como os caules e folhas mortas, devido à falta de umidade neste momento, a cobertura de grama torna-se facilmente inflamável. Grama curada, presente em um volume grande e uniforme, torna o fogo mais rápido e espalha o combustível pelo terreno. Gramas e outras plantas pequenas ocorrem no chão de quase todas as florestas. Investigadores de incêndio precisam determinar o volume e a continuidade da cobertura de grama. Em florestas densas onde pouca luz solar atinge o solo, muito pouco de grama foi encontrado. Nas florestas mais abertas, como em povoamentos de pinheiro maduros, pode haver uma grande quantidade. Se há uma cobertura mais ou menos contínua de grama seca no chão da floresta, a taxa de propagação de um incêndio será regida em grande parte por que a cobertura, ao invés de combustíveis mais pesados normalmente associados a uma floresta. Incêndios em capim seco, muitas vezes têm altas taxas de propagação.

**23.2.2.5 Madeiras Finas e Secas.** Madeira fina e morta consiste em galhos, pequenos, cascas e material em decomposição. Normalmente, a classificação de madeira morta e fina se limita ao material com um diâmetro inferior a 50,8 milímetros (2 polegadas). Estes combustíveis finos e mortos estão entre os mais importantes de todos os materiais que influenciam a taxa de propagação do fogo e o comportamento geral de incêndio em áreas florestais.

Madeira fina e morta inflama com facilidade e muitas vezes fornece a avenida principal para o transporte de fogo de uma área para outra. São os materiais gravetos para combustíveis maiores, mais pesados. Em áreas onde existe um grande volume de madeira fina e morta, um incêndio pode desenvolver-se rapidamente calor. O maior volume de madeira fina é encontrado geralmente em áreas que contêm florestas. Sob condições secas, incêndios nessas áreas queimam violentemente, e as fortes correntes de convecção criadas pelo calor intenso jogam as brasas a frente, causando incêndios locais além da principal frente de fogo. Granulado de madeira seca podre, embora não seja um fator especialmente importante na taxa de propagação do fogo, é um combustível altamente inflamável. Voo de brasas do fogo principal muitas vezes causam incêndios no local, em madeira podre no chão ou em locais ocos em troncos velhos ou tocos.

**23.2.2.6 Troncos Caídos, Troncos e Ramas Grandes.** Combustíveis pesados, como troncos, tocos, e grandes pedaços, exigem longos períodos de tempo quente e seco antes de se tornarem altamente inflamáveis. Quando este material chega a um estado seco, no entanto, os incêndios muito quentes podem desenvolver. Os combustíveis pesados mais perigosos são aqueles que contêm madeira seca e cascas. Material de superfície lisa é menos inflamável, uma vez que ele seca mais lentamente, tem pouca superfície exposta ao ar, e contém menos de combustíveis gravetos anexado. Incêndios extremamente quentes, que podem desenvolver-se em pilhas de troncos caídos e galhos, como os vários componentes do combustível irradiam calor para o outro. Membros individuais e longos não vão queimar muito rapidamente, a menos que o fogo é apoiada por grandes acumulações de madeira fina e morta.

**23.2.2.7 Arbustos Baixos e Reprodução.** Arbustos baixos, mudas de árvores e pequenas mudas são classificados como combustíveis terrestres porque eles estão intimamente misturados com o material inflamável no chão da floresta. Esta vegetação sub-bosque pode acelerar ou diminuir a taxa de propagação de um incêndio. Durante a primeira parte de uma época de incêndios, as sombras normalmente fornecidas por uma vegetação terrestre impede que outros

combustíveis sequem rapidamente. À medida que a estação progride, no entanto, continua a alta temperatura do ar e baixa umidade relativa, secam tanto o combustível no chão e a vegetação rasteira.

Quando isso acontece, a maior parte da vegetação baixa, em especial das pequenas árvores coníferas, torna-se portadoras de incêndio. A vegetação sub-bosque em uma floresta, muitas vezes fornece uma ligação entre os combustíveis de solo e combustíveis aéreos. As coroas de árvores de pequeno porte podem pegar fogo e, por sua vez, espalha o fogo para combustíveis aéreos no dossel da floresta. Ou as moitas de reprodução ou escova morta podem fornecer os primeiros meios para um fogo de superfície espalhar para as copas das árvores pequenas.

**23.2.3 Combustíveis Aéreos.** Combustíveis aéreos incluem todos os materiais verdes e mortos localizados no dossel da floresta superior. Os principais componentes do combustível aéreas são galhos de árvores, coroas, musgos e alto pincel.

**23.2.3.1 Ramos de Árvore e Coroas.** As agulhas de árvores coníferas são um combustível altamente inflamável. Seus galhos permitem a livre circulação do ar. Além disso, os ramos superiores das árvores são mais livremente expostos ao vento e ao sol do que a maioria dos combustíveis de terra. Esses fatores, além dos óleos voláteis e resinas em agulhas de coníferas, fazem galhos de árvores e coroas serem importantes combustíveis aéreos. Galhos de árvores e coroas são combustíveis que pode sofre rapidamente com as mudanças na umidade relativa do ar. Incêndios em coroas raramente ocorrem quando a umidade relativa é alta. No entanto, as agulhas de coníferas secam rapidamente quando exposto ao ar quente e seco. A secura de agulhas é influenciada pelo processo de transpiração numa árvore. As ramas no solo tornam-se mais seca, o processo de transpiração diminui e, como resultado, folhas e ramos se tornar mais secos e mais inflamáveis. Galhos mortos em árvores são um importante combustível aéreo. As concentrações de galhos mortos tais como aqueles encontrados em florestas, podem fazer um incêndio se espalhar de árvore em árvore. As concentrações de galhos mortos nos troncos mais baixos de árvores podem fornecer uma avenida adicional para

incêndios para se espalhar a partir de combustíveis no solo e em copas. Os galhos mortos mais inflamáveis são aqueles que ainda contêm agulhas. Tocos de árvores são um dos combustíveis aéreos mais importantes, e que influenciam o comportamento do fogo. Embora as árvores verdes superem muito as árvores mortas na maioria das florestas, dificultando o inicio dos incêndios, porque eles não são mais secos e mais fáceis de pegar fogo.

Por outro lado, quebrado com o tempo, árvores parcialmente deteriorada e de casca desgrenhada, ou inflamar facilmente e têm uma grande influência sobre a propagação de incêndios. Brasas sopradas de árvores são iniciantes prolíficos de incêndios no local. Em áreas que contêm um grande número clareiras, o fogo pode se espalhar de um tronco para outro por causa da intensa radiação de calor.

**23.2.3.3 Musgos das Árvores.** Musgos pendurado em árvores é o mais leve e o mais apto para “flash over” de todos os combustíveis aéreos. Musgo é importante principalmente porque fornece um meio de difundir incêndios de combustíveis terrestres para outros combustíveis aéreos ou de um componente aéreo para outro. À semelhança de outros combustíveis leves, o musgo reage rapidamente às mudanças na umidade relativa do ar. Durante o tempo seco, incêndios de coroa podem desenvolver facilmente em povoamentos fortemente cobertas de musgo.

**23.2.3.4 Arbustos Altos.** Coroas de alta escova são classificados como combustíveis aéreos, porque eles estão separados distintamente pela distância a partir de combustíveis no solo. Em muitas regiões da floresta, carrinhos pesados da escova pode se desenvolver em queimaduras antigas, e muitas vezes eles formam a cobertura vegetal capital em tais áreas. Incêndio em combustível escova normalmente não ocorre a menos que os combustíveis pesados estejam presentes no solo para desenvolver o calor necessário. Em alguns estandes escova, no entanto, uma alta proporção de hastes mortas pode criar um volume suficiente de combustíveis finos. Os principais fatores para avaliar o comportamento dos incêndios em alta escova são de volume, arranjo, a condição geral de combustíveis no solo, bem como a presença de combustíveis aéreos mortos finos.

**23.3 Fatores que Afetam a Propagação do Fogo.** Os principais fatores a serem considerados na determinação da possível área de origem do fogo são a velocidade e direção do vento. Estes fatores estão diretamente relacionados com a velocidade resultante da propagação do fogo. Isto é mais facilmente observado quando se trabalha para trás a partir da posição da cabeça do fogo, no flanco, ou calcanhar.

**23.3.1 Confinamento Lateral.** Quando os incêndios são confinados por acidentes geográficos, tais como ravinas ou vales estreitos, aquecimento por convecção por gases confinados e retroalimentação de radiação das chamas e queima de vegetação aumentam a taxa de liberação de calor dos combustíveis em chamas. Estes fatores podem provocar uma combustão mais rápida à difusão que a de um incêndio de vegetação não confinado.

**23.3.2 Influência do Vento.** O vento afeta muito a velocidade com que o fogo se espalha. O vento que sai das chamas faz um pré-aquecimento do combustível. O vento também ajuda a secar a vegetação, aumentando e facilitando a ignição. O vento auxilia na criação de tições em suspensão no ar, realizadas pela coluna de ar convectiva aquecida. O vento pode soprar fogo, brasas e faíscas quentes à frente do foco principal do fogo para acender fogos secundários em áreas de combustível não queimado.

Três tipos diferentes de vento influenciando o comportamento do fogo são classificados como ventos meteorológicos, diurnos, e fogo.

**23.3.2.1 Ventos Meteorológicos.** Vento meteorológico é causado por diferenças de pressão atmosférica em massas de ar de nível superior que geram padrões climáticos regionais. A rotação da terra, oceanos, e as características topográficas criam esses grandes movimentos de ar para formar cinturões de vento e pressão.

**23.3.2.2 Ventos Diurnos.** Ventos diurnos são formados por aquecimento solar e resfriamento noturno. Como o ar se aquece durante o dia, o ar ascendente cria ventos curva ascendente. Quando o ar esfria depois do sol, este mais denso desce ao nível do solo e provoca baixos ventos oblíquos descendentes.

**23.3.2.3 Ventos de Incêndio.** Ventos de incêndio são causados pelo próprio incêndio. Esses ventos são o resultado da entrada de ar pela ascensão da pluma de fogo. Ventos de incêndios auxiliam na propagação do fogo.

**23.3.3 Cabeça de Fogo.** A parte de um fogo que está se movendo mais rapidamente é chamado cabeça de fogo, ilustrada na Figura 23.3.3 . A direção do vento local está soprando enquanto o fogo está queimando principalmente determina a rota de avanço da cabeça, sujeito a influências de encosta e outras características topográficas. Grandes fogos queimam em mais de uma parte ou tipo de combustível pode desenvolver cabeças adicionais. A cabeça é geralmente a região de maior queima intensa e maior intensidade do fogo.

**23.3.4 Cauda de Fogo.** A cauda de fogo situa-se no lado oposto ao fogo a partir da cabeça. O fogo na cauda é menos intenso e é mais fácil de controlar. Geralmente, o salto será a cauda ou queima lentamente contra o vento ou em declive.

**23.3.5 Influência de Combustível.** Tipo de combustível e características proporciona a segunda maior influência sobre a taxa de propagação e intensidade do fogo.

**23.3.5.1 Espécie.** As espécies envolvidas pode determinar a taxa de propagação e intensidade do fogo. Cada tipo de vegetação tem características diferentes, ou seja, tamanho, teor de umidade, forma e densidade.

**23.3.5.2 Tamanho do combustível.** Um importante fator que rege a inflamabilidade e taxa de queima do combustível é o seu tamanho. Quanto menor for o elemento de combustível (razão entre superfície e massa), o que será mais fácil de inflamar e mais rápida será consumido. Estes combustíveis menores são classificados como combustíveis finos e são compostos por itens como mudas e pequenas árvores, galhos, grama seca, escova, culturas secas, e agulhas de pinheiro e cones. Combustíveis de maior diâmetro, classificados como combustíveis pesados , são muito mais difíceis de inflamar e queimar mais lento do que os combustíveis leves. Alguns exemplos de combustíveis pesados são árvores de grande diâmetro e escova, grandes membros, troncos e tocos.

**23.3.5.3 Teor de Umidade.** A quantidade de umidade presente no combustível desempenha um papel importante na determinação da capacidade de ignição e a taxa de propagação do fogo. À medida que a vegetação (combustível) resseca, torna-se mais facilmente inflamável e queima com maior intensidade. Vegetação verde, ou a vegetação com maior teor de umidade é mais difícil de inflamar e queimar mais lentamente, devido ao que a umidade dentro da vegetação absorvendo o calor durante a evaporação. Uma vez que a umidade é removida, a temperatura continua a subir até à temperatura de ignição do combustível. O teor de umidade do combustível irá variar, dependendo do tipo e do estado da vegetação, a exposição solar, tempo e localização geográfica.

**23.3.5.4 Conteúdo óleo.** A quantidade de óleo dentro da vegetação igualmente desempenha um papel na facilidade do combustível da ignição, a intensidade do fogo e fatores de espalhamento.

**26.3.5.5 Tipos de Combustível:** Águas subterrâneas e superficiais e coroa. Combustíveis podem ser organizados em três categorias diferentes: Combustíveis moídos, combustíveis de superfície, e combustíveis da coroa. Combustíveis terrestres encontram-se entre a superfície do solo e do solo mineral. Exemplos são a decomposição da matéria, turfa, palhas e raízes. Combustíveis terrestres, como

raízes ou comprimentos enterrados de madeira, podem queimar ao longo de todo o seu subsolo comprimento e pode acender um fogo de superfície em um local diferente. Combustíveis de superfície incluem gramíneas, folhas, galhos, agulhas, culturas, barra e membros tragados. Qualquer coisa abaixo de 2 m (6 pés) de altura pode ser considerado combustível de superfície. Combustíveis da Coroa, nas copas das árvores, são separados de combustíveis de superfície. Eles normalmente são consideradas combustíveis superior a 2 m (6 pés) de altura. Exemplos estão pendurados musgos, ramos, galhos, folhas, agulhas e copas das árvores. A escassez ou a densidade da tampa de combustível é o fator fundamental na propagação do fogo. Combustíveis esparsos podem ser muito espaçados para o fogo para pré-aquecer combustíveis vizinhos à sua temperatura de ignição. Por outro lado, os combustíveis nas proximidades podem causar aumento da intensidade do fogo, estender comprimentos de chama, e acelerar a propagação do fogo.

**23.3.6 Topografia.** Topografia relaciona-se com a forma de superfícies de terra naturais ou provocadas pelo homem. Topografia afeta a intensidade e propagação de um incêndio. Ventos, assim, são bastante afetados pela topografia do terreno.

**23.3.6.1 Declive.** Uma característica topográfica que tem um efeito retumbante sobre propagação do fogo é um declive. A inclinação de uma área é determinada pela medição do aumento em relação ao percurso, ou a mudança na elevação ao longo de uma determinada distância e é muitas vezes expresso como terceira parte superior, terceiro terço médio e inferior. Declive permite que o combustível no lado de cima para ser pré-aquecido mais rapidamente do que se for em terreno plano. Isso permite que o fogo queime com mais intensidade e velocidade. Correntes de vento, que predominantemente se movem para cima durante o dia, pode acelerar a subida fogo em taxas alarmantes. Declive também pode resultar em queima de troncos e brasas rolando morro abaixo, iniciando incêndios ponto abaixo do fogo primário e através das linhas de controle.

**23.3.6.2 Encostas.** O aspecto da encosta é a direção em que a inclinação enfrenta. Esta é uma consideração importante, pois de aquecimento solar (ou falta dela) sobre a superfície do combustível e do solo, aumentando o potencial de ignição, e aumentando a taxa de propagação. Encostas de frente para o sol são tipicamente mais secas, e eles podem ter um tipo de combustível mais combustível ou caráter de vegetação de encostas, resultando em uma maior facilidade de ignição e propagação mais rápida. Pouca chuva e má qualidade do solo pode criar um fornecimento de combustível escasso, insuficiente para suportar a propagação do fogo a menos que os ventos extremamente fortes estão presentes.

**23.3.7 Tempo.** O tempo faz um papel importante no comportamento dos incêndios florestais. Elementos do tempo podem ser descrito como o estado da atmosfera em relação à estabilidade atmosférica, temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, a cobertura de nuvens e precipitação.

**23.3.7.1 Tempo de História.** Um item importante a ser considerado durante uma investigação é a história meteorológica. História do tempo é uma descrição das condições atmosféricas ao longo dos últimos dias ou várias semanas. Elementos do tempo devem ser analisados para determinar o que as influências que podem ter tido na ignição e queima as características do fogo.

**23.3.7.2 Temperatura.** A temperatura do ar ambiente influencia diretamente a temperatura do combustível. O sol é um fator que afeta a temperatura. Como a energia solar radiante do sol aquece o solo e a vegetação, o combustível torna-se mais suscetível à ignição. As diferenças de temperatura superiores a 10° C (50° F) pode ocorrer entre áreas sombreadas e áreas expostas à luz solar direta. Outro fator que influencia a temperatura é altitude. A pressão de ar mais baixa em altitudes elevadas permite que o ar de se expandir e esfriar.

**23.3.7.3 Umidade Relativa.** A umidade é a medida de vapor de água em suspensão no ar. Umidade é normalmente expresso como a umidade relativa, que é

a razão entre a quantidade de umidade no ar com o volume que o volume conhecido de ar pode conter, expresso como uma percentagem. A umidade do ar afeta diretamente a quantidade de umidade do combustível e vice-versa. O ar seco vai tirar a umidade da vegetação, tornando-a mais suscetível a incêndios. Combustíveis finos são mais sensíveis à umidade relativa do ar do que os combustíveis de grande porte. Se o ar tem uma humidade relativa elevada, a vegetação vai tomar um pouco de que a umidade, tornando-o menos suscetível à ignição, ou a umidade podem diminuir a taxa de propagação de um incêndio em andamento. O ar quente pode reter mais água do que pode esfriar o ar. Isto é ilustrado pelo orvalho da manhã. À medida que o ar da noite esfria, o ar perde a sua capacidade de reter umidade. A umidade condensa em ponto de orvalho do ar e forma o orvalho.

**23.3.8 Extinção.** De supressão de incêndios é a combinação de todas as atividades que levam à extinção do fogo. Supressão inclui desde a fase inicial da descoberta de fogo para a fase final de extinguir completamente o fogo. Proteção por bombeiros de potenciais áreas de origem é de extrema importância para determinar a origem do fogo e causa. Pode ser útil para o investigador para rever e analisar as táticas de supressão de fogo e seus efeitos sobre a propagação para ajudar a identificar a origem do fogo.

**23.3.8.1 Aceiros.** Aceiros, linhas de fogo, ou linhas de controle são as barreiras naturais ou artificiais utilizadas para impedir a propagação ou redirecionar a direção do fogo, separando o combustível do fogo. Exemplos de quebra de incêndio natural são corpos de água, penhascos, e áreas sem vegetação. Exemplos de pausas artificiais incluem estradas, linhas de fogo, áreas pré-gravados, e barreiras de água ou retardante ou espuma.

**23.3.8.2 Combate Aéreo.** Uma gota de ar é a aplicação aérea de água, lama, ou mistura retardador diretamente sobre o fogo, na área ameaçada, ou ao longo de uma posição estratégica frente do fogo. Aviões também podem auxiliar no retardamento da propagação do fogo em áreas não envolvidas.

**26.3.8.3 Fogo contra Fogo.** Disparando fora é o processo de queima do combustível entre uma pausa fogo e o fogo se aproximando para estender a largura da barreira de fogo. Ele é usado como um ataque ofensivo no fogo e deve ser feito somente por pessoas experientes. Estes incêndios são normalmente iniciados com uma linha de controle de fogo (normalmente no lado a favor do vento do fogo) e são queimados em direção à borda da frente do fogo. Várias fontes diferentes de ignição são usadas, incluindo tochas gotejamento, fósforos, e tochas Hélio.

**23.3.8.4 Espuma Classe A.** Espuma classe A é uma agregação gerada mecanicamente de bolhas que têm uma densidade mais baixa do que a água. A espuma é feita com a introdução de ar para dentro de uma mistura de água e concentrado de espuma. As bolhas aderem aos combustíveis fogos selvagens ou de outros combustíveis da classe A e liberar gradualmente a umidade que eles contêm. Água borbulhante absorve o calor de forma mais eficiente do que a água pura, e a massa de espuma fornece uma barreira ao oxigênio, necessário para sustentar a combustão. A taxa reduzida de resultados de liberação de água na conversão mais eficiente da água em vapor, proporcionando efeitos de refrigeração avançados e, junto com surfactante contido na solução, permite que a água penetre nos combustíveis e alcançar incêndios profundos. A massa bolha também fornece uma barreira protetora para os combustíveis não queimados e expostos.

**23.3.9 Outros Mecanismos Naturais de Propagação do Fogo.** A direção e a velocidade de propagação do fogo podem ser alteradas por meios naturais ou alto induzidas.

**23.3.9.1 Objetos Levados pelo Vento.** Brasas quentes e marcas podem ser apanhadas pelo vento e sopradas em combustível não queimado a grandes distâncias do fogo original. Essas brasas muitas vezes começam o que são conhecidos como incêndios secundários. Em alguns casos, essas origens de incêndio secundárias podem ser confundidas com fogos separados definidos por um incendiário.

**23.3.9.2 As Tempestades de Fogo.** A tempestade de fogo é um intenso e violento incêndio de convecção, alimentados por ventos alto induzidos. As aparições criadas por coluna de convecção do fogo pode ser forte o suficiente para arrancar

vegetação e impulsionar pequenas pedras. Uma característica de uma tempestade de fogo são os redemoinhos de fogo, que acompanham as aspirações poderosas.

**23.3.10 Fronteira entre o entorno Urbana e a Natureza.** Interface florestal - urbana pode ser descrito como uma região em que o perigo de combustíveis florestais estruturas tais como casas encontradas na mesma periferia. NFPA 1144, Padrão de Proteção da Vida e da Propriedade de incêndios florestais, define a interface urbana como “uma área em que melhorou a propriedade e combustíveis florestais se encontram em um limite bem definido.” Nessas situações, o investigador deve determinar se o fogo começou na estrutura ou na área florestal. Estas áreas são um alvo fácil para os incendiários por causa do tempo de resposta estendida de pessoal de emergência que resulta da dificuldade em atravessar estradas estreitas e problemas em localizar o fogo.

**23.3.11 Animais. Animais e aves podem espalhar o fogo.** Os animais têm sido incendiados accidentalmente e deliberadamente para começar um incêndio ou, como uma vítima de fogo, queimou os animais podem iniciar incêndios em áreas não queimas durante o seu voo. Pena de pássaro ou de pele de um animal pode ser inflamada pelo contato com linhas de energia e pode começar um incêndio quando o corpo eletrocutado cai no chão.

**23.4 Indicadores.** A indicação da direção de propagação de um incêndio é impressa em combustíveis parcialmente queimados e objetos não combustíveis. Estes indicadores visuais podem incluir dano diferencial, padrões de chama, descoloração, coloração de carbono, forma, localização e condição de combustível não queimado residual. Análise do padrão direcional mostrado por vários indicadores em uma área específica irá identificar o caminho de propagação do fogo através deste site. Através da aplicação de uma abordagem sistemática para recuar o progresso do incêndio, o investigador pode refazer o caminho do fogo até o ponto de origem. Este procedimento é uma técnica aceita e padrão na investigação incêndio desde seu ponto de origem. Este procedimento é o padrão técnico aceito na investigação dos incêndios florestais.

**23.4.1 Marcas em forma de "V" em incêndios florestais.** Estas marcas são marcas superficiais e horizontais de combustão, gerados pela propagação do incêndio. Se visto de cima, a sua forma, muitas vezes se assemelha a letra "V". Não deve ser confundida com marcas verticais tradicionais em "V" gerados pelas chamas, relacionadas com a investigação de incêndios em edifícios.

Estas marcas são afetadas pela direção do vento, ou encosta que o combustível está localizado. Como o incêndio está se espalhando na direção do vento ou para cima, vai ampliar os ramos de "V". A largura da marca aumenta com o avanço do incêndio a partir da zona de ignição. A origem da fonte de calor que cria a marca encontra-se normalmente perto da base, ou no ponto mais estreito da marca. Por isso, pode ser útil analisar estas marcas horizontais em forma de "V" para identificar a área de origem do incêndio.

**23.4.2 Grau de danos.** O grau de dano ao combustível é uma indicação da força e da direção da passagem do incêndio. As folhas, ramos grandes e pequenos mostram maior dano para o lado onde o incêndio estava se aproximando. Este é um dos indicadores úteis para a determinação da direção de propagação da frente do incêndio. Além disso, os objetos combustíveis protegidos apresentam uma marca que pode ajudar a localizar a origem. A vegetação irá queimar no lado exposto à aproximação da cabeça do incêndio, enquanto a vegetação do lado oposto (protegido) só é parcialmente queimada. Além disso, esses objetos deixam uma marca semelhante a vegetação residual.

**23.4.3 Talos de grama.** Enquanto o incêndio arde com baixa intensidade através da base das hastes de capim, os talos balançam e caem no incêndio. Se caírem para trás de uma área já queimada pela cabeça, eles podem permanecer não queimados. As hastes de grama que caem antes do incêndio, ou nas proximidades de combustível não queimado vão queimar no incêndio que se aproxima. Por isso, as hastes de relva ou cabeças de sementes não queimadas que estão caindo no chão, geralmente sinalizam a direção em que vem o incêndio.

**23.4.4 Arbustos.** Grande parte da folhagem superior vai queimar no lado da saída, e muitas pontas dos galhos mais altos cairão no chão sem queimar, no lado de entrada. A porção inferior da haste vai queimar mais profundamente devido a exposição direta ao incêndio na sua aproximação frontal.

**23.4.4.1 Depósitos de cinzas.** Cinzas não são encontradas em combustíveis que ainda estão em chamas, momento no qual as cinzas começaram a se desenvolver. Muitas vezes, quando as cinzas formam marcas, revelam a direção do vento. O volume do combustível pode ser calculado com bastante precisão com a quantidade de cinza presente.

**23.4.4.2 Alargamento.** Geralmente acontece no lado de um toco de madeira exposto ao vento, um arbusto ou grama, onde a carbonização profunda deve ocorrer, enquanto o outro lado permanece relativamente frio e protegido pelos restos de lado exposto. Ocorre ainda na grama, que pode ser examinada em detalhes, esfregando a parte de trás do pulso sobre a grama queimada. Quando esfregada na direção em que o incêndio queimou você vai notar um toque aveludado, mas se esfregou na direção oposta, a sensação será uma espécie de sucção e uma mordida no pulso. Devem-se mover as mãos em todas as direções até que sejam estabelecidas as indicações mais aveludadas e indicações mais fortes. As extremidades dos tocos queimadas contra o vento podem curvar-se, enquanto as extremidades dos tocos queimados na direção do vento podem ficar pontiagudas e apontar a direção do movimento do incêndio.

**23.4.4.3 Marcas apagadas.** Incêndios que são extintos depois de penetrarem em todo o arbusto, mostram a intensidade do fogo, carbonização e ramos queimados de tamanho decrescente.

**23.4.5 Árvores.** Árvores são indicadores significativos da direção do incêndio, especialmente em áreas danificadas na frente do incêndio. O movimento do incêndio é gravado ao nível do solo, ao redor da base das raízes e tronco da árvore, e a altura das chamas através da folhagem inferior e topes das copas.

**23.4.5.1 Carbonização do Tronco.** Os ângulos de carbonização nos lados opostos do tronco da árvore indicam a direção de propagação do incêndio, mas são afetados pela inclinação e direção do vento. Se o incêndio queima encosta acima com o vento soprando para cima, o ângulo de carbonização da árvore será maior do que o ângulo da inclinação da colina. Se o incêndio queima colina abaixo contra um vento colina acima, a linha de carbonização na árvore será quase paralela à inclinação da colina. Se o incêndio queima colina abaixo com um vento da mesma direção, o ângulo de carbonização da árvore será maior no lado da descida do morro, pelo

efeito turbilhão e devido à cobertura na parte de trás da árvore. Se o incêndio queima para cima com um vento contrário, o ângulo de carbonização será quase no mesmo nível de inclinação da colina, com apenas uma ligeira inclinação para cima nos danos ao tronco da árvore.

**23.4.5.2 Danos nas copas das árvores.** O calor radiante e convectivo do incêndio irá retorcer os galhos inferiores da árvore, uma vez que se espalhou rapidamente para cima em direção aos galhos da copa. Esta sequência pode ser repetida muitas vezes em diferentes grupos de combustíveis, até que eventos tão simples como o calor proveniente de uma tocha, queime completamente o fornecimento de combustível. A ação do vento levará o incêndio para fora da folhagem e dos ramos presentes no lado exposto ao vento, reduzindo os danos ou deixando uma área triangular, não queimada. (aproximação do incêndio).

**23.4.6 Não combustíveis.** Os objetos deixados para trás podem fornecer pistas sobre a forma como o incêndio queimou. Manchas de fuligem deixadas nos elementos não combustíveis podem dizer ao pesquisador com que intensidade o incêndio queimou e a direção do movimento do incêndio.

**23.4.6.1 Combustíveis expostos e protegidos.** Áreas protegidas podem ser observadas quando os combustíveis são cobertos por um outro objeto ou protegidos por estarem localizados no lado oposto ao incêndio que se aproxima. Os elementos diretamente expostos ao incêndio são suscetíveis a carbonização ou manchas mais profundas que os elementos não expostos ou protegidos. Se um objeto esteve sobre um combustível, a queima deste combustível será protegida, e deixará uma marca de incêndio diferente das demais. O lado da marca do incêndio ou da área exposta, terá uma linha de demarcação definida junto ao objeto. O lado oposto (protegido) terá uma linha de dano variável ou menos definida ao longo da borda do objeto, gerando uma espécie de sombreado feito pelo objeto.

**23.4.6.2 Manchas e fuligem.** Rochas, latas, cercas de madeira, estacas de metal e vegetação não queimada, se mancharão na face exposta onde o incêndio se aproxima. A marca é causada por pequenas partículas de carbonato de sódio e com aditivos de óleo, que são depositados sobre a superfície do objeto. A fuligem de carbono faz o mesmo nos objetos, embora causada por combustão incompleta e

teor de óleo graxo natural da vegetação. Estes produtos tendem a depositar-se mais firmemente no lado que se aproxima o incêndio.

**23.4.6.3 Perda de material.** A medida em que ocorre o aquecimento dos materiais, eles sofrem alterações físicas. Normalmente, quando a superfície da madeira ou outro combustível é queimada, perdem massa e matéria. As formas e quantidades dos combustíveis restantes podem produzir suas próprias linhas de demarcação e, finalmente, as marcas incêndio o pesquisador analisará (ver 4.3.4.)

**23.5 Investigação de origem.** O primeiro objetivo da investigação de um incêndio florestal é para identificar a área de origem. Considerando fatores de vento, a topografia, os combustíveis, geralmente a fonte está localizada muito perto do fim ou na parte de trás do incêndio.

**23.5.1 Área de investigação inicial.** A área de investigação inicial pode ser determinada a partir da informação fornecida pelos bombeiros e testemunhas que primeiro chegaram ao local. Bombeiros e testemunhas podem verificar a localização e o tamanho do incêndio em seus estágios iniciais. Estas declarações ajudam o pesquisador na divisão da área de pesquisa.

**23.5.1.1 Observações de jornalistas.** Jornalistas podem ter visto o incêndio em seus estágios iniciais e fornecer informações valiosas para ajudar a determinar a origem e causa. Observações são importantes porque os jornalistas podem pesquisar a origem mais próxima de uma área queimada no momento da notificação. Eles também podem ser capazes de verificar ou complementar as informações obtidas por muitas outras testemunhas e socorristas.

**23.5.1.2 Observações de socorristas.** A equipe de primeira intervenção desempenha um papel importante na investigação em função das observações feitas, enquanto deslocam-se na estrada e quando chegam ao local. Os membros da equipe podem ser capaz de fornecer informações valiosas relacionadas tanto a área de pesquisa quanto na identificação de pessoas ou veículos que deixaram a área, o clima, cercas e portas que foram alteradas, e, outros danos ou situações anormais. Além disso, se você encontrar qualquer evidência possível, deve ser marcada e protegida. Perguntas às pessoas que chegaram primeiro incluem o local do incêndio, a direção em que o incêndio se propagou, descrições de pessoas ou veículos que abandonaram a área, e as condições climáticas.

**23.5.1.3 Observações da tripulação de aeronaves.** O pessoal em aeronaves pode fazer os mesmos tipos de observações que os membros da terra: a área da potencial fonte, a direção de propagação do incêndio, e pessoas ou veículos que saíram da área. As informações devem ser transferidas para o pessoal de terra o mais rápido possível e devem ser tão precisas quanto possível. Fotografias das áreas do incêndio, feitas pelo pessoal dos aviões são muitas vezes de valor inestimável na sinalização das áreas queimadas, da direção da propagação do incêndio e intensidade em um determinado local e hora.

**23.5.1.4 Observações de outras testemunhas.** Muitas vezes, as testemunhas podem fornecer informações vitais para a investigação de um incêndio florestal. Eles podem denunciar veículos desconhecidos ou pessoas que viram na área. Muitas vezes, não estão familiarizados com o local e podem dar informações sobre a área de origem e possível causa. Eles também podem fornecer informações sobre o estado do incêndio, como o status de fumaça, intensidade, velocidade de propagação, e clima.

**23.5.1.5 Imagem de satélites ou de sensoriamento remoto.** Ferramentas de imagem ou satélites são usados principalmente para decidir as táticas de extinguir o incêndio, também podem ser usados para ajudar no estabelecimento da zona de origem, com base na direção de propagação do incêndio e dados que indicam a localização do incêndio quando detectado pela primeira vez.

**23.5.2 Técnicas de investigação.** Depois de ter determinado o local de origem do incêndio, a causa da ignição do incêndio ainda está para ser determinado. A busca de uma fonte de ignição podem incluir várias técnicas.

**23.5.2.1 Proteção do lugar do incêndio.** É necessária para preservar a integridade do local de incêndio. Deve ser limitada a um mínimo de tráfego de veículos e pessoas na área. Se a situação permite, a área pode ser isolada com bandeiras, fitas, ou funcionários situados no local.

**23.5.2.2 Identificação das provas.** Durante a investigação, as estacas de metal com bandeiras podem ser usadas para indicar os elementos que poderiam ser considerados possíveis evidências. As bandeiras também podem ser utilizadas para marcar a posição de um elemento ou uma prova que foi removida a partir da cena.

**23.5.2.3 Análise de propagação do incêndio.** Tal análise pode incluir várias etapas. Ele pode começar com o estabelecimento e o desenho da localização da cabeça, dos flancos e final do incêndio, quando descobertas, bem como o tempo de chegada. A direção do vento e as informações disponíveis sobre o clima devem ser documentados e elaborados com base nas observações de quem descobriu o incêndio.

**23.5.2.4 Área de origem.** Deve ter um cuidado continuo para não se destruir provas ou outros sinais, como os vestígios deixados por pessoas ou veículos na área, ou áreas suspeitas de serem a fonte. Sempre que a fonte de ignição é uma fonte pontual confirmada, deve-se examinar a região para determinar se há um acendedor ou outro dispositivo de ignição descartado pela pessoa que iniciou o incêndio.

**23.5.2.4.1 Divisão em segmentos.** Se a área identificada como a fonte é muito pequena, você pode pesquisar toda a extensão que compreende seu perímetro. No entanto, se a área é grande, o local deve ser dividido em segmentos para análise detalhada e sistemática. Isso permite que o pesquisador se concentre em pequenas seções, de modo a evitar a repetição da análise em áreas já estudadas. Quando uma seção é concluída, o pesquisador passa para a próxima.

**23.5.2.4.2 Em círculos.** Técnica em círculos também é conhecida como método em espiral. Este método é eficaz em pequenas áreas; no entanto, a medida em que o círculo ou espiral se alarga, é mais fácil de ignorar qualquer evidência ou até mesmo perdê-la, uma vez que o pesquisador se move na área de origem.

**23.5.2.4.3 Em bando.** Este é um dos melhores procedimentos para cobrir uma grande área com mais de um perito. Pesquisadores deslocam-se paralelamente uns aos outros, cobrindo a mesma área duas vezes. Existem diversas variantes deste método. Este método é considerado sistema mais completo para cobrir uma grande área com vários elementos.

**23.5.2.4.4 Por linhas.** A técnica de linhas também chama-se de método de listras. Pode ser utilizada de forma eficaz se a área a ser coberta é grande e aberta. É relativamente simples e rápida de implementar, e pode até mesmo ser realizado por um único perito em áreas pequenas.

**23.5.3 Equipes de busca.** Investigadores usam ferramentas diferentes para encontrar a causa e origem dos incêndios florestais.

**23.5.3.1 Lupas (Lentes de aumento).** Uma lupa permite ao pesquisador ver provas que não podem ser vistas sem algum tipo de aumento. Também aumenta pequenos detalhes que poderiam passar despercebidos.

**23.5.3.2 Imãs.** Os imãs com um raio de pelo menos 30 libras são utilizados para localizar fragmentos ou partículas metálicas. Mover um ímã em uma área queimada fará com que os materiais sejam atraídos para o ímã. O íman deve ser coberto com um saco de plástico, enquanto se anda sobre solo para impedir que materiais estranhos sejam recolhidos sobre a superfície do íman. Quando um elemento que pode servir como prova é encontrado, é possível inverter o saco para separá-lo do ímã e então recuperá-lo. Um ímã montado sobre rodas é uma ajuda inestimável para examinar grandes áreas planas.

**23.5.3.3 Regra.** Uma regra pode ser usada para segmentar a região de origem. Reduzindo a área de busca, o pesquisador terá mais facilidade para se concentrar em pequenos objetos. Isto é muito útil quando lupas são usados.

**23.5.3.4 Sondas.** Uma sonda é especialmente útil para localizar pequenos pedaços de evidência enterrados na vegetação, por exemplo, a remoção de talos de grama sob caixas de fósforos.

**23.5.3.5 Gadanhos.** Você pode usar um gadanho para separar provas dos demais restos. Também é útil para reunir provas sem danificá-las. Usando o gadanho como uma colher, o pesquisador pode recolher pequenos pedaços de provas rastreadas enquanto folhas queimadas e outros detritos como gramado caem através dos dentes da ferramenta. Estes tipos de utensílios funcionam muito bem para essas tarefas.

**23.5.3.6 Lanternas manuais.** Lanternas manuais podem ajudar a localizar itens em áreas de baixa luminosidade, e eliminar sombras.

**23.5.3.7 Sopradores.** Um pequeno ventilador (à venda para a limpeza de câmeras) é útil para separar as cinzas de elementos de interesse. Soprar ar através dos lábios produz um resultado semelhante, mas não tão controlado.

**23.5.3.8 Detector de metal.** Detectores de metal fornecem a localização dos metais que podem ter valor probatório e não podem ser facilmente identificados por um ímã, ou estão em áreas de superfície irregular.

**23.5.3.9 Peneiras de triagem.** Peneiras de vários tamanhos ajudam na remoção da sujeira e da vegetação de um elemento com suspeita de ser uma prova.

**23.5.3.10 Sistema de Posicionamento Global por Satélite (GPS).** Você pode usar um GPS para conseguir a posição longitudinal e latitudinal exata da origem do incêndio. Se necessário esta posição pode ser referenciada em relação às informações obtidas durante a inspeção no local, como informações sobre incidência de raios, fotografias aéreas ou imagens de satélite.

**23.6 Segurança da área ou ponto de origem.** A área de origem deveria ser preservada e não modificada antes da investigação. Não se deve remover as evidências da posição em que se encontravam sem a devida documentação. Se a área tiver sido manipulada, ela pode confundir a investigação e afetar a credibilidade das provas.

**23.6.1 Origem não modificada.** A área de origem deve permanecer a mais inalterada possível. Os bombeiros, os curiosos e os proprietários devem ficar de fora da área. Os bombeiros devem entrar na área apenas se for necessário para as operações de combate à incêndios. Não deve ser permitida a aproximação ou movimento de veículos pela zona devido a possibilidade de destruir provas.

**23.6.2 Investigação da área de origem.** O investigador deve realizar o exame da área de origem com o mínimo possível de interrupção, buscando expor provas da propagação do incêndio a partir da fonte, em vez de destruir ou movimentá-las durante a investigação. Deve-se fazer um registro fotográfico durante todo o processo de investigação.

**23.7 Determinação da causa do incêndio.** O objetivo da investigação da origem é estabelecer a causa do incêndio e confirmar esta conclusão pela identificação e, se possível, pela recuperação da fonte de calor ou dispositivo de ignição (veja o Capítulo 16). Se o incêndio ocorreu intencionalmente, pode-se ter jogado a fonte de ignição perto da cena, ou fora.

**23.7.1 Causa natural de incêndio.** Incêndios nem sempre começam na natureza pela ação do homem. Muitos ocorrem por causas naturais, como raios. Outros exemplos incluem vulcões e combustão espontânea.

**23.7.1.1 Raios.** Os raios são uma causa bem conhecida de incêndio florestal, especialmente em áreas de floresta, árvores caídas, linhas de energia e

afloramentos rochosos. A ação dos raios sob as árvores, não só podem lascar o tronco, mas também criam pedaços em forma vítreia, chamados de fulguritos, formados pela fusão da areia do solo, na área das raízes. Relâmpagos podem simplesmente bater no chão, acendendo combustíveis nas proximidades. Quando se suspeita da ação de um raio, o GPS pode ser usado para coletar dados, que podem ser fornecidos a um serviço de detecção de raios para a confirmação de tal atividade.

Incêndios causados por raios podem arder sem chamas e passar despercebidos por dias depois da queda do raio, antes de aflorarem como um incêndio ativo na natureza.

**23.7.1.2 Combustão espontânea.** Tipos especiais de combustível queimam espontaneamente por aquecimento interno causado pela ação biológica e química. Esta ação é mais provável de ocorrer em dias quentes e úmidos em pilhas de matéria orgânica em decomposição, como feno, grãos, sementes, fertilizantes, serragem, pilhas de aparas de madeira e pilhas de turfa colhida.

**23.7.2 Causa humana.** Incêndios causados por pessoas são o resultado da ação ou omissão das pessoas, e são classificados como acidentais ou incendiários. Incêndios acidentais incluem aqueles em que a causa comprovada não inclui ação humana deliberada na ignição ou propagação do incêndio em área onde o incêndio não deveria ocorrer. O incêndio criminoso está deliberadamente envolvido em circunstâncias em que a pessoa sabe que não deveria fazer.

**23.7.2.1 Acampamentos.** Círculos de pedras ou buracos com grande quantidade de cinza, ou uma pilha de madeira, são bons indicadores de uma fogueira de acampamento. Mesmo em áreas que tenham sido completamente queimadas, há evidência de sua existência anterior. Podem ser encontrados recipientes para alimentos descartados, pregos de metal ou anéis de metal das tendas, o que indica a possibilidade de um incêndio em um acampamento.

**23.7.2.2 Fumantes.** Fumantes descartam materiais tais como cigarros, charutos, cachimbos, tabaco e fósforos, que podem iniciar incêndios florestais. No entanto, qualquer uma destas fontes de calor necessitam de várias condições para inflamar a vegetação. A fonte de combustível deve estar seca, fina ou pulverizada, como cobertura morta ou madeira podre. A umidade do combustível deve estar abaixo de

25%. A cinza e a extremidade do filtro de um cigarro (se presente) ou o fósforo queimado, podem ser identificadas no ponto de origem.

**23.7.2.3 Combustão em resíduos.** Incêndios ocorrem em aterros sanitários, em edifícios demolidos, e em vários resíduos sólidos. Muitas vezes, estes incêndios se propagam para a vegetação vizinha. Os barris de queima ou incineradores podem ser considerados como a causa do incêndio. Em condições de muito vento, as cinzas quentes e detritos podem ser levados para fora da área onde o lixo é queimado, e iniciar o incêndio a uma grande distância. Muitas vezes as testemunhas são a melhor maneira de confirmar ou não que a queima de resíduos foi a causa do incêndio.

**23.7.2.4 Luz solar e refração de cristais.** Raios de sol podem se concentrar em um ponto de intenso calor, por meio de algum tipo de vidro ou objetos brilhantes. Este processo é provocado pela curvatura dos raios de luz, assemelha-se ao que acontece por meio de uma lupa. A borda brilhante e côncava de um metal pode concentrar a luz solar, mas sua distância focal curta faz com que seja improvável essa possível causa.

**23.7.2.5 Incendiários.** Tais incêndios geralmente começam em mais de um ponto, em áreas frequentemente transitadas. Podem ser encontrados isqueiros, fósforos e outros dispositivos de ignição na zona de origem. Pode ser que os incendiários optem por usar um dispositivo temporizador de ignição. Os objetos a serem procurados incluem, entre outros, cigarros, cordas, elásticos, velas e cabos. Consulte o Capítulo 19 para obter mais informações sobre os fogos incendiários.

**23.7.2.6 Incêndios permitidos (queima controlada).** Um fogo autorizado é um incêndio resultante da ignição causada intencionalmente, por uma pessoa ou por causas naturais, em que se permite a continuação da queima, de acordo com um planejamento, a fim de alcançar objetivos tanto de recursos quanto de gestão.

**23.7.2.7 Máquinas e veículos.** Veículos e equipamentos de energia podem causar incêndios florestais de inúmeras maneiras, como o mau funcionamento, superaquecimento de equipamentos, carvão em brasa, vazamentos e derramamentos de combustível e fricção. Qualquer equipamento energético ou motorizado que usa eletricidade ou produtos inflamáveis para sua operação, ou que crie temperaturas de ignição, pode ser capaz de iniciar um incêndio na vegetação ou

combustível presente nas proximidades. Isto inclui veículos, máquinas móveis e portáteis autônomas, colheitadeiras e máquinas de construção, motosserras, ferramentas de moagem, e de corte. As peças defeituosas ou danificadas aumentam a possibilidade de início de um incêndio, devido ao aquecimento por fricção de freios das sapatas e abrasão.

**23.7.2.8 Vias férreas.** incêndios florestais muitas vezes se originam ao longo dos trilhos de ferrovias. Ocasionalmente, podem fugir do controle o incêndio usado para limpar uma passagem da via. Locomotivas e vagões também podem causar incêndios na beira da estrada devido ao carvão consumido, o metal quente dos freios, rodas ou sapatas superaquecidas (rolamento superaquecido).

**23.7.2.9 Jovens.** A negligência de uma criança, junto com a curiosidade pelo fogo, pode levar a incêndios florestais ao redor de casas, escolas, campos de jogos, acampamentos e áreas arborizadas. Na área de origem podem ser encontrados fósforos, isqueiros ou outros dispositivos de ignição.

**23.7.2.10 Fogos de artifício.** Fogos de artifícios provocam incêndios por fornecerem meios de ignição, devido a faíscas e destroços em chamas. Foguetes pirotécnicos apresentam risco menor, mas podem inflamar capim seco ou outro combustível. A maioria destes foguetes possui um núcleo de metal ou de madeira, que podem ser encontrados em, ou próximo do ponto de origem do incêndio. Nas áreas próximas à origem do incêndio podem ser encontrados restos de fogos de artifício ou pacotes. Além disso, muitos fogos de artifícios têm a capacidade de criar pequenos buracos na terra devido à sua força explosiva.

**23.7.3 Prestação de serviços públicos.** Serviços de abastecimento público e privado geralmente encontram-se ao longo de zonas de incêndio florestal e, portanto, proporcionam uma possível fonte de ignição.

**23.7.3.1 Eletricidade.** linhas de energia superaquecidas podem causar incêndios florestais, se os galhos e folhas das árvores tocam nos fios elétricos. Esse contato muitas vezes deixa uma marca na parte da árvore exposta e cria uma abertura de faísca, ou marca no condutor energizado. Após a ignição, pedaços queimados da árvore podem cair no chão e gerar fogo na cobertura morta do solo. Além do contato da árvore, o vento pode empurrar um condutor contra outro (fase a fase) durante um vendaval, gerando uma bola de metal quente que cai no solo.

Condutores e transformadores podem falhar, dando início a um incêndio em um poste ou outro equipamento e podem cair ao solo em chamas. Os condutores subterrâneos podem ser danificados por equipamentos pesados ou operações de escavação, o que resulta em incêndio. Além disso, as vigas metálicas são, também, uma fonte de energia que conduz à ignição de material combustível.

**23.7.3.2 Petróleo e gás.** operações de perfuração de dutos para petróleo e gás natural podem provocar incêndios. Atividades mais perigosas associadas aos incêndios ocorrem durante as operações de perfuração. Foram expostos vários desses riscos em parágrafos sobre tabagismo, uso de equipamentos e eletricidade. A explosão de um poço e posterior ignição pode causar um incêndio destrutivo. Dependendo dos minerais que são extraídos, o poço pode conter equipamentos movidos a gás, tais como separadores. Além disso, a proximidade dos tubos de gás ou de petróleo líquido pode dar a fonte de combustível inicial, ou ser um fator que contribui para a propagação de um incêndio.

**23.8 Provas.** Proteção, preservação, coleta e documentação de provas em investigações de incêndios destrutivos é semelhante às de edifícios e veículos. Consulte o Capítulo 14 para obter mais informações.

**23.9 Considerações especiais sobre segurança pessoal.** Tais considerações são diferentes dos presentes na investigação de incêndios em edifícios; no entanto, os princípios básicos são comuns (ver *Capítulo 10*).

**23.9.1 Riscos.** Segurança física é uma grande preocupação em todos os incêndios. A investigação de incêndios destrutivos oferece perigos específicos que devem ser considerados quando se está presente na cena. O pesquisador deve identificar-se ao Chefe de incidentes e manter os bombeiros informados sobre sua presença no local. O pesquisador deve conhecer as áreas onde o incêndio ainda pode estar queimando ou onde o incêndio foi extinto, mas pode ser reativado. Uma rota de fuga deve estar sempre acessível e deve-se continuamente avaliar o estado do incêndio. A reuição e disponibilidade de combustível, junto com uma mudança na direção do vento, pode criar riscos graves, como um incêndio na vegetação, o que pode bloquear a rota de evacuação planejada anteriormente.

A combustão subterrânea em estado incandescente pode surgir sob a forma de incêndio flamejante se a camada superior do solo é removida, expondo o

combustível quente ao ar. Este fenômeno ocorre principalmente quando há um alto teor de turfa no solo, ou em áreas onde grandes montes de serragem foram deixados. Muitas vezes, essas pilhas são colocadas em pequenas cavidades, criando uma área ao nível do solo. Serragem ou turfa podem continuar a queimar e decompor-se sob o solo, muitas vezes criando cavidades subterrâneas. Um investigador de incêndio que caminhe por esta área pode cair em um buraco, abrindo-a para o ar ambiente, permitindo a chamada combustão flamejante.

Outros perigos associados são os resíduos que caem de galhos ou árvores enfraquecidas e queimadas pelo incêndio. Apoiar ou por peso em árvores podem fazê-las quebrar ou oscilar. Mesmo ventos fracos podem causar a queda ramos. Existem os riscos adicionais nas proximidades das encostas. Os troncos ou pedras podem se desprender do seu local, como resultado de um incêndio, devido às operações de combate a incêndios, ou pelas ações de um pesquisador. Quando o incêndio destrói a estrutura das raízes, o solo pode começar a perder sua estabilidade, que podem causar lesões no pesquisador ou destruir provas.

O clima também pode causar ou contribuir com os riscos. A chuva pode tornar o solo deslizante, um raio também pode ser uma preocupação. Durante uma forte relâmpago, o investigador não deve parar sob as árvores, mas de preferência mover-se agachado para um espaço aberto, mas não deitar.

**23.9.2 Equipamentos de proteção pessoal.** Vestuário e equipamentos de segurança e de proteção irão mudar de acordo com as circunstâncias. Se está se investigando um incêndio ainda ativo perto do investigador, deve-se cumprir com os requisitos federais aplicáveis, estaduais, provinciais ou locais, sobre o equipamento de proteção individual adequado para combater um incêndio. Em tais situações , os investigadores de incêndio deve estar de acordo com NFPA 1977, padrão em roupas de proteção e equipamentos para combate a incêndios florestais, (*Standard on Protective Clothing and Equipment Wildland Fire Fighting*, e seções apropriadas do NFPA 1500, Padrão O Programa de Programa de Saúde da Segurança e Saúde Ocupacional dos Bombeiros , *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program*). Os tipos de equipamentos especificados na NFPA 1977 são a proteção da cabeça , proteção do corpo, mãos , pés e olhos. Além disso, é necessária proteção respiratória que será ditada pelo tipo de atmosfera perigosa encontrada. Este tipo de equipamento de segurança é talvez o

mais importante, mas também o mais frequentemente ignorado. No entanto, é provável que a protecção respiratória necessária seja aplicada na forma de uma máscara com filtro. Existem inúmeros fabricantes de máscaras de filtragem. A máscara deve ser definida de acordo com o portador e garantir a vedação adequada.

Ao realizar a pesquisa em um lugar onde o fogo foi completamente extinto, os pesquisadores ainda precisam cumprir certas normas reguladoras. Mesmo na ausência de normas obrigatórias, devem cumprir padrões industriais reconhecidos para se manter a própria segurança do pesquisador (*Ver capítulo 10*).

**23.10 Fontes de Informação.** Na seção B.11 se pode encontrar fontes de informação.

## CAPITULO 24 INVESTIGAÇÃO DE INCÊNDIOS IMPORTANTES

**24.1 Introdução.** Este capítulo está principalmente preocupado com a investigação de grandes perdas de incêndio ou explosão, com uma política ou visão de gestão e visão sobre a sua liderança necessidades e organização. As funções de gestão de uma investigação deste tipo incluem o controle da cena, que pode ter muitos interesses concorrentes, por exemplo, órgãos públicos ou privados e da equipe de pesquisa de outras partes interessadas. Para atingir estes objectivos devem estabelecer um protocolo. Este capítulo fornece diretrizes sobre o tema.

Um incidente grave é aquele em que nos incêndios ocorrem mortes, incêndios em arranha-céus ou onde danos significativos ocorrem, em grandes edifícios ou vários edifícios; conflagrações que causam grande prejuízo econômico ou incêndios que produzem um grande número de lesões.

Embora esses sinistros nem sempre são de grande tamanho ou magnitude, tendem a ser mais complexos. Consequentemente, o principal objetivo nesses casos é preservar as provas e satisfazer os interesses de todas as partes interessadas. Uma investigação minuciosa é o resultado de um planejamento cuidadoso, da organização e da capacidade de antecipar os problemas antes que eles surjam. Antes de realmente começar a investigação na cena, se identificam e se estudam

muitos eventos ou circunstâncias para tomar decisões sobre a forma de conceber a pesquisa (*ver capítulo 12*).

**24.2 Base de acordo entre as partes.** Deve ser permitido a todos os interessados envolvidos na pesquisa examinar as evidências antes de tocar. Nenhuma parte deve remover provas ou materiais sem anunciar a outros interessados.

Diferentes partes podem realizar uma investigação conjunta, mas continuam a fazer testes individuais e independentes. Uma investigação conjunta nos permite analisar e registrar a cena antes que sejam examinadas, alteradas ou removidas provas. Dar a todas as partes interessadas uma oportunidade igual para estabelecer os fatos, eliminar alegações futuras, por exemplo, alterar as provas ou ocultar fatos. As partes devem trabalhar em conjunto através de um coordenador da investigação. Interesses pessoais deve estar subordinados à busca da verdade.

Os funcionários públicos que realizam pesquisas podem ter dúvidas sobre permitir que outros pesquisadores participem durante a investigação criminal, mas tal reticência pode ser superada através da comunicação e um bom planejamento. Outros pesquisadores podem ajudar os funcionários públicos através da sua experiência, dos seus especialistas, equipamentos e mão de obra.

O objetivo de qualquer investigação é esclarecer os fatos.

**24.3 Acordo entre as partes.** O acordo ou entendimento entre as partes deve ser definido com base no consenso das partes interessadas, antes de realizar a investigação. O contrato deve mencionar o seguinte, conforme o caso:

Controle e acesso ao lugar do sinistro.

Como se vai compartilhar as informações descobertas durante a investigação (por exemplo, através de órgãos públicos, entrevistas ou pesquisa).

A retenção e revisão conjunta da evidência é geralmente uma exigência de todos os partidos. Antes dos exames destrutivos devem notificar todos os interessados. Para acessar os testes terá de assinar em uma folha.

As informações não-exclusiva que necessitem as partes devem ser solicitadas e processadas através do seu representante autorizado.

A divulgação de informações ao público podem ser coordenadas através de um porta-voz, geralmente um funcionário público.

É necessário estabelecer um protocolo de exame do local e remoção de detritos. Isso pode exigir reuniões regulares para discutir as atividades a serem realizadas e de progresso. Escolhe-se alguém para presidir reuniões e "orientar" exames de cena.

Deve haver um "fluxograma" que reflita os aspectos gerais da investigação. Na Figura 24.3 (a) um exemplo do "Acordo entre as partes" para a pesquisa conjunta é coletado de um acidente. Deve ser acompanhado pela figura 24.3(b).

**24.4 Organização da investigação.** Todas as partes interessadas podem criar equipes cujos membros realizam vários pontos da investigação. Os interessados podem partilhar os custos e os serviços de pessoal especializado como prova pericial, fotógrafos, fotógrafos aéreos, coordenadores, trabalhadores, etc. Cada equipe deve nomear um chefe que participa do "comitê de líderes de equipe". Muitas características do "time" e "comitê de líderes de equipe" são organizados de forma semelhante às suas responsabilidades. Os líderes de equipe organizam a investigação em conjunto e coordenam o acesso às provas e à cena.

**24.5 Comitê de líderes de equipe.** O comitê deve coordenar o acesso ao local por quem tem controle sobre ele, que pode ser o proprietário do edifício, a companhia de seguros, as autoridades públicas ou aos tribunais. O Comitê deve realizar reuniões regulares para discutir o andamento da investigação e obter o consentimento das partes para ações a serem tomadas. Talvez seja útil para o comitê estabelecer um fluxograma ou um plano para a pesquisa. Mudanças nos planos devem ser discutidas com outros participantes da investigação, para que a comissão conheça as mudanças e porquê foram feitas. Um exemplo do diagrama de fluxo que pode ser utilizado como um ponto de partida para a organização do trabalho é apresentado na Figura 24.3 (b).

Deve-se selecionar uma pessoa para presidir e moderar as reuniões. Esta pessoa deve ser responsável por fazer reuniões de progresso e de pesquisa, usando como guia o fluxograma. O líder da equipe pode coordenar relatórios, documentos, entrevistas, etc. e fazer um relatório de suas observações. Para a pesquisa, envolvendo mais de um interessado, a pessoa escolhida terá os mesmos direitos de voto que outros pesquisadores. O líder da equipe deve ser um especialista em investigação de incêndio com capacidade de identificar problemas que podem

ocorrer a equipe e propor soluções para o grupo. Muitas vezes, a pessoa mais qualificada para esta missão é o funcionário público ou a pessoa que tem o controle do lugar.

O representante do órgão ou departamento responsável por investigar o sinistro.

A pessoa elegida por consenso entre os líderes de equipe.

Um representante do setor privado que esteja interessado em determinar a origem e causa do sinistro.

Um representante do proprietário

### **FIGURA 24.3(a) Acordo entre as partes.**

Este Memorando de Entendimento está relacionado com a investigação do incêndio que ocorreu em 1º de julho de 1998, no Tall Building & Storage Facility, 1007 Main Ave., Any City, State, USA. Reconhece-se que estão se desenvolvendo, simultaneamente, uma série de investigações independentes que atendem a um objetivo comum: determinar a origem e a causa do incêndio. Todas as partes interessadas reconhecem que a cooperação mútua será benéfica para cada uma das partes e produzirá um resultado eficiente e de qualidade.

As partes concordam o seguinte:

Está se desenvolvendo uma investigação sobre origem e causa.

A pesquisa está sendo desenvolvida pela Yourtown Fire Department, Federal Fire Investigations, Payall Insurance Company, Any Storage Company, e Tall Building Company.

Todos os procedimentos de pesquisa e coleta de evidências físicas são coordenados através de reuniões regulares. As provas serão coletadas e armazenadas em um local onde o acesso é monitorado. Nenhum teste ou exame das provas serão feitos até que todas as partes sejam informadas.

Todos os pedidos de dados de natureza não proprietária da Tall Building Company ou alugados serão processadas através de seus respectivos representantes autorizados. Qualquer informação não proprietária fornecida por quaisquer partes serão compartilhadas com todos, se solicitado.

Qualquer divulgação de informação relacionada com a origem e causa do incêndio será coordenado por meio de Yourtown Fire Department, e nenhuma parte realizará qualquer divulgação prévia da informação.

O protocolo reconhece que retirar material ou realizar testes exigirá a permissão de Yourtown Fire Department e as partes signatárias. O pedido deve ser feito por escrito; no entanto, o pedido escrito seguido por acordo verbal e aprovação das partes, será aceitável quando o tempo entre fases for curto.

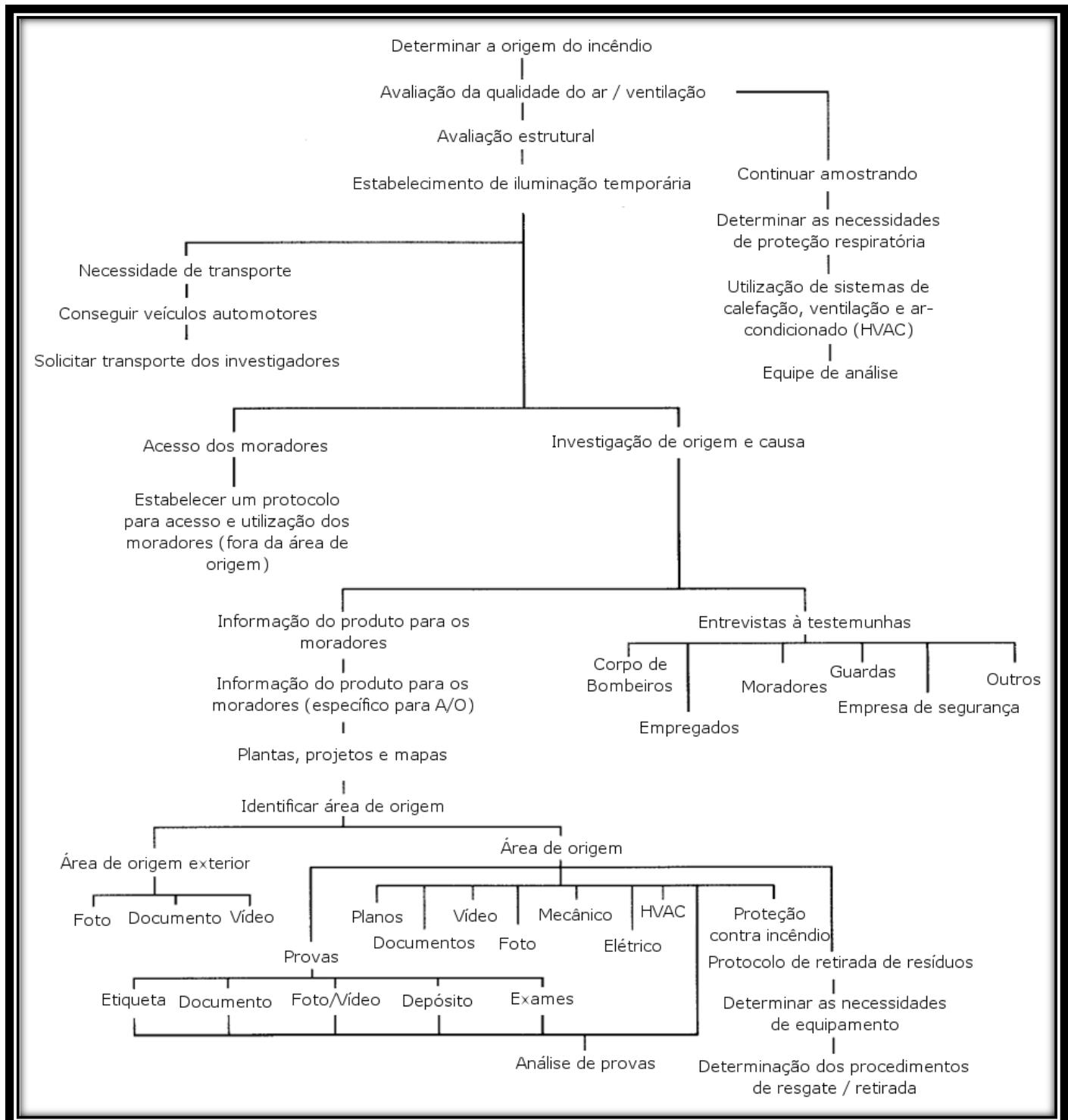
Os protocolos de teste e análise de materiais relacionados com esta pesquisa são:

Todas as partes concordam que realizarão cada exames e testes.

Todas as partes concordam permitir a outra observar cada um dos testes.

Todas as partes concordam em devolver qualquer excesso de material ao armazenamento depois de cada teste.

Segue um fluxograma de investigação para orientar o âmbito geral da pesquisa.

**FIGURA 24.3(b) Fluxograma da investigação.**

Recomenda-se que a equipe escolha um secretário para tomar atas das reuniões. O registo deve conter a data, hora, lugar, pessoas presentes, as questões discutidas e

decisões tomadas. Esse registro pode ser gravado em fita, anexando os anexos relevantes.

Deve haver uma reunião antes de se começar a investigar a cena. Deve-se avisar o pessoal do estado do lugar e as precauções que serão tomadas. Identificam-se as responsabilidades e interesses perante os tribunais. Deve-se discutir políticas administrativas, de pessoal de saúde e regulamentos de segurança.

Cada uma das partes deve ter o seu próprio porta-voz nas reuniões. Pode ser autorizado a estar presente nas reuniões ou outros pesquisadores representantes, marginalizados, mas como porta-voz conselheiros para as reuniões mais eficazes.

É razoável que hajam discrepâncias, então deve-se fazer todos os esforços para resolver esses problemas através de um planejamento adequado, reuniões ou outro esforço de comunicação. Tem-se que antecipar os problemas que possam surgir sobre o acesso ao local, as alterações dos mesmos, a coleta de provas, preservação e eliminação de provas.

Algumas das questões que o comitê deve resolver são:

O objeto da investigação.

O papel que deve desempenhar o comitê as equipes.

Os órgãos públicos (locais, provinciais, nacionais, privados) e as partes privadas interessadas.

A identificação dos membros da equipe (mediante crachás, roupas ou capacete especial).

O número de pessoas de cada equipe ou órgão.

O controle de entrada ao lugar dos fatos.

**24.6 Planejamento.** Deve-se estabelecer um plano ou ordem sistemática de tarefas da pesquisa. Conforme se avança a investigação pode ser necessário alterar o plano ou diagrama. O plano deve ter alguma flexibilidade (*ver capítulo 12*).

**24.7 Acesso dos ocupantes.** Se possível, a pesquisa é conduzida de modo que os ocupantes sejam autorizados a usar as partes do edifício que não foram afetados pelo incidente. Isso pode exigir algum atraso na realização de parte da investigação

até que a situação seja esclarecida. É importante que os lojistas / ocupantes possam ocupar seu espaço, mas temos de continuar a proteger o local do incêndio ou explosão. Este esforço pode ajudar a reduzir interrupção de negócios e, portanto, o impacto do fogo. Deve-se permitir o acesso aos ocupantes nas partes relevantes do edifício afetado, uma vez estabelecido que a área está segura.

**24.8 Organização da equipe de investigação.** Deve-se resolver o problema da organização da equipe e as responsabilidades e obrigações dos seus membros. Alguns membros da equipe assumirão ou executarão mais de uma função. Esta função deve ser identificada no plano ou fluxograma.

As responsabilidades da equipe de investigação são análise da qualidade do ar, a construção de segurança, iluminação, transporte e proteção. Algumas destas funções podem ser compartilhadas ou organizadas com outras equipes. Os interessados devem participar e organizar a coleta e análise de provas.

Deve-se definir o tamanho, organização e responsabilidades da equipe.

Se há muitas pessoas, o efeito sobre a cena vai ser prejudicial. Mas se há muito poucos investigadores pode ser incompleta ou ineficaz. O número de pessoas que participam da investigação depende do tamanho e da complexidade do incidente. No entanto, pode-se assumir várias responsabilidades.

Uma equipe para investigar um incêndio importante pode estar composta por:

Líder.

Secretário.

Perito em provas.

Fotógrafo.

Redator.

Entrevistador.

Um ou vários investigadores

Ocorrerá também de se empregar pessoal especializado, quando necessário (ver seção 12.5).

Para que a investigação de um grande incêndio seja eficaz, uma boa liderança é necessária. Há um sistema nos Estados Unidos conhecido como Sistema de Comando de Incidentes (SCI) ou Command System em caso de desastre. O SCI descreve a estrutura do sistema e orientação para a pesquisa na cena quando várias responsabilidades estão envolvidas.

**24.9 Reuniões periódicas.** O comitê de líderes de equipe deverá reunir-se regularmente para discutir o andamento da investigação, as alterações de planos necessários e informar as equipes sobre o que vai acontecer e quando. Sugere-se que todos os dias tenha uma reunião curta e uma mais detalhada a cada semana.

Cada equipe também deve reunir-se diariamente para coordenar e divulgar informações para todos os membros. Reuniões de equipe regulares são o fórum onde se discute a informação recolhida pelos diferentes membros da equipe, por exemplo, entrevistas, análise da cena, de documentos e condições de segurança.

**24.10 Recursos.** Os pesquisadores responsáveis por investigações de incidentes graves devem conhecer os recursos que têm, tanto no seu departamento ou empresa, como recursos externos (pré-planejamento). Muitos investigadores de incêndio em áreas rurais e pequenos departamentos de pesquisa superam tanto a falta de alocação de recursos adicionais, quanto materiais e pessoais, na preparação de suas pesquisas. Infelizmente, o conceito de equipe, a ser utilizado tanto pelo setor público quanto privado, muitas vezes é esquecido ou desprezado por restrições orçamentárias ou porque a prioridade é dada à burocracia em vez da segurança das pessoas e a necessidade de realizar uma pesquisa organizada.

Em muitos casos, o investigador responsável por muitos cenários de incêndio é responsável por toda a pesquisa. O conceito de equipe e força de impacto pode delegar a responsabilidade ou assumir mais de um pesquisador.

**24.11 Informação preliminar.** Antes de estabelecer um plano ou fluxograma, o investigador deve recolher toda a informação possível, por exemplo, sobre a escala do desastre, o estado da cena, quais informações se tem sobre o incidente, tipo de construção afetada, seu uso, sua natureza e extensão dos danos. Isso permite que você estabeleça um plano que aborda todos os aspectos importantes para a investigação e não precise modificá-lo mais tarde.

**24.12 Segurança.** A segurança é responsabilidade de todos os membros da equipe, mas em alguns casos pode ser necessário designar alguém como chefe de segurança (supervisor de segurança), que é responsável por monitorar o estado do local do incêndio ou explosão para assegurar a proteção de todos os funcionários. O plano de pesquisa deve abordar a segurança não só para pesquisadores, mas para os ocupantes que irão utilizar o prédio. Deve-se analisar o edifício antes de qualquer investigação ou remover detritos. Pode ter escapado gases tóxicos ou perigosos durante o incidente, ou que tenham sido produzidos depois do mesmo.

Pode ser necessária a análise da qualidade do ar, condições ou a estabilidade do edifício e ambientais enquanto a investigação continua. Deve-se avaliar se o sistema de ventilação do edifício pode ser usado para fornecer ar fresco. Se não se pode fazer com que o ar ambiente seja seguro, os investigadores devem usar roupas de proteção, máscara e equipamento autônomo.

Em grandes incêndios, a fadiga dos investigadores é um aspecto de segurança, de modo que você deve evitar (*Ver capítulo 10*).

**24.13 Iluminação.** Pode ser necessário instalar iluminação temporária. Às vezes é melhor ter um eletricista para instalar uma iluminação temporária do que usar luzes ou lanternas por um longo tempo. A iluminação temporária permite aos pesquisadores ver melhor o lugar. A necessidade de instalar esta iluminação funcionará de acordo com as condições iluminação, o tempo estimado que vai durar a investigação e a existência de outras fontes de luz e eletricidade.

**24.14 Acesso do investigador.** Pode ser necessário meios de transporte para facilitar a circulação de pesquisadores e materiais, especialmente se tiverem que viajar longas distâncias ou com pessoal e equipamentos difíceis de transportar. A área de fogo pode estar em andares superiores que sejam difíceis para se chegar. Se todas essas questões são abordadas e resolvidas no início, tudo será muito mais fácil.

Como transporte em áreas remotas pode-se usar carrinhos de golfe, veículos automóveis pequenos, barcos, veículos com tração nas quatro rodas, helicópteros e outros meios de transporte. Para chegar aos andares superiores você pode usar o elevador em um prédio anexo e escadas de bombeiros (de mão ou mecânica).

**24.15 Proteção do lugar dos fatos.** Uma das primeiras tarefas da equipe de investigação é a de proteger a cena. O primeiro a chegar, deve estabelecer e manter o controle. Deve controlar rigorosamente o acesso e deve tomar nota de todos os funcionários que entram e saem do local.

O acesso deve ser limitado ao pessoal autorizado, tanto para facilitar a qualidade da pesquisa, quanto para evitar possíveis danos a pessoas não autorizadas ou curiosas.

A decisão de autorização é encargo da pessoa que controla o lugar.

Pode ser necessário contratar pessoal de segurança privada para instalar barreiras físicas para garantir o nível de proteção necessário.

**24.16 Necessidades sanitárias e de comodidade.** Deve-se garantir que haja água potável e saneamento. Definir uma área não contaminada para comer, relaxar e reunir-se.

**24.17 Comunicações.** Uma grande área onde tenha havido um sinistro pode ocasionar perda de comunicação entre os investigadores. As comunicações podem ser feitas por meio de aparelhos fixos ou móveis. Pode-se usar rádios portáteis, telefones celulares provisórios ou móveis. Também deve-se centralizar as comunicações em um posto de comando em um trailer ou instalado em outro lugar.

**24.18 Entrevistas.** Na chegada ao local o líder da equipe deve garantir que pelo menos as primeiras entrevistas de testemunhas sejam feitas. Estas testemunhas podem ser o chefe dos bombeiros, bombeiros, pessoal de combate a incêndios, a polícia, os vizinhos, os proprietários, empregados, locatários, os transeuntes, ou outros que possam ter informações. O pesquisador deve buscar informações sobre a descoberta do fogo, o que aconteceu antes dos bombeiros chegarem, os esforços para extinguir a propagação das chamas, tipo de construção e conteúdo da edificação (*Ver capítulo 11, Entrevistas*).

As entrevistas podem ser feitas enquanto se estiver executando outras tarefas. É melhor que uma pessoa seja entrevistada uma vez, ao invés de fazer muitas entrevistas. Com participantes de mais de uma equipe de investigação, normalmente é melhor entrevistar em detalhes um representante de cada uma das equipes. Também é melhor entrevistar apenas um membro de cada equipe, e nada mais.

Assim , a equipe de entrevista torna-se mais abrangente, por outro lado, não se exerce pressão nos entrevistados.

Entrevistas conjuntas permitem aos pesquisadores discutir com os outros, idéias e perguntas, para que a entrevista aborde mais temas e detalhes. Mas haverá momentos em que a entrevista conjunta torna-se impraticável, como as realizadas aos suspeitos por agentes de segurança. Deve-se escrever resumos das entrevistas para facilitar a comunicação com outros membros da equipe. Se houver declarações importantes deverão ser transcritas mais rapidamente possível.

**24.19 Planos e desenhos.** Deve-se obter cópias dos projetos e planos de construção. Os planos ajudam a saber onde vai a instalação elétrica, para determinar a capacidade do sistema de aquecimento e ar condicionado e verificação de sistemas de proteção e detecção de incêndio. Eles também podem ajudar a fazer planos mais precisos para a investigação e localizar e verificar o funcionamento dos equipamentos. Os planos estão disponíveis a partir do proprietário do prédio, do construtor, do arquiteto ou do departamento de construção do conselho da cidade.

**24.20 Análise do lugar dos fatos.** É preciso analisar e descrever a cena, tratada neste guia no capítulo 13. A documentação inclui desenhos e diagramas, fotografias e vídeos.

**24.21 Modos de investigação.** Pessoas alocadas na análise física da cena devem ser os membros com mais experiência na determinação da origem e causa de incêndios e explosões. Para fazer a pesquisa deve-se desenhar uma espécie de grade, dividindo a área em várias partes. A pesquisa deve ser documentada para cada tabela e identificadas as evidências da mesma. Esta grade será determinada pela forma do sítio (por exemplo, planta ou quarto).

Outros métodos de pesquisa consistem em dividir a área em tiras, áreas irregulares ou analise espiral. Mas, independentemente do método utilizado, deve-se assegurar que as áreas se sobreponham para uma cobertura completa.

**24.22 Teste.** Antes de remover provas ou escombros, deve-se consultar outros pesquisadores ou interessados. Estas consultas podem ocorrer nas reuniões periódicas , por cartas , em reuniões especiais ou na cena. Os membros dos comitês de líderes de equipe devem estabelecer a importância de identificar e proteger provas.

Deve-se escolher um técnico para documentar a coleta de provas e preservação de todas elas. As provas devem ser tratadas e protegidos, como já dissemos (ver *Capítulo 14*).

Deve-se estabelecer um protocolo para a coleta, manuseio e armazenamento da evidência, indicando um local para armazenamento, que seja aceitável para todas as partes e se estabeleçam métodos de manipulação. Isso requer um lugar seguro em que sejam registradas todas as pessoas que entram e saem.

Todas as evidências coletadas devem estar igualmente acessíveis a todas as equipes de investigação. Antes de fazer qualquer teste ou exame destrutivo nas provas, deve-se notificar todas as equipes. Cada interessado pode enviar um perito para participar do exame .

**24.23 Divulgação da informação.** A equipe deve ser discreta sobre assuntos que afetam o incidente e não discuti-los com outros que não são membros da equipe. O comitê de líderes de equipe pode nomear uma pessoa ou orgão que atue como um porta-voz em questões de pesquisa. Este porta-voz pode ser um funcionário público ou chefe dos bombeiros.

**24.24 Exame da cena.** O exame da cena está descrito em outros capítulos. Para a investigação de grandes incêndios são válidas as mesmas técnicas, mas, como geralmente o lugar vai ser maior, mais informações são necessárias, entrevistas e documentação adicional.

**24.25 Planejamento prévio da investigação.** Em muitas organizações ou empresas privadas a responsabilidade de determinar a origem e a causa de incêndios e explosões importantes é atribuída a um ou dois pesquisadores. Mas ainda é necessário um pré-plano para investigação.

O conceito de equipe ou força de impacto permite iniciar uma investigação rápida e dedicar mais tempo e recursos para cada tarefa a ser atribuída para diferentes pesquisadores da equipe.

## CAPITULO 25 PUBLICAÇÕES DE REFERÊNCIA

**25.1** Este guia leva em conta os seguintes documentos ou partes deles como referência, de modo que deve ser considerado parte das recomendações do mesmo. A edição de cada documento é a mais recente na data de publicação deste Guia nos EUA. Foram feitas referências a muitos documentos apenas para fins informativos e, portanto, também estão listados no Apêndice C.

**25.1.1 Publicações da NFPA.** National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, PO. Box 9101, Quincy, MA 02269- 9101.

NFPA 54, *National Fuel Gas Code*, edição 1999.

NFPA 58, *Liquelled Petroleum Gas Code*, edição 2001.

NFPA 68, *Guide for Venting of Deflagrations*, edição 1998.

NFPA 70, *National Electrical Code*, edição 1999.

NFPA 72, *National Fire Alarm Code*, edição 1999.

NFPA 77, *Recommended Practice on Static Electricity*, edição 2000.

NFPA 121, *Standard on Fire Protection for Self-Propelled and Mobile Surface Mining Equipment*, edição 2001.

NFPA 220, *Standard on Types of Building Construction*, edição 1999.

NFPA 299, *Standard for Protection of Life and Property from Wildfire*, edição 1997.

NFPA 430, *Code for the Storage of Liquid and Solid Oxidizers*, edição 2000.

NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program*, edição 1997.

NFPA 1971, *Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting* edição 2000.

NFPA 1977, *Standard on Protective Clothing and Equipment for Wildland Fire Fighting*, edição 1998.

NFPA, *Fire Protection Handbook*, edição 15<sup>a</sup> (1981), 16<sup>a</sup> (1986), 17<sup>a</sup> (1991), e 18<sup>a</sup> (1997).

*Fire Protection Guide to Hazardous Materials*, 12<sup>a</sup> edição, 1997.

*National Fuel Gas Code Handbook*, edição 1996.

*SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Society of Fire Protection Engineers, Quincy, MA, 1988 y 1995.

SPP 51, *Flash Point Index of Trade Name Liquids*, 1978.

### **25.1.2 Outras Publicações.**

**25.1.2.1 Publicações ANSI.** American National Standards Institute, Inc., 11 West 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036.

ANSI Z129.1, *Precautionary Labeling of Hazardous Industrial Chemicals*, 2000.

ANSI /400.1, *Material Safety Data Sheets — Preparation*, 1998.

ANSI 7.535.1, *Safety Color Code*, 1998.

ANSI Z535.2, *Environmental and Facility Safety Signs*, 1998.

ANSI /535.3, *Criteria for Safety Symbols*, 1998.

ANSI /535.4, *Product Safety Signs and Labels*, 1998.

ANSI /5355, *Accident Prevention Tags*, 1998.

**25.1.2.2 Publicações API.** American Petroleum Institute, 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005.

RP 2003, Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents, 1991.

**25.1.2.3 Publicações ASTM.** American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428- 2959.

ASTM D 56, Standard Test Method for flash Point by Tag Cosed tester: 1993,

ASTM D 92, Standard :fest Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup, 1996.

ASTM D 93, Standard Test Method .for Flash Point by Pensky Martens Closed cup tester, 1996.

ASTM D 1230, Standard Test method for flammability of Apparel textiles, 1994.

- ASTM D 1265, Standard Practice for Sampling liquefied Petroleum (LP) Gases (Manual Method), 1997.
- ASTM D 1310, Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus, 1986.
- ASTM D 1929, Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics, 1996.
- ASTM D 2382, Standard test Method for Heat of Combustion of Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (High Precision Method), 1988.
- ASTM 2859, Standard test Method Flammability of Finished textile Floor Covering Materials, 1993.
- ASTM D 3659, Standard test Method for flammability of Apparel Fabrics by Semi-Restraint Method, 1980,
- ASTM D 3828, Standard test Methods for Flash Point by Small Scale Closed tester 1993.
- ASTM D 5305, Standard test Method for Determination of Ethyl Mercaptan in LP-Gas Vapor; 1997.
- ASTM E 84, Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials, 1997.
- ASTM E 108, Standard test Method for Fire tests of Roof Coverings, 1996.
- ASTM E 119, Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials, 2000.
- ASTM E 603, Standard Guide for Room fire Experiments, 1995,
- ASTM E 648, Standard test Method for Critical Radiant Flux of Floor-Covering Systems Cosign a Radiant Heat Energy Source, 1997,
- ASTM E 659, Standard test Method for Autoignition temperature of liquid Chemicals, 1978.
- ASTM E 681, Standard test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals, 1994.

ASTM E 800, Standard Guide for Measurement of Gases Present or Generated during Fires. 1995.

ASTM E 860, Standard Practice for Examining and Testing Items that Are or May Become involved in Product Liability Ligation, 1982.

ASTM E 906, Standard test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates For Materials and Products, 1997.

ASTM E 1188, Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator 1995.

ASTM E 1226, Test Method Pressure and Rate of Pressure Rise for Combustible Dusts, 1994.

ASTM E 1352, Standard test Method for Cigarette Ignition Resistance of Mock-up Upholstered Furniture Assemblies, 1994.

ASTM E 1353, Standard test Method for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture, 1994.

ASTM E 1354, Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption Calorimeter 1997.

ASTM E 1387, Standard Test Method for Liquid Residues in Extracts from Fire Debris Samples by Gas Chromatography, 1995.

ASTM E 1459, Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation, 1998.

ASTM E 1618. Standard Guide for Ignitable Liquid Residues in Extracts from Fire Debris Samples by Gas Chromatography-Mass Spectrometry 1994,

**25.1.2.4 Publicações IAAI.** International Association of Arson Investigators, 300 S. Broadway, Suite 100, St. Louis, MO 63102.

*Fire and Arson Investigator* (revista trimestral).

**25.1.2.5 Publicação UL.** Underwriters Laboratories Inc., 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062.

UL 263, , *Standard for Safety Fire Tests of Building Construction and Materials*, 1996.

**25.1.2.6 Publicação USFA. U.S. Fire Administration, Emmetsburg, MD 21727.**

"*Minimum Standards on Structural Fire Fighting Protective Clothing and Equipment*," 1992.

**25.1.2.7 Publicações do governo dos Estados Unidos. U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.**

Título 49, *Code of Federal Regulations*, Parte 3280, "*Manufactured Home Construction and Safety Standards (HUD Standard)*"

Título 49, *Code of Federal Regulations*, Parte 129.625, "*Fire Related Human Behavior*," *U.S. Fire Administration*, 257, 1994.

Consumer Safety Act (15 USC, *Code of Federal Regulations*, Part 1000).

Hazardous Substances Act (15 USC, *Code of Federal Regulations*, Part 1500).

Título 29, *Code of Federal Regulations*, Parte 1910, "*Federal Hazards Communication Standard*."

Flammable Fabrics Act (15 USC, *Code of Federal Regulations*)

Federal Food, Drug and Cosmetic Act (15 USC, *Code of Federal Regulations*, Part 600).

Federal Rules of Evidence as amended through 2000.

OSHA Regulations (*Code of Federal Regulations*, Parte 1910).

U.S. Senate Committee on Government Operations. *Chart of the Organization of Federal Executive Departments and Agencies*.

**25.1.2.8 Outras referências.**

Babrauskas, NT., and J. Krasny. *Fire Behavior of Upholstered Furniture*, NBS Monograph 173. Washington, DC: National Bureau of Standards, November 1985.

Baumeister, T, E. A. Avallone, and T Baumeister III. *Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 8<sup>a</sup> edição. New York: McGraw-Hill, 1978.

Bennett, C. O., and J. E. Myers. *Momentum, Heat, and Mass Transfer*, 2<sup>a</sup> ed. New York: McGraw-Hill Book Co., 1974.

*Black, Black's Law Dictionary*, 6<sup>a</sup> ed., 1990.

Bull, J. E, and J. C. Lawrence. "Thermal Conditions to Produce Skin Burns."

Bustin, W M., and W G. Duket. *Electrostatic Hazards in Petroleum Industry* Research Studio Press, Julho de 1983.

Douglas, J. E., A. W Burgess, A. G. Burgess, and R. K. Kessler. *Crime Classification Manual*. New York: Lexington Books, 1992.

Drysciale, D. An *Introduction to Fire Dynamics*. New York: John Wiley and Sons, 1985.

Fang, J. B., and J. N. Breese. 'Tire Development in Residential Basement Rooms.' National Bureau of Standards (currently NISTJ), NBSIR 80- 2120, Gaithersburg, MD, 1980.

Flick, E. W *Industrial Solvents Handbook*, 4<sup>a</sup> edição. Park Ridge, NJ: Noyes Data Corp., 1991.

FMC *Product Safety Sign and Label System*,

Glick, K., and R. Gieck. *Engineering Formulas*. 1977.

*Guide to Plastics*. New York: McGraw-Hill, 1989.

Hagglund and Persson. *An Experimental Study of the Radiation from Wood Flames*, FOA Report C 4589-D6(A3). Stockholm: Forsvarets Forskningsanstalt.

Hagglund and Persson *The Heat Radiation from Petroleum Fires*, FOA Report C 20126-D6(A3). Stockholm: Forsvarets Forskningsanstalt.

Hilado, C. J., *Flammability Handbook for Plastics*, ed. Lancaster, PA: Technomic Publishing, 1990.

Kennedy, E, and J. Shanley. "USFA Fire Burn Pattern Tests - Program for the Study of Fire Patterns." FA 178, 7/97, (Federal Emergency Management Agency, United States Fire Administration, Emmetsburg, MD, 1997).

Krasny, J; *Cigarette Ignition of Soft Furnishings - A Literature Review with Commentary*. Center for Fire Research, Washington, DC: National Bureau of Standards, June 1987.

Lawson, D. I. "Fire and the Atomic Bomb." Fire Research Bulletin, No. 1, HMSO, London, 1954.

Lawson, D. I., and D. L. Simms, "The Ignition of Wood by Radiation." British Journal of Applied Physics, 3, 1952, 288-292.

Lee, B. T. *Heat Release Rate Characteristics of Some Combustible Fuel Sources in Nuclear Power Plants*, NBSIR 85-3195. Washington, DC: National Bureau of Standards, 1985.

Lide, D. R., *Handbook of Chemistry and Physics*, 71st ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 1990- 1991.

Putorti, A. J. Jr. (NIST), , "Full Scale Room Burn Pattern Study," NIJ Report 601-97, Publication #169 281, (National Institute of Justice, National Criminal Justice Reference Service, Washington, DC, 1997).

Mil-Std-202F, *Test Method for Electronic and Electrical Components*. "Method 301, Dielectric Withstand Voltage." U.S. Department of Defense Military Test Standard, 1998.

Mil-SW-202F, *Test Method for Electronic and Electrical Components*. "Method 302, Insulation Resistance."

Manual de plásticos, *Plastics Handbook*. New York: McGraw Hill, 1986-1987.

*Restatement of the Law, Second Torts*, 402A, American Law Institute, Philadelphia, PA,

Severy, D. M., D. M. Blaisdell, and J. F. Kerkhoff. *Automobile Collision Fires*, SAE, 741180. Society of Automotive Engineers, 1974.

Tan, S. H. "Flare System Design Simplified," Hydrocarbon Processing, 1967, 172-176.

Wood, P G. Fire Research Note #953, Building Research Establishment, Boreham Wood, UK, 1973.

UNOCAL Lub Oils and Greases Div.

## Apêndice A

### Material explicativo

Este apêndice não faz parte das recomendações do documento NFPA, e está incluído apenas para fins informativos. Contém material explicativo, numerados de acordo com os parágrafos de texto aplicáveis.

**A.1.3.10 Aprovado.** A Associação Nacional de Proteção contra Incêndios não aprova, fiscaliza, ou certifica as instalações, procedimentos, equipamentos, materiais ou endossa ou avalia laboratórios de ensaio. Para determinar a aceitabilidade de instalações, procedimentos, equipamentos ou materiais, a autoridade competente pode se basear em padrões aceitos da NFPA e outros padrões. Na sua ausência, a autoridade poderá pedir provas de instalação apropriada, procedimento ou uso. A autoridade competente pode também consultar as listagens ou práticas de rotulagem de qualquer agência que lida com a avaliação de produtos e está em posição de determinar se as regras em vigor na fabricação de certos produtos sejam atendidas.

**A.1.3.17 Aquecimento espontâneo.** Resultante do processo de oxidação, geralmente com a ajuda da acção de bactérias em que os produtos agrícolas envolvido.

**A.1.3.18 Calor.** O calor é medido em joules, calorias ou unidades térmicas britânicas (Btu). O calor não é medida em graus Celsius ou Fahrenheit, a unidade preferida é o joule. Um joule / segundo é um watt (ver 1.3.132).

**A.1.3.19 Calor de ignição.** A energia de calor vem de vários modos e, normalmente, um objeto ou fonte específica. Por conseguinte, o calor de ignição é dividido em duas partes: (a) de equipamentos envolvidos na ignição e Formas de calor para a ignição.

**A.1.3.30 Ciência Fogo.** Consulte a seção fontes B.2.

**A.1.3.31 Código.** A decisão de estabelecer um padrão como um "código" é baseado em fatores tais como o tamanho e escopo do documento, o seu uso pretendido e a forma de adoção, e se contém as disposições administrativas e

obrigatórias substanciais. Existem outros órgãos que desenvolvem normas e códigos que definem a palavra de forma diferente

**A.1.3.48 A expansão térmica.** A quantidade de aumento por cada grau de temperatura, chamado coeficiente de dilatação térmica é diferente para cada uma das substâncias.

**A.1.3.49 Dinâmica de incêndio.** Consulte a seção fontes B.1.

**A.1.3.52 Padrão.** Existem outros órgãos quem desenvolvem padrões e definem a palavra padrão de formas diferentes.

**A.1.3.70 Guia.** Existem outros órgãos quem desenvolvem padrões e definem a palavra guia de formas diferentes.

**A.1.3.105 Incêndio provocado.** As definições legais precisas variam entre jurisdições, que são definidas por decisões judiciais e estatutos.

**A.1.3.75 Indicador de gás combustível.** Muitas unidades podem indicar a percentagem do limite inferior de explosividade em uma mistura de ar-gás

**A.1.3.99 Plástico.** Os plásticos são normalmente feitos de resinas, polímeros, derivados de celulose, caseína, e proteínas. Os principais tipos são termofixos e termoplásticos.

**A.1.3.101 Prática recomendada.** Existem outros órgãos quem desenvolvem padrões e definem a palavra prática recomendada de formas diferentes.

**A.1.3.115 Sobrecarga.** Um colapso, como um curto-circuito ou falta de aterramento, não é uma sobrecarga (ver também 1.3.87).

**A.1.3.118 Taxa de liberação de calor (HRR).** A taxa de liberação de calor de um combustível está relacionada à sua química, forma física e disponibilidade de oxidante, e é expressa como Btu / s quilowatts (kW).

**A.1.3.119 Temperatura.** A temperatura mais baixa possível é zero absoluto na escala Kelvin de temperatura (-273 graus na escala Celsius). À temperatura do zero absoluto, um corpo não pode liberar energia.

**A.1.3.119.1 Temperatura absoluta.** As escalas Celsius e Fahrenheit são escalas relativas que usam "graus". As escalas Kelvin e Rankine são escalas absolutas que não usam o termo grau.

**A.1.3.119.3 Temperatura de ignição.** Os dados apresentados são obtidos em condições de ensaio específicas e podem não refletir uma medida sobre a superfície da substância. Se conhece como temperatura de ignição controlada a uma chama sobre a superfície aquecida. A ignição sem uma fonte de energia também é chamada temperatura de auto-ignição, temperatura própria de ignição ou temperatura de auto-ignição. A temperatura de ignição determinada em testes padrão é muitas vezes menor do que a temperatura de ignição em uma situação real de incêndio.

**A.1.4** No NFPA Fire Protection Handbook, Handbook Fire Protection, ou ASTM E 380, Norma para Metric Practice, há uma lista completa de fatores de conversão.

**A.3.1.1.2** Para mais informações sobre limites de inflamabilidade, ver USBM, *Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapor*.

**A.3.3** Para mais informações, consulte Ohlemiller, , "Smoldering Combustion".

**A.3.5.4.1** Para mais informações sobre flashover nos quartos, ver Babrauskas, "*Estimating Room Flashover Potential.*"

**A.3.5.5** Mais informações sobre a altura da chama em *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, Seção 1, Capítulo 18.

**A.4.2.2.** Para mais informações, consulte as fontes referidas no ponto B.3.

**A.4.5.2** Para mais informações, consulte Drysdale, *An Introduction to Fire Dynamics*,

**A.4.6.1** Para mais informações, consulte Smith, "*Concrete Controlled Fire Tests and Review*"

**A.4.12.1** A profundidade da carbonização em tablados de gesso é parecida com a profundidade de carbonização na madeira e muitas das técnicas são as mesmas. Ver as seções 4.5. e B.4. para mais informações.

**A.4.13.1** Para mais informações, consulte :

Skelly, *An Experimental Investigation of Glass Breakage in Compartment Fires*, Lentini et al., "*Baseline Characteristics of Residential Structures Which Have Burned to Completion: The Oaklartd Experience.*"

Para mais informação sobre a liberação de pressão durante os incêndios, consulte Fang e Breese, *Fire Development in Basement Rooms*.

Para mais informação sobre explosões, consulte Harris, *The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants*

**A.4.13.2** Para mais informações, consulte Cooke e Ide, *Principles of Fire Investigation*.

**A.4.14** Para mais informação sobre metais consulte, "Collapsed springs in Arson Investigation: A Critical Metallurgical Evaluation."

**A.4.16.1.4** Para mais informação sobre fluxo crítico radiante da superfície do solo, consulte NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, Capítulo 2, assim como o manual NFPA de proteção contra incêndios (Fire Protection Handbook), 18º edição, Seção 7, Capítulo 3. Consulte também *Fire Development in Basement Rooms*.

**A.4.17** Para mais informação consulte as fontes na Seção 13.5.

**A.6.3.1** Para mais informação consulte NFPA 70, (*National Electrical Code*) (*National Electrical Code Handbook*)

**A.6.7.4** Consulte a figura 6.10.6.2(f) uma fotografia de um condutor de alumínio fundido solidificado.

**A.6.9.4.4** Para mais informações consulte, *Flashover Failures from Wet-Wire Arcing and Tracking*, e *Cahill and Dailey Aircraft Electrical Wet-Wire Arc Tracking*.

**A.6.10.2** Para mais informações, consulte Beland, (*Considerations on Arcing as a Fire Cause*), e Beland, (*Electrical Damages - Cause or Consequence?*).

**A.6.10.3** Para mais informações, consulte Beland, (*Considerations on Arcing as a Pire Cause*), e Beland, (*Electrical Damages - Cause or Consequence?*).

**A.6.10.4** Para mais informações, consulte Ettling, "Glowing Connections."

**A.6.10.5** Para mais informações, consulte Beland, "Examination of Electrical Conductors Following Fire,"

**A.6.10.6.3** Para mais informações, consulte Beland et al., "Copper-Aluminum Interactions in Fire Environments."

**A.6.10.6.4** Para mais informações, consulte Ettling, '*Arc Marks and Gouges in Wires and Heating at Gouges.*'

**A.6.11.8** Para mais informações, consulte Ettling, (*The Overdriven Staple as a Fire Cause*), e Ettling, (*Ignitability of PVC Electrical Insulation by Arcing*).

**A.6.12.2.1** Para mais informação sobre estática em líquidos inflamáveis, consulte API RP 2003 *Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents*.

**A.6.12.2.3** Para mais informação sobre carga por transferencia, consulte 5.6.10., (*Flammable and Combustible Liquids Code*); apêndice B de NFPA 385, (*Standard for Tank Vehicle for Flammable and Combustible Liquids*); API RP 1004 (*Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 Tank Motor Vehicles*); e API RP 2013, (*Cleaning Mobile Tanks in Flammable Or Combustible Liquid Service*).

**A.6.12.3** Para mais informações, consulte NFPA 77, *Recommended Practice on Static Electricity*

**A.6.12.4** Para mais informações, consulte NFPA 77, *Reconnnended Practice on Static Electricity'*.

**A.6.12.8** Para mais informações, consulte NFPA *Fire Protection Handbook*, Seção 3, capítulo 5.

**A.7.2** Pode-se encontrar informações sobre as propriedades dos gases combustíveis em NFPA (*Liquefied Petroleum Gases Handbook*) e NFPA (*National Fuel Gas Code Handbook*).

**A.7.3.1** Para mais informações, consulte Título 49, *Code of Federal Preparations*, Parte 178.

**A.7.4.1.1** Para mais informações, consulte ASME *Boiler and Pressure Vessel Code*.

**A.7.4.1.2** Para mais informações, consulte ASME *Boiler and Pressure Vessel Corle*.

**A.7.7.1.3** Para mais informações, consulte *U.S. Consumer Products Safety Commission Working Group on Gas Voluntary Standards, (Position Paper on Gas Water Heaters to Prevent Ignition of Flammable Vapors)*

**A.7.8** Para mais informações, consulte o Manual de engenheiros de gas (*Gas Engineers Handbook*), da American Gas Association.

**A.7.9.3.8** Para mais informações, consulte Kennedy and Kennedy, *Explosion Investigation and Analysis*.

**A.7.9.4.2** Para mais informações, consulte NFPA *Liquefied Petroleum Gases Handbook*, e Manual NFPA, *National Fuel Gas Corle Handbook*.

**A.7.9.7** Para mais informações, consulte (*Gas Engineers Handbook*), da American Gas Association.

**A.7.9.7.1** Ver fontes referidas no ponto B.6.

**A.8.3.2.1** Consulte *Latine and Darley Journal of Person Soc. Psych.*

**A.8.3.2.2** Consulte Bryan, (*A Study of the Survivors Reports on the Pante in the Fire al Arundel Park Hall*, Brooklvn, Maryland, on January 29, 1956).

**A.8.3.3.4** Para mais informações, consulte NFPA *Fire Protection Handbook*, 18<sup>th</sup> ed, Sec 8, Capítulo 1, por J. 1.. Bryan.

**A.9.1** Embora muitos dos conceitos e leis básicas são semelhantes no Canadá, também há diferenças importantes. O pesquisador deve ter cuidado na aplicação das normas legais descritas neste capítulo para as investigações sob o controle da lei canadense. Consulte Hewitt, (*E/re Loss Litigation in Canada: A Practical Guide*)

**A.10.1** Para mais informação relativas a requisitos de segurança ou treinamento, ver *Safety at Scenes of Fire and Related Incidents*.

**A.11.1** Para formularios pertinentes que se podem utilizar (*Guide for Fire Incident Field Notes*), Formulario 906.6; formulario 906.10 e formulario 906.11.

**A.12.6** Para uma forma relevante, que pode ser usado para coletar dados de gestão de casos, ver NFPA 906, (*Guide for Fire Incident Field Notes*), Formulário 906.0. Este formulário vai ajudar o pesquisador a acompanhar o andamento da investigação, incluindo o que foi feito, o que precisa fazer e compromissos, datas e outras informações relevantes para a gestão do caso.

Para mais informações, consulte Icove et al.. *Combatting Arson for Prqfit*.

**A.13.1** Para formas apropriadas que podem ser usados para gravar fotografias tiradas e fazer um diagrama da cena, ver NFPA 906 (*Guide for Fire Incident Field Notes*), Formulario 906.8 (Fotografias) e formulario 906.9 (esquemas). NFPA 170 Norma para Símbolos de segurança de incêndio, Norma para Símbolos de segurança de incêndio, fornece símbolos úteis para diagramação lugares onde houve incêndios ou explosões. Você também pode encontrar informações úteis na Seção 11 do Capítulo 14 de (*Formats Ibr Fire Hazard Inspecting, Surveying, and Mapping*), Fire Protection Handbook.

**A.13.4.4 (Standard for Fire Safety Symbols)**

**A.13.6** Você pode obter mais informações entrando em contato com as organizações específicas, tais como as especificações de construção (CSI), 601 Madison St., Alexandria, VA 22314-1791.

**A.14.1** Para formas adequadas que podem ser utilizadas para documentar a evidência física, ver NFPA 906 (*Guide for Fire Incident Field Notes*), Formularios 906.2a, 2b y 2c; formulario 906.3; formulario 906.4; e formulario 900.5.

**A.14.3** Para informações , ver Smith (*Firefighters Role and Responsibility in Preserving the Fire Scene and Physical Evidence*).

**A.14.4.2** Para mais informações, consulte Massachusetts Chapter of International Association of Arson Investigators, (*A Pocket Guide to Accelerant Evidence Collection.*)

**A.14.5.1** Existem guias úteis para o investigador ASTM E 1188, (*Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a 'Technical Investigator'*); ASTM E 1459, (*Standard Guide Ibr Physical Evidence Labeling and Related Documentation*); e ASTM E 860, (*Standard Practice for Examining and Testing Items That Are or May Become Involved in Product Liability Litigation*).

**A.14.5.3.4** Para mais informações, consulte IAAI Forensic Science Committee, "Position on Comparison Samples."

**A.14.5.3.5** Para mais informações, consulte Kurz et al., (*Evaluation of Canines for Accelerant Detection at Fire Scenes*); DeHaan, (*Canine Accelerant Detection*

*Teams: Validation and Certification); e Tindall and Lothridge, (An Evaluation of 42 Accelerant Detection Canine Teams).*

**A.15.2.3** Há uma explicação detalhada do processo de criação de gráficos em páginas 51-56 de (*USFA Fire Burn Pattern Tests - Program for the Study of Fire Patterns*).

**A.17.3.1** Para mais informação sobre árvores e falhas, consulte NFPA (*Fire Protection Handbook*), 18<sup>a</sup> ed, pág 37-41; NFPA 550, (*Guide to the Fire Safety Concepts Tree*), App. C; y Kirnamoto and Henley, (*Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*), Capítulo. 4.

**A.17.4.6** Para mais informação sobre a análise das rotas de evacuação, ver a Seção B.7

**A.17.4.7** Há mais extensas exposições sobre modelagem e análise da dinâmica do fogo em NFPA(Fire Protection Handbook), e SFPE (SFPE Handbook of Fire Protection Engineering).

**A.17.5.2** a figura A.17.5.2 mostra exemplos de formas que podem ser usados para coletar dados para a modelagem de incêndios nos quartos.

**A.18.1** as referências na Seção B.8. são valioso quando se considera Informações técnicas adicionais sobre explosões que afetam os edifícios ou outros recipientes.

**A.18.2** Para mais informações, consulte NFPA (*Fire Protection Handbook*), 18<sup>a</sup> ed, Sec 1, Capítulo 6.

**A.18.2.1** Para mais informação sobre BLEVEs, consulte Walls, (*Just What Is a BLEVE?*), e Best and Walls *Hot Water Heater NEVE in School Kills Seven*).

**A.18.2.3** Para mais informações, consulte el NFPA (*Fire Protection Handbook*), 18<sup>a</sup> ed, Sec 1, Capítulo 6.

**A.18.3.2** Para mais informações, consulte Kennedy and Kennedy, (*Explosion Investigation and Analysis*).

**A.18.8.2.1** As referências a seguir fornecem informações adicionais sobre as taxas de chamas:

Harris, (*The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants*)

NFPA 68, (*Guide for Venting of Deflagrations*).

**A.18.8.2.2** Para mais informações, ver:

Kennedy and Kennedy, (*Fires and Explosions - Determining Cause and Origin*).

Oloughlin and Yokomoto (*Computation of One-Dimensional Spread of Leaking Flammable Gas*).

Rabinkov, (*The Distribution of Flammable Gas Concentrations in Rooms*).

**A.18.8.2.4** Para mais informações, ver:

Bartknecht, Explosions - Course Prevention Protection.

NFPA 68, (*Guide for Venting of Deflagrations*).

Zalosh, (*Explosion Protection*).

**A.18.8.2.5** Para mais informações, consulte NFPA 68, (*Guide for Venting of Deflagrations*).

**A.18.8.4** Para mais informações, consulte Harris, (*The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plan*)

**Figura A.17.5.2 Folha de coleta de dados para a modelagem de incêndios em residências.**

FORMULÁRIO EXEMPLO PARA DADOS DE MODELOS DE INCÊNDIO EM COMPARTIMENTOS				
Número da Residência:	Uso:			
Tamanho (usar diagramas se possível).	Parede / piso / teto			
Construção				
Comprimento				
Largura				
Altura				
Materiais de Revestimento (que representam mais de 10% da cobertura da edificação) (Inclui espessura, densidade, e outras características do material, se conhecidas)				
Material da Parede	Percentual de paredes ou área afetada			
Material do Teto				
Piso ou material que cobre o Piso				
Portas, janelas e outras aberturas [Descreva todas as alturas como a distância acima do chão. Se a soleira da porta estiver no piso, coloca zero (0). ]				
<u>Aberturas</u>	<u>Teto</u>	<u>Entradas</u>	<u>Largura</u>	<u>Evolução do incêndio (como?)</u>
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
Por exemplo: "Janela quebrou as 10:33" ou "a Porta ficou fechada até o ocupante abrir para fugir permanecendo aberta a partir desse momento – hora da saída 10:30" (Página 1 de 2)				

### Figura A.17.5.2 Continuação

#### DADOS DE MODELOS DE INCÊNDIO EM COMPARTIMENTOS (continuação)

Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC). Incluir fluxos de ar de sistemas de climatização. Informar a velocidade e localização dos fluxos de entrada e saída de ar do compartimento. Informar também o tamanho e tipos de tubos e difusores.

---



---



---

A espessura da parede, janelas fechadas, ajustes das portas, etc. (se os ajustes estiverem muito danificados, classificar como estreito, médio ou perdido. Se este for o caso, tentar obter o tamanho, número e localização das trincas, etc.).

Portas \_\_\_\_\_  
 Janelas \_\_\_\_\_  
 Interior da parede \_\_\_\_\_  
 Exterior da parede \_\_\_\_\_

Evolução do Incêndio (Listar todos os eventos importantes que envolvem o progresso do incêndio.)

Ex.: \_\_\_\_\_

Tempo (fixo ou relativo)	Evento
01h10m	Sofá envolvido, chamas com 3 metros de altura
01h17m	Generalização do Incêndio
01h19m	Grandes chamas no corredor
01h23m	Saída de fumaça da janela do terceiro andar

---



---



---

Descrição inicial dos elementos combustíveis

Ex.: \_\_\_\_\_

Descrição	Tamanho	Material
Sofá	Grande	Poliuretano, com estofamento de algodão

---



---

Suposta fonte de ignição (listar conhecidas fontes de ignição estimativa de probabilidade).

Fonte de ignição: Ex.: cigarros

Probabilidade: provável

Página (2 de 2)

**A.18.9.1** Para mais informações, consulte Hertzberg e Cashdollar, “domínios de inflamabilidade e facilidade de ignição térmica de carvão pulverizado e outros pós: a dependência do tamanho da partícula e análise de resíduos microscópicos” (*Domains of Flammability and Thermal Ignitability for Pulverized Coals and Other Dusts: Particle Size Dependence and Microscopic Residue Analyses*), e USBM, explosividade e inflamabilidade de meio plástico abrasivo (*Explosibility and Ignitability of Plastic Abrasive Media*).

**A.18.9.2** Para mais informações, consulte a USBM Liberação de Pressão em Explosões de Pó em Laboratório (*Pressure Development in Laboratory Dust Explosions*).

**A.18.9.4** Para mais informações, consulte a USBM Prevenção de ignição do pó em dispersão por inertização (*Preventing Ignition of Dust Dispersion by Inerting*).

**A.18.12** Para mais informações, consulte Instituto de Fabricantes de Explosivos, Glossário sobre Termos de Explosivos Comerciais Industriais (Glossary of Commercial Explosives Industry Terms).

**A.18.17.3** Para explosivos de fase condensada, é possível utilizar metodologia semelhante a do Exército dos EUA, “Estruturas Resistentes aos Efeitos de Explosões Acidentais” (*Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions*) para estimar a configuração e quantidade de explosivos necessários para causar danos.

Grandes efeitos de área estão associados aos danos da explosão, resultantes do deslocamento do ar e fragmentos. A energia TNT equivalente ao sistema de explosão pode ser deduzida a partir do peso do projétil, distância e dano resultante. Você pode encontrar mais detalhes no National Academy Fire, Fire Dynamics Course Guide/Reader, Unit 4 - Explosions.

**A.19.2.4** Ver Carman, "Aceleradores de Alta Temperatura, Um estudo de incêndios causados por aceleradores de alta temperatura relatados nos Estados Unidos e Canadá entre janeiro de 1981 e agosto de 1991." (*High Temperature Accelerants, A study of HTA Fires Reported in the United States and Canada Between January 1981 and August 1991*).

**A.19.4.1.1** Para mais informações, consulte Icove, Investigação e análise de incêndios provocados (*Incendiary Fire Analysis and Investigation*).

**A.19.4.8** Ver Manual de Classificação de Crime (*Crime Classification Manual*, p. 165)

**A. 19.4.8.2** Veja Sapp et al. ", Uma Análise de incêndios em série motivados por ofensas" (A Motive-Based Offender Analysis of Serial Arsonist), páginas 4 e 71.

A seguir será visto a classificação numérica dos comportamentos utilizados pelo manual de classificação de crime (*Crime Classification Manual*).

### **Vandalismo (200)**

Danos intencionados e maliciosos (201)

Pressão/ aceitação do grupo ou parceiros

e outros - não classificadas (209)

### **Excitação (210)**

Busca de emoções (211)

Busca de atenção (212)

Reconhecimento (213)

A satisfação sexual ou perversão (214)

### **Vingança (220)**

A retaliação pessoal (221)

A retaliação Social (222)

A retaliação Institucional (223)

A retaliação de Grupo (224)

A intimidação (225)

Outros (229)

### **Ocultação do Crime (230)**

Assassinato (231)

Suicídio (232)

Assalto e danos ou roubo (233)

Peculato (234)

Furto (235)

A destruição de registros ou documentos (236) e outros (239)

## **Lucro (240)**

Incêndios fraudulentos (241)

Fraude para receber seguro (241.01)

Fraude para liquidar a propriedade (241.02)

Fraude para dissolver um negócio (241.03)

Fraude para esconder uma perda ou liquidar estoques (241.04)

Emprego (242)

Alienação de imóveis e terrenos (243)

Concorrência (244)

Outros (249)

## **Extremista (250)**

Terrorismo (251)

Motim / distúrbio civil (253)

**A.19.4.8.2.2** Ver DeHaan, Investigaçāo do Fogo de Kirk (*Kirk's Fire Investigation*), p. 400

**A.19.4.8.2.3** Veja Sapp et al., “Uma análise das motivações criminosas de incendiários em série” (A Motive Based Offender Analysis of Serial Arsonist), pp 7-8,

28, 31, 38, 41. Veja também DeHaan, Investigação de Incêndio de Kirk (*Kirk's Fire Investigation*), página 402.

**A.19.4.8.2.4** Veja DeHaan, Fogo Investigação de Kirk, (*Kirk's Fire Investigation*) p. 402.

**A.19.4.8.2.5** Veja DeHaan, Fogo Investigação de Kirk, (*Kirk's Fire Investigation*) p. 396-398.

**A.19.4.8.2.6** Veja DeHaan, Fogo Investigação de Kirk, (*Kirk's Fire Investigation*) p. 403.

**A.20.3.5** Para mais informações, consulte Spitz, Spitz e Fisher Investigação médico -legal da morte (*Spitz and Fisher's Medicolegal Investigation of Death*), cap. 2, lesões térmicas.

**A.20.4.2** Para mais informações, consultar a Secção B.9.

**A.20.5.1** Para mais informações, consultar a Seção B.10.

**A.20.7.1.4** Geralmente utiliza-se pôsteres para lembrar as pessoas que a lei a exige o relato de queimaduras. Um exemplo é mostrado na Figura A.20.7.1.4

**A.21.5.1.1** Para obter informações adicionais sobre o aço e o efeito do fogo sobre ele, veja

Lentini et al, “Conclusão das Características basais de estruturas residenciais para os quais queimaram: The Experience Oakland”.

**FIGURA A. 20.7.1.4 Exemplo de um Pôster para relembrar as pessoas que a lei exige que se informe sobre feridos por queimadura.**

**COMUNIQUE TODOS OS INCÊNDIOS IMEDIATAMENTE!**

Está é a Lei! \*

REPORTE TODAS AS QUEIMADURAS IMEDIATAMENTE: DEPARTAMENTO DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO RELATÓRIO DE QUEIMADURAS (ARQUIVO DENTRO DE 72HRS)			CONTROLE #
ESCREVA OU DIGITE			
1) NOME DA VÍTIMA			2) DATA DE NASCIMENTO
3) ENDEREÇO DA VÍTIMA			
PAÍS, CIDADE E CEP			ESTADO   CEP
4) ENDEREÇO ONDE OCORREU A QUEIMADURA			
PAÍS, CIDADE E CEP			ESTADO   CEP
6) MOMENTO DA LESÃO HRS	7) PERCENTUAL QUEIMADO	8) GRAUS DAS QUEIMADURAS <input type="checkbox"/> 1º <input type="checkbox"/> 2º <input type="checkbox"/> 3º	
6 <input type="checkbox"/> PERNAS 7 <input type="checkbox"/> PÉ <input type="checkbox"/> BRAÇO <input type="checkbox"/> MÃOS	10) GRAVIDADE DA LESÃO 1 MODERADO 2 GRAVE (HOSPITALIZADO) 3 RISCO DE VIDA 4 MORTE NA CHEGADA		
NÚMERO APROPRIADO NA CAIXA ISTICO, CORROSIVO OU SUBSTÂNCIA IRRITANTE FORNO, FERRO, VAPOR, CANO DE EXAUSTÃO, ETC			

Ligue para o Escritório NYS de Prevenção e Controle de Incêndios

Ligação gratuita com 24hr de funcionamento:

1-800-345-5811

Queimaduras de 2º e 3º grau 5% OU MAIS S.B.A

Queimaduras DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR

EDEMA DE LARINGE devido à inalação de ar super aquecido

Qualquer queimadura que possa resultar em morte

Seção 265,28 da Lei Penal do Estado de Nova York

Para obter mais informações sobre ligas de metais durante um incêndio, ver Beland, "Danos elétricos-Causa ou consequência?", E Beland et al.", Interações do Cobre e alumínio em Ambientes de Incêndio".

**A.22.3.1** Para mais informações ver API PUBL 2216, Risco de ignição de vapores de hidrocarbonetos por Superfícies quentes em ar livre (*Ignition Risk of Hydrocarbon Vapors by Hot Surfaces in the Open Air*).

**A.22.4.2.3** Para mais informações, ver Severy et al., Incêndios por choque de automóveis (*Automobile Collision Fires*).

**A.22.4.3** Para mais informações, ver Cole, a investigação de Incêndios Veículos Motorizados: Um Guia para a aplicação da lei, Corpo de Bombeiros e Seguros de Pessoas (*A Guide for Law Enforcement, Fire Department and Insurance Personnel*). Veja também PUBL API 2216, Risco de ignição de Vapores de hidrocarbonetos por Superfícies quentes ao ar livre.

**A.22.4.4** Para mais informações, consulte Severy et al., Incêndios com colisão de Automóveis (*Automobile Collision Fires*), e PUBL API 2216, o risco de ignição de hidrocarbonetos Vapores de Superfícies quentes no ar livre (*Ignition Risk of Hydrocarbon Vapors by Hot Surfaces in the Open Air*)

Para mais informações sobre faíscas mecânicas como uma ignição fonte, consulte Campbell, Avaliação dos Riscos de Fricção-Spark Ignition of Fires Aircraft Crash, e PUBL API 2214, Spark propriedades de ignição de ferramentas manuais.

**A.22.5.1.2** Para mais informações sobre o desvio da linha de combustível ver SAE Paper 980561 “Desvios da linha de combustível dos Automóveis” (*Automotive Fuel Line Sipboning*), por T. Green.

**A.24.8** Pode ser apropriado considerar o Sistema de Comando de Incidentes (SCI) como ferramenta de gestão para grandes investigações de incêndio, uma vez que ele está ganhando um amplo uso entre as agências públicas com responsabilidades de investigação de incêndio. Informações de comando de incidentes estão disponíveis através da NFPA, na Agencia Federal de Gerencia em Emergências / U.S. Fire Administration, agências estatais de incêndio, e muitas faculdades.

## Anexo B Bibliografia

Este anexo não é parte das recomendações deste documento NFPA, mas está incluído apenas para fins informativos.

**B.1 Dinâmica do Fogo.** Para a informação sobre a dinâmica do fogo, leia a seguir:

Drysdale, D. Introdução a dinâmica do fogo, *An Introduction to Fire Dynamics*. 2a edição, ch. 1, p. 1, 1999. Friedman, R. Princípios da Química e Física para proteção do Fogo, *Principles of Fire Protection Chemistry and Physics*, 3<sup>a</sup> edição, cap. 6, p. 75, 1998.

**B.2 Ciências do Fogo.** Para mais informação sobre a Ciência do Fogo, leia a seguir:

NFPA Manual de proteção contra incêndio, *Fire Protection Handbook*, 18<sup>a</sup> ed., Seção 1, 1997.

Quintiere, J. G. Princípios do comportamento do Fogo, *Principles of Fire Behavior*. Delmar, 1997.

Drysdale, D. Introdução à dinâmica do fogo, *An Introduction to Fire Dynamics*. 2<sup>o</sup> ed., 1999.

Friedman, R. Princípios da Física e Química para a proteção contra o fogo, *Principles of Fire Protection Chemistry and Physics*, 3<sup>o</sup> ed., 1998.

**B.3 Efeitos da Ventilação em Recintos na Magnitude e Localização dos Padrões.** Veja as seguintes fontes:

Kennedy, P., e J. Shanley, "Relatório sobre o Departamento de Incêndio dos Estados Unidos (USFA) programa para o estudo de padrões de fogo. (Report on the United States Fire Administration (USFA) Program for the Study of Fire Patterns). Proceedings, Interflam 96, InterFlam 96, Interscience Ltd., Londres 1996.

Shanley, J. "Testes de Padrão de Queimaduras do Fogo da USFA" (*USFA Fire Burn Pattern Tests*) " United States Fire Administration, Emmitsburg, MD, FA 178, July 1997

**B.4 Calcinação.** Consulte as seguintes fontes:

Kennedy, P., and J. Shanley. "Relatório do Departamento de Incêndio dos Estados Unidos (USFA) programa para estudar os padrões de incêndios" (*Report on*

the United States Fire Administration (USFA) Program for the Study of Fire Patterns.). Proceeding, InterFlam 96, Interscience Ltd., London, 1996.

Lawson, J.R. "Avaliação das propriedades do fogo de produtos genéricos do gesso" (*An Evaluation of Fire Properties of Generic Gypsum Board Products*) NBSIR 77-1265, U. S. Department of Commerce, National Bureau of Standards, August, 1977.

Shanley, J. "Teste de padrão de queimaduras da USFA" (*USFA Fire Burn Pattern Tests*), United States Fire Administration, Emmitsburg, MD, FA 178, July 1997.

#### **B.5 Padrão de geometria.** Consulte as seguintes fontes:

Patorti, Anthony, D. Jr. (NIST), "Estudo do comportamento do fogo em ambientes de tamanho real". (*Full Scale Room Burn Pattern Study*), NIJ Report 601-97, Publication #169 281, National Institute of Justice, National Criminal Justice Reference Service, Washington, DC, 1997.

Stanley, J.H. Jr.; Alletto, W.C.; Corry, R.; Herndon, J.; Kennedy, P.M.; Ward, J.; "Federal Emergency Management USFA Fire Burn Pattern Tests." Report of the United States Fire Administration Program for the Study of Fire Patterns. FA 178; 221 p. July 1997.

#### **B.6 Retirada do Odorante de gás.**

**B.6.1** Para uma discussão atual da tecnologia de odorização do gás consulte o seguinte:

Manual de Odorização de Gás, The Gas Odorization Manual, American Gas Association, 1996. Esta é uma versão atualizada da seção sobre odorização do gás no Manual dos Engenheiros de gás, *Gas Engineers Handbook*.

**B.6.2** Para uma compreensão mais profunda das questões de odorização do gás, consulte o seguinte:

Wilson, G. G., and A. A. Attari. eds. Odorization III, Institute of Gas Technology, Chicago, IL (1993).

#### **B.6.3** Também consulte o seguinte:

Jacobus, O. J., and J. S. Roberts. "Qual a constituição adequada da odorização de Gases combustível?" (*What Constitutes Adequate Odorization of Fuel Gases?*) IGT Odorization Symposium 1995, IGT, 1995.

Andreen, B. H., and R. L. Kroencke. "Estabilidade do Sistema de Distribuição de Gás Mercaptanos Sob Condições". *American Gas Journal* 48 (5/65).

Andreen, B. H., and R. L. Kroencke. "Estabilidade do Sistema de Distribuição de Gás Mercaptanos Sob Condições". *Proceedings American Gas Association*, 136, 1964.

Campbell, I. D., N. A. Chambers, and O. J. Jacobus. "A Oxidação Química de Etílico Mercaptano em recipientes de aço." IGT Odorization Symposium 1994, IGT, 1994.

Campbell, I. D." Fatores que levaram a redução de odorantes no LPG" Proceedings Symposium on LP-Gas Odorization, 28, 1989.

Campbell, I. D. "Esgotamento de Odorante em Cilindros Portáteis" (*Odorant Depletion in Portable Cylinders*). Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization, 1990.

Holmes, S. A., P. B. Van Benthuysen, D. C. Lancaster, and M. A. Tiller. "A Experiência de campo e de laboratório com odorante etílico mercaptano em propano" (*Laboratory and Field Experience with Ethyl Mercaptan Odorant in Propane*) Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization, 1990.

Kopidlansky, R. "Novos sistemas de distribuição de odorante condicionado" (*Odorant Conditioning of New Distribution Systems*) IGT Odorization Symposium 1995, IGT, 1995.

Sanders, R. "Regulamentos da odorização de OSHA e DOT" ("OSHA and DOT Odorization Regulations.) IGT Odorization Symposium 1995, IGT, 1995.

Johnson, J. L. "1965 relatório sobre o projeto PB-48, de estabilidade de componentes de Odorantes". (*1965 Report on Project PB-48, Stability of Odorant Compounds.*) Proceedings 1966 AGA Distribution Conference, American Gas Association, 1966.

Johnson, S. J. "Estabilidade do Odorante Etílico Mercaptano em propano líquido armazenado." (*Ethyl Mercaptan Odorant Stability in Stored Liquid Propane*) Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization, 1989.

McHenry, W. B., and H. M. Faulconer. "Relatório Resumido sobre Investigações de odores" (*Summary Report on Odorant Investigations*) Proceedings of the Symposium on LP Gas Odorization, 1, 1990.

Roberts, J. S., and D. W. Kelly, "Seleção e Manipulação de Fragrâncias de Gás Natural." (*Selection and Handling of Natural Gas Odorants.*) In Wilson and Attari, eds. Odorization III, 29, IGT, 1993.

**B.6.4** Para testar GLP por tubos de manchas e para a amostragem, ver o seguinte:

"Teste Padrão para Determinação de Etílico Mercaptano em LP-Gás Vapor". Método ASTM D 5305-92, ASTM.

"Método Padrão para amostragem de petróleo liquefeito (LP) Gases". ASTM D 1265-82, ASTM.

**B.6.5** Para uma compreensão atual da maioria das questões sobre odorização de LP, consulte o seguinte:

Anais do Simpósio de odorização de GLP, 1989 e 1990. Cópias podem estar disponíveis a partir da Associação Nacional do Gás Propano ou da Associação dos Processadores de Gás.

**B.6.6** Para discussões sobre a adsorção de odores do solo, consulte o seguinte:

Nomura, K., and R. Organ. "Reação e Odores do solo dos LPG" (*Reaction of LP-Gas Odorants and Soils*) Proceedings of the Symposium on LP-Gas Odorization, 76, 1990.

Parlman, R. M., and R. P. Williams. "Penetração de compostos de gás odorante em solos naturais." (*Penetrabilities of Gas Odorant Compounds in Natural Soils.*) Proc. AGA Distribution Conference, 5/6/79.

Sullivan, F. "New Gas Odorants "Novo Gás Odorante" (*New Gas Odorants*) In Wilson and Attari, eds., Odorization III. 209, IGT, 1993.

Tarman, P. B., and H. R. Linden "Adsorção do solo de componentes odorantes" (*Soil Adsorption of Odorant Compounds*) IGT Research Bulletin #33, 7/1/61.

Williams, R. P "Penetrabilidades do solo de odorantes de gás natural." (*Soil Penetrabilities of Natural Gas Odorants.*) Pipeline & Gas Journal, Mar, 1976.

#### **B.7 Análise das vias de evacuação.** Consulte as seguintes fontes:

Bryan, J. L. "Um exame e análise da dinâmica do comportamento humano no incêndio do MGM Grand Hotel." (*An Examination and Analysis of the Dynamics of Human Behavior in MGM Grand Hotel Fire.*) NFPA, Quincy, 1983.

Relatório da investigação da Polícia do Estado de Kentucky para o governador sobre o incêndio no *Beverly Hills Supper Club* (*Kentucky State Police Investigative Report to the Governor, Beverly Hills Supper Club Fire*) Kentucky State Police, Frankfurt, 1977.

SPFE Manual de Engenharia da Produção contra incêndios (*SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*) Seção 3, capítulo 1 "Comportamento e Resposta de Fumaça e Incêndio" (*Behavioral Response to Fire and Smoke*) 2nd edition, 1995.

#### **B.8 Explosões** Para mais informações sobre explosões envolvendo estruturas ou embarcações, consulte o seguinte:

Baker, "Avaliações e Riscos de Explosão." (*Explosion Hazards and Evaluations*).

Baker and Tang, Gás, Poeira, Explosões e híbridos; *Gas, Dust, and Hybrid Explosions.* Bartknecht, *Dust Explosions.*

Bodurtha, Prevenção e Proteção de Explosão industrial. *Industrial Explosion Prevention and Protection.*

Centro de Segurança de Processos Químicos, Guias para avaliar as características de explosões de vapor das Nuvem, incêndios por combustão súbita generalizadas, e BLEVES. *Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs.*

Chemical Propulsion Information, Perigo de Propulsores e reagentes químicos, *Hazards of Chemical Reactants and Propellants.*

Eckhoff, Explosões de pó em processos industriais. *Dust Explosions in the Process Industries.*

Gugan, Explosão de nuvens a vapor não confinadas. *Unconfined Vapor Cloud Explosions.*

Harris, A Investigação e Controle de explosões de gás em edifícios e Plantas térmicas. *The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants.*

Nettleton, Detonações Gasosas; Sua natureza, causas e controle. *Gaseous Detonations; Their Nature, Causes and Control.*

NFPA 68, Guia para ventilação de deflagrações. *Guide for Venting of Deflagrations.*

NFPA 69, Padrão sobre Sistemas de Prevenção de Explosões. *Standard on Explosion Prevention Systems.*

Prugh, Avaliação quantitativa dos perigos do BLEVE “*Quantitative Evaluation of BLEVE Hazards.*”

Stull, Fundamentos de incêndio e explosão. *Fundamentals of Fire and Explosion*

U. S. Army, Estruturas para resistir aos efeitos de explosões acidentais. “*Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions.*”

USBM, Manual do Fogo e Explosão para Investigação de Acidentes Aéreos. *Fire and Explosion Manual for Aircraft Accident Investigations.*

USBM, Investigação de Acidentes com Fogo e Explosão na Mineração Química e Industrial Relacionada com Combustíveis. *Investigation of Fire and Explosion Accidents in the Chemical Mining and Fuel-Related Industries — A Manual.*

**B.9 Identificação das vítimas.** Para obter informações sobre a identificação das vítimas, consulte o seguinte:

Ambach, E., W. Paarson, K. Zehethofer, and R. Scheithauer, Sexto simpósio Internacional sobre Identificação Humana. *Sixth International Symposium on Human Identification.* Institute for Forensic Medicine, University of Innsbruck, Austria, 1995.

Dizinno, J., et al. "Incidente de Waco, Texas: Utilização de análise de DNA, para identificar os restos humanos." (*The Waco, Texas Incident: The Use of DNA Analysis to Identify Human Remains.*) Quinto Simpósio Internacional sobre identificação Humana, *Fifth International Symposium on Human Identification, 1994.*

**B.10 Monóxido de carbono.** Para obter informações sobre o monóxido de carbono, consulte a seguir:

Gottuk, D. T., and R. J. Roby. "Efeito das condições de combustão em Produção de Espécies." (*Effect of Combustion Conditions on Species Production*), Seção 2. Capítulo 7, *SFPE Manual de engenharia de proteção contra Incêndios. Handbook of Fire Protection Engineering*, 2nd edition. Edited by P. J. DiNenno et al. NFPA, Quincy, MA, 1995.

Tewarson, A. "Geração de calor e compostos químicos." (*Generation of Heat and Chemical Compounds*) Secção 3, Capítulo 4, SFPE Manual de Engenharia de Proteção Contra Incêndios, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 2nd ed Edited by P. J. Dineno et al. NFPA, Quincy, MA, 1995.

Purser, D. A. "Avaliação de Toxicidade de Produtos de Combustão." (*Toxicity Assessment of Combustion Products*) Seção 2, Capítulo 8, SFPE Manual de Engenharia de produção contra incêndios, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 2nd ed Edited by P. J. DiNenno et al. NFPA, Quincy, MA, 1995.

Nelson, G. L. "Toxicidade do Fogo e o Monóxido de Carbono: Revisão e Análise dos Trabalhos mais Recentes." (*Carbon Monoxide and Fire Toxicity: A Review and Analysis of Recent Work*), *Fire Technology*, 34(1), 1998.

Hirschler, M. M., S. M. Debanne, J. B. Larsen, and G. L.Nelson, eds. "Monóxido de Carbono e a mortalidade humana: Estudos por incêndios e por outras situações." (*Carbon Monoxide and Human Lethality: Fire and Non-Fire Studies.*) New York: Elsevier Applied Science, 1993.

Hall, J. R., and B. Harwood. "Fumo ou Queimaduras – Qual é mais letal?" (*Smoke or Burns — Which Is Deadlier?*) *NFPA Journal*, January/February 1995.

Gann, R. J., V. Babrauskas, and R. D. Peacock. "Condições de Incêndio para Mensuração da Toxidade da Fumaça." (*Fire Conditions for Smoke Toxicity Measurements.*) *Fire and Materials*, 18(3), May/June 1994.

DeHaan, J. "A dinâmica dos incêndios por combustão súbita generalizada que envolvem os líquidos inflamáveis de hidrocarboneto." (*The Dynamics of Flash Fires Involving Flammable Hydrocarbon Liquids.*) American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 7(1), 1996, 24–31.

DeHaan, J. D., Campbell, S. J., and Nurbaksh, S. "Combustão de gordura de animal e suas implicações para a destruição dos corpos humanos nos incêndios." (*Combustion of Animal Fat and Its Implications for the Consumption of Human Bodies in Fires*), Science and Justice, 39 (1), 1999, 27–38.

#### **B.11 Incêndios Florestais.** Para incêndios florestais, consultar:

Ford, R. T. "Investigação de incêndios destrutivos." *Investigation of Wildfires*. Bend, OR: Maverick Publication, 1995.

International Fire Service Training Association. Fundamentos de Combate a Incêndios Florestais, *Fundamentals of Wildland Firefighting*, 3rd ed. Stillwater, OK: IFSTA, 1998.

Teie, W. C. "Manual dos Bombeiros sobre segurança, táticas e estratégias da luta contra incêndios florestais." (*Firefighters Handbook on Wildland Firefighting Strategy*), Tactics & Safety. Rescue, CA: Deer Valley Press, 1994.

### **Anexo C Referências Informativas**

**C.1** Nesta Guia foram levados em conta apenas os seguintes documentos ou parte dele como referência informativa, por isso não deve ser considerado parte das mesmas recomendações. A edição indicada para cada referência é a última data de publicação deste guia.

**C.1.1 Publicações NFPA.** National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471.

NFPA 30, Código de líquidos inflamáveis e combustíveis, *Flammable and Combustible Liquids Code, 2003 edition*.

NFPA 68, Guia de deflagração de ventilação. *Guide for Venting of Deflagrations*, 2002 edition.

NFPA 70, Código Elétrico Nacional. *National Electrical Code®*, 2002 edition.

NFPA 77, Prática recomendada sobre eletricidade estática. *Recommended Practice on Static Electricity*, 2000 edition.

NFPA 170, Padrão sobre símbolos de segurança contra incêndios. *Standard for Fire Safety Symbols*, 2002 edition.

NFPA 253, Método padrão de teste para fluxo radiante crítico de sistemas de cobertura de piso utilizando uma fonte de energia radiante aquecida. *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, 2000 edition.

NFPA 385, Padrão para os veículos-tanques para Líquidos Inflamáveis e Combustíveis. *Standard for Tank Vehicles for Flammable and combustible Liquids*, 2000 edition.

NFPA 550, Guia para Conceitos de Árvores Seguras Contra Incêndios. *Guide to the Fire Safety Concepts Tree*, 2002 edition.

NFPA 906, Guia para anotações de campo de incidentes com fogo. *Guide for Fire Incident Field Notes*, 1998 edition.

Manual de Proteção contra incêndios, *Fire Protection Handbook*, edição 15<sup>a</sup> (1981), 17<sup>a</sup> (1991), e 18<sup>a</sup> (1997).

Manual de gases liquefeitos de petróleo, *Liquefied Petroleum Gases Handbook*, 2<sup>a</sup> edição (1989).

Manual do Código Nacional Elétrico, *National Electrical Code Handbook*, 1999.

Manual do Código Nacional de Gás combustível, *National Fuel Gas Code Handbook*, 1º edição (1988).

SFPE Manual de engenharia de proteção contra incêndios, *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 1995.

### C.1.2 Outras Publicações

**C.1.2.1 Publicação API.** American Petroleum Institute, 1200 L Street, NW, Washington, DC 20005-4070.

API PUBL 2214, Propriedade de Ignição de faíscas de ferramentas manuais. *Spark Ignition Properties of Hand Tools*, 1989.

API PUBL 2216, Risco de ignição de vapores de hidrocarbonetos de superfícies quentes ao ar livre. *Ignition Risk of Hydrocarbon Vapors by Hot Surfaces in the Open Air*, 2º edição, 1991

API RP 1004, Carga inferior e recuperação de vapor para veículos a motor tipo Tanque MC-306, *Bottom Loading and Vapor Recovery for MC-306 Tank Motor Vehicles*, 1988.

API RP 2003, Proteção contra Ignições Provocadas por Estática, Raios e Correntes Secundárias, *Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents*, 1991.

API RP 2013, Limpeza de tanques móveis em serviços de líquidos combustíveis ou inflamáveis, *Cleaning Mobile Tanks in Flammable or Combustible Liquid Service*, 1991.

**C.1.2.2 Publicação ASME.** American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990.

Código sobre Caldeiras e recipientes de proteção. *Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII*, 1995.

**C.1.2.3 Publicações ASTM.** American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ASTM S1-10 Padrão IEEE para uso de sistema internacional de unidades (SI). Sistema métrico moderno; *IEEE Standard for Use of International System of Units (SI). The modern Metric System*, 1991.

ASTM E 860, Prática de Padrão para exames e testes de elementos que são ou podem ser envolvidos em processos judiciais por responsabilidades de produtos. *Standard Practice for Examining and Testing Items That Are or May Become Involved in Product Liability Litigation*, 1997.

ASTM E 1188, Prática padrão para a coleta e armazenamento de informações e objetos por um pesquisador técnico. *Standard Practice for Collection and Preservation of Information and Physical Items by a Technical Investigator*, 1995.

ASTM E 1459, Guia padrão para marcação de provas materiais e documentação relacionada. *Standard Guide for Physical Evidence Labeling and Related Documentation*, 1992.

**C.1.2.4 Publicações IAAI.** International Association of Arson Investigators, 300 S. Broadway, Suite 100, St. Louis, MO 63102.

Guia de bolso para a coleta de evidências de aceleradores. *A Pocket Guide to Accelerant Evidence Collection*. Massachusetts Chapter, 1992.

IAAI Forensic Science Committee. “Posição em amostras de comparação.” Fire and Arson Investigator 41, No. 2 (December 1990).

**C.1.2.5 publicações da SAE.** Society of Automotive Engineers, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096.

SAE Paper 980561, Sifonagem de linhas de combustível no carro “*Automotive Fuel Line Siphoning*,” T. Green.

**C.1.2.6 Publicações USBM.** U.S. Bureau of Mines, Columbia Plaza, 2401 E Street, NW, Washington, DC 20241.

Explosão e inflamabilidade de meios plásticos abrasivos. *Explosibility and Ignitability of Plastic Abrasive Media*. Internal Report No. 4657, K. Cashdollar and M. Hertzberg, June 1987.

Manual de explosão e incêndio em investigações de acidentes aéreos. *Fire and Explosion Manual Aircraft Accident Investigation*, AD-771191, Agosto 1973.

Características de inflamabilidade dos vapores e gases combustíveis. *Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapors*, Bulletin 627, M. G. Zabetakis, 1965.

Investigação de incêndios e explosões acidentais nas indústrias de mineração química e relacionados com combustível. (*Investigation of fire and explosion accidents in the chemical mining and fuel – Related Industries – A Manual*), Report 680, Kuchta, 1985.

Desenvolvimento de pressão em laboratórios de explosão de pó, *Pressure Development in Laboratory Dust Explosions*.

Prevenção de ignição em dispersão de pó por inertização. *Preventing Ignition of Dust Dispersion by Inerting*, Report of Investigations 6543, 1964, p. 12.

**C.1.2.7 Publicação USFA.** U.S. Fire Administration, Emmitsburg, MD 21727.

FA 178 Kennedy P., and J. Shanley, Testes de Marca de combustão nos EUA – Teste para padrões de queimaduras de incêndio. “*USFA Fire Burn Pattern Tests — Program for the Study of Fire Patterns.*” 7/97.

**C.1.2.8 Publicações do Governo dos Estados Unidos.** U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

Título 49, Código de Regulações Federais, *Code of Federal Regulations*, Part 178.

Manual Técnico do Exército dos Estados Unidos, *U.S. Army Technical Manual*, TM 5-1300, Revisão 1. “Estruturas resistentes aos efeitos de explosões acidentais.” (“*Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions.*”).

*U.S. Consumer Products Safety Commission Working Group on Gas Voluntary Standards.* Colocar papel em aquecedores de água a gás para prevenir ignição de vapores inflamáveis; *Position Paper on Gas Water Heaters to Prevent Ignition of Flammable Vapors.*

### **C.1.2.9 Outras Publicações**

American Gas Association. Manual de engenheiros de Gás, *Gas Engineers Handbook*. New York: Industrial Press, 1965.

Babrauskas, V., “Estimativa da possibilidade de flashover em compartimentos.”. ( *Estimating Room Flashover Potential.*) Tecnologia do Fogo, *Fire Technology* 16, No. 2 (Mayo 1980): 94-103.

Baker, W. E. Perigos e avaliação de explosão, *Explosion Hazards and Evaluations*. Amsterdam -New York: Elsevier Publishers, 1983.

Baker, W. E., and M. J. Tang. Explosões de gás, pó e híbrido; *Gas, Dust, and Hybrid Explosions*. Amsterdam–New York: Elsevier Publishers, 1991.

Bartknecht, W. Explosões de pó, *Dust Explosions*. Berlin–New York: Springer-Verlag, 1989.

Beland, B. “Considerações do arco voltaico como a causa do incêndio” (*Considerations on Arcing as a Fire Cause.*) Tecnologia do Fogo, *Fire Technology* 18, No. 2 (1982): 188-202.

Beland, B. "Danos Elétricos – Causas ou Consequências? (*Electrical Damages – Cause or Consequence?*) Revista de Ciência forense, *Journal of Forensic Science* 29 (3) (July 1984): 747-761.

Beland, B. "Revisão dos condutores elétricos após incêndio." (*Examination of Electrical Conductors Following Fire*). Tecnologia do fogo, *Fire Tecnogy* 16, No. 4 (1980):252-258.

Beland, B., C. Roy, and M. Tremblay. "Interações Cobre-alumínio nos ambientes de incêndio. (*Copper-Aluminum Interactions in Fire Environments.*) *Fire Technology* 19, No. 1 (February 1983): 22–30.

Best, R., and W. L. Walls. BLEVE em aquecedor de água em escolar mata sete, "*Hot Water Heater BLEVE in School Kills Seven.*" *Fire Journal* 76, No. 5 (September 1982): 20–24 and 104–105.

Bodurtha, F. T. Proteção e Prevenção das Explosões Industriais. *Industrial Explosion Prevention and Protection*. New York: McGraw Hill, 1980.

Brannigan, F. L., Construção de Edifícios para o serviço de incêndios. *Building Construction for the Fire Service*, 3rd Ed., NFPA Journal, 1992.

Bryan, J. L. Estudo de relatos de sobreviventes sobre o pânico em um incêndio em Arundel Park Hall. (*A Study of the Survivors'Reports on the Panic in the Fire at Arundel Park Hall, Brooklyn, Maryland, on January 29, 1956.*) *Fire Protection Curriculum*, University of Maryland, College Park, MD, 1957.

Cahill, P. L., and J. H. Dailey, U.S. Department of Transportation. Aircraft Electrical Wet-Wire Arc Tracking, DOT/FAA/CT-88/4. Washington, DC: Federal Aviation Administration, August 1988.

Campbell, F. J. Flashover Failures from Wet-Wire Arcing and Tracking. NRL Memorandum Report 5508. Washington, DC: Naval Research Laboratory, December 17, 1984.

Campbell, J. A., National Advisory Committee for Aeronautics. Avaliação de Riscos de ignição por faíscas de fricção em incêndios provocados por acidentes aéreos. *Appraisal of the Hazards of Friction-Spark Ignition of Aircraft Crash Fires, Technical Note 4024*. Cleveland, OH: Lewis Flight Propulsion Laboratory, May 1957.

Carman, S. "Aceleradores de alta temperatura, Estudo de informações de incêndios nos Estados Unidos e Canadá entre Janeiro de 1981 e Agosto de 1991." (*High Temperature Accelerants, A Study of HTA Fires Reported in the United States and Canada Between January 1981 and August 1991*), Sacramento, CA: U.S. Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, October 1994.

Carman, S. "High Temperature Accelerants, A Study of HTA Fires Reported in the United States and Canada Between January 1981 and August 1991," Sacramento, CA: U.S. Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, October 1994.

Center for Chemical Process Safety. Diretrizes para a avaliação das características de explosões de nuvens de vapor, incêndios por flashover e BLEVEs. (*Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs*). Washington, DC: American Institute of Chemical Engineers, 1994.

Chemical Propulsion Information Agency. Perigos de reagentes químicos e propelentes. *Hazards of Chemical Reactants and Propellants*, CPIA 394, September 1984.

Cole, L. Investigação de incêndios em veículos motorizados: Guia para o cumprimento da lei, para Bombeiros e para as companhias de seguros. (*The Investigation of Motor Vehicle Fires: A Guide for Law Enforcement, Fire Department and Insurance Personnel*, 3rd ed.) Lee Books, 1992.

Cooke, R. A. and R. H. Ide. Princípios da investigação do Fogo. (*Principles of Fire Investigation*.) Institution of Fire Engineers, 1985, pp. 135–137.

DeHaan, J." Acelerador de Detecção de caninos Equipas: Validação e Certificação." (*Canine Accelerant Detection Teams: Validation and Certification*.) CAC News, California Association of Criminalists, July 1994.

DeHaan, J. D. Investigação de Incêndios de Kirk. (*Kirk's Fire Investigation*). 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Brady/Prentice-Hall, Inc., 1997.

Douglas, J. E., A. W. Burgess, A. G. Burgess, and R. K. Ressler. Manual de Classificação de Crime, *Crime Classification Manual*. New York: Lexington Books, 1992.

Drysdale, D. Introdução da dinâmica do Fogo, *An Introduction to Fire Dynamics*. New York: John Wiley and Sons, 1985.

Eckhoff, R. K. Explosões de pó nas indústrias de processo, *Dust Explosions in the Process Industries*. Butterworth–Heinemann, 1997.

Ettling, B. “Inflamabilidade de isolantes elétricos de PVC por formação de arco voltaico.” (*Ignitability of PVC Electrical Insulation by Arcing.*) IAAI Oregon Chapter Newsletter 1, No. 4 (March 1997).

Ettling, B. “Grampos como causa de incêndios” (*The Overdriven Staple as a Fire Cause.*) Investigaçāo de incêndios e fogo provocados, *Fire and Arson Investigator*, March 1994.

Ettling, B. “Marcas de arco voltaico e goivas em fios e aquecimento em goivas.” (*Arc Marks and Gouges in Wires and Heating at Gouges.*) Tecnologia do Fogo, *Fire Technology* 17, No. 1 (1981): 61–68.

Ettling, B. “Conexões incandescentes” (*Glowing Connections.*) Tecnologia do Fogo, *Fire Technology* 18, No. 4 (1982): 344–349.

Fang, J., and N. Breese, National Bureau of Standards. Desenvolvimento do Fogo em subsolo, *Fire Development in Basement Rooms*, NBSIR 80-2120. Washington, DC: U.S. Department of Commerce, October 1980.

Gugan, K. Explosões de nuvem de vapor não confinada, *Unconfined Vapor Cloud Explosions*. Houston, TX: Gulf Publishing, 1978.

Harris, R. J. A Investigaçāo e Controle de explosões de gás em edifícios e usinas térmicas, *The Investigation and Control of Gas Explosions in Buildings and Heating Plants*. London and New York: E&FN Spon, Ltd., 1983.

Hertzberg, M., and K. Cashdollar. “Domínios da inflamabilidade e da capacidade térmica para carvão pulverizado e outros pós; dependência do tamanho da partícula e análise dos resíduos microscópicos.” (*Domains of Flammability and Thermal Ignitability for Pulverized Coals and Other Dusts; Particle Size Dependence and Microscopic Residue Analyses.*) 19th Symposium on Combustion. Combustion Institute, 1982, pp. 1169–1180.

Hewitt, T. D. Pleitos de perdas por incêndio no Canadá: Guia Prático, *Fire Loss Litigation in Canada: A Practical Guide*. Toronto: Carswell, current edition.

Icove, D. J. Investigação e analise de incêndios provocados. *Incendiary Fire Analysis and Investigation*. Open Learning Fire Science Program Course. Lexington, MA: Ginn Custom Publishing, 1983.

Icove, D. J., V. B. Wherry, and J. D. Schroeder. Luta contra incêndios criminosos com pretensões de lucro, *Combatting Arson for Profit*. Columbus, OH: Battelle Press, 1980.

Institute of Makers of Explosives. Glossário de Termos Comerciais de Explosivos Industriais, *Glossary of Commercial Explosives Industry Terms*. Safety Library Publications No. 12. Washington, DC, 1985.

Kennedy, P., and J. Kennedy. Investigação e análise de Explosões, *Explosion Investigation and Analysis*. Chicago, IL: Investigations Institute, 1990.

Kennedy, J., and P. Kennedy. Incendios e explosões – Determinação e causa da origem, *Fires and Explosions - Determining Cause and Origin*. Chicago, IL: Investigations Institute, 1985.

Kimamoto, H., and E. J. Henley. Avaliação probabilística do risco e Gestão para engenheiros e cientistas, *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*. IEEE Press, 1996.

Kurz, M., et al. Avaliação do uso de Caninos para Detecção em cenas de incêndio. (*Evaluation of Canines for Accelerant Detection at Fire Scenes*) *Journal of Forensic Sciences* 39, No. 6 (November 1994): 1528–1536.

Latine, R., and J. M. Darley. *Journal of Personality Social Psychology*. 10, 215, 1968.

Lentini, J. J., D. M. Smith, and R. W. Henderson. Características basais de estruturas residenciais com queima completa: a experiência de Oakland. “*Baseline Characteristics of Residential Structures Which Have Burned to Completion: The Oakland Experience*.” *Fire Technology* 28, No. 3 (August 1992): 195–214.

Munday, J. W. Segurança nas cenas dos incêndios e incidentes relacionados, *Safety at Scenes of Fire and Related Incidents*. London: Fire Protection Association, 1994.

National Fire Academy, Open Learning Fire Service Program. Fire Dynamics Course Guide/Reader, Unit 4 — Explosions. Emmitsburg, MD: National Emergency Training Center

Nettleton, M.A. Detonações gasosas; Sua natureza, causas e controle (Gaseous Detonations; Their Nature, Causes and Control). New York: Routledge, Chapman and Hall, 1987.

Ohlemiller, T. J. "Combustão Incandescente" (Smoldering Combustion). SFPE Manual de engenharia de proteção contra incêndios, *Handbook of Fire Protection Engineering*. Quincy, MA: Society of Fire Protection Engineers, 1995, Seção 2, capítulo 11.

O'Loughlin, J. R., and C. F. Yokomoto. "Cálculo por ordenador de propagação em uma dimensão de vazamento de gás inflamável." (*Computation of One-Dimensional Spread of Leaking Flammable Gas.*) Fire Technology 25, No. 4 (November 1989): 308–316.

Prugh, R. W. "Avaliação quantitativa dos riscos de BLEVE." (Quantitative Evaluation of BLEVE Hazards). Revista de Engenharia de Produção contra incêndios, *Journal of fire Protection Engineering* 3, No. 1 (Março 1981).

Rabinkov, V. A. "A distribuição de concentrações de gases inflamáveis em Compartimentos" (*The Distribution of Flammable Gas Concentrations in Rooms.*) *Fire Safety Journal* 13 (1988): 211–217.

Sapp, A. D., T. G. Huff, G. P. Gary, and D. J. Icove. "Análise das motivações criminosas de incêndios em série" (*A Motive Based Offender Analysis of Serial Arsonist*) Department of Justice/Federal Bureau of Investigation/Federal Emergency Management Agency.

Severy, D. M., D. M. Blaisdell, and J. F. Kerkhoff. Incêndio por colisão de automóveis, *Automobile Collision Fires*, SAE 741180, 1974.

Skelly, M. J. Investigação experimental de quebra de vidros em compartimentos incendiados, *An Experimental Investigation of Glass Breakage in Compartment Fires*, NIST-GCR-90-578, 1990.

Smith, D. W. "Papel e a responsabilidade dos Bombeiros na conservação da cena e das provas físicas." (*Firefighter's Role and Responsibility in Preserving the*

*Fire Scene and Physical Evidence.)* The Times, NFPA Fire Service Section (3), September 1995, p. 6.

Smith, F. P. "Fragmentos de concreto: Revisão de Testes de fogo controlado." (*Concrete Spalling: Controlled Fire Tests and Review.*) Journal of Forensic Science 31 (1991): 67–75.

Spitz, W. U. Investigação médico legal de Spitz e Fisher sobre mortes. *Spitz and Fisher's Medicolegal Investigation of Death.* 3rd ed. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1993.

Stull, D. R. Fundamentos do incêndio e da explosão, *Fundamentals of Fire and Explosion*, AIChE Monograph Series No. 10, Vol. 73. New York: American Institute of Chemical Engineers, NY, 1977.

Tindall, R., and K. Lothridge, " Avaliação de 42 equipes caninas de detecção acelerada. " (*An Evaluation of 42 accelerant detection Canine teams.*) Revista de ciência forense, jornal of Forensic Sciences 40, No 4 (julho 1995):561-564.

Título 49, Código de regulamentações federais, Code of Federal Regulations, parte 178, "Especificação de empacotamento" (Specification of Packagings). Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Tobin, W. A., and K. I., Monson. " Molas colapsadas na investigação de incêndios criminosos: Avaliação crítica metalúrgica. " (*Collapsed springs in arson investigations: A critical metallurgical evaluation*). Tecnologia do fogo, *Fire Technology* 25, No 4 (Novembro 1989)317-335.

Walls, W. J. "O que é exatamente um BLEVE?" (*Just What Is a BLEVE?*) Fire Journal 72, No. 6 (November 1978): 46–47.

Yallop, J. Investigação de Explosões, *Explosion Investigation.* Harrogate, UK: Forensic Science Society Press, 1980.

Zalosh, R. "Proteção contra explosões" (*Explosion Protection.*) SFPE Manual de Engenharia de proteção contra incêndios, *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering.* Quincy, MA: Society of Fire Protection Engineers, 1995, Section 2, Chapter 5.