



OPERADOR DE CALDEIRA

Este material é de propriedade de Bichiatto & Barros Serviços LTDA-ME, CNPJ 24.445.753/0001-79, com nome fantasia Grupo Oportunidade®, registrada no INPI (www.inpi.gov.br) sob nº 911246843 e 911246908. Nenhuma parte desta publicação, incluindo projeto gráfico e ilustrações, poderá ser reproduzida ou transmitida por qualquer meio, seja ele eletrônico, fotográfico, mecânico, fotocópia ou outros. Todos os logotipos e telas empregados, os sites acessados na Internet e impressos nesta apostila são produtos exclusivos e de total propriedade de seus criadores, utilizados apenas como exemplos, visando ilustrar o conteúdo do curso.

Índice Analítico

Aula 1	8
Introdução	8
Caldeira	8
Pressão	9
Tipos de Pressão.....	11
Pressão Atmosférica.....	11
Como é Medida a Pressão Atmosférica?	11
Pressão Manométrica ou Relativa.....	12
Pressão Absoluta	13
Unidades de Pressão.....	13
Alguns Parâmetros De Caldeiras.....	14
PMTP (Pressão Máxima de Trabalho Permitida)	15
Pressão De Teste Hidrostático	15
Exercícios.....	16
 Aula 2.....	 18
Temperatura.....	18
Escala de Medição.....	18
Celsius.....	18
Fahrenheit.....	19
Kelvin.....	20
Conversão de Escalas.....	20
Calor.....	24
Convecção.....	25
Condução.....	25
Radiação.....	26
Unidade de Medida.....	26
Calor Sensível.....	27
Calor Latente.....	28
Calor Específico.....	30
Quantidade de Calor.....	31
Equilíbrio Térmico.....	32
Exercícios.....	33
 Aula 3.....	 36
Vapor.....	36
Tipos de Vapor	37
Vapor Saturado.....	37

Vapor Úmido.....	37
Vapor Superaquecido.....	37
Calor Contido No Vapor.....	38
Calor Total.....	38
Temperatura de Vaporização (T _{vap}).....	39
Ebulição.....	39
Calefação.....	40
Evaporação.....	40
Volume Específico (V _{esp}).....	40
Aplicações do Vapor.....	41
Aquecimento.....	42
Trabalho Mecânico.....	42
Turbinas A Vapor.....	43
Exercícios.....	44
 Aula 4.....	 47
Combustão.....	47
Eficiência da Combustão.....	47
Controle de Combustível.....	47
Combustão de Gases.....	49
Temperatura dos Gases.....	50
Tiragem.....	51
Ar Necessário para a Combustão.....	51
Poder Calorífico do Combustível.....	53
Alimentação a Lenha.....	53
Alimentação a Bagaço.....	54
Exercícios.....	57
 Aula 5.....	 59
Tipos de Caldeiras.....	59
Caldeira Flamotubular.....	60
Caldeira Aquatubular.....	61
Componentes Internos de Caldeiras Aquatubular.....	61
Tubulão de Vapor.....	61
Tubulão de Lama.....	63
Tubulação de Água de Alimentação.....	64
Tubo para Coleta da Descarga Contínua.....	65
Feixe Tubular.....	65
Fornalha.....	65
Ante Fornalha com Forno Ferradura.....	66
Fornalha Ferradura.....	66
Fornalha com Grelha.....	66

Grelha Basculante.....	67
Grelha Rotativa.....	67
Parede de Água.....	68
Superaquecedor.....	68
Exercícios.....	70
 Aula 6.....	 74
Fornalha com Queima em Suspensão.....	74
Visores de Fornalha.....	74
Portas de Acesso.....	75
Alimentadores de Bagaço.....	75
Distribuidor Rotativo.....	76
Injetor Pneumático.....	76
Dosadores de Bagaço.....	77
Chaminé.....	77
Tiragem.....	77
Tiragem Natural.....	78
Tiragem Forçada.....	78
Tiragem Induzida.....	78
Tiragem Balanceada.....	78
Pré-Aquecedor.....	79
Tubulares Verticais.....	80
Tubulares Horizontais.....	80
Materiais mais Utilizados.....	81
Regenerativo.....	81
Exercícios.....	82
 Aula 7.....	 84
Sistema de Controle.....	84
Sistema de Indicação do Local de Variáveis.....	85
Sistema de Indicação Remota.....	85
Sistema de Controle de Nível de Água no Interior do Tubulão.....	87
Controle Do Nível D'água.....	87
Coluna De Nível.....	88
Defeitos Em Operação.....	89
Defeitos Mais Comuns Do Sistema De Nível.....	90
Painéis De Comando.....	91
Injetor (Bombeamento De Água)	94
Exercícios.....	97
 Aula 8.....	 100

Válvulas De Segurança.....	100
O Que Não Se Deve Fazer.....	101
Acumulação E Sobrepressão.....	102
Acumulação Ou Pressão De Acúmulo.....	102
Sobrepressão.....	102
Vazamentos.....	103
Trepidação.....	104
Manutenção.....	104
Ajustes.....	106
Ajuste Do Diferencial De Alívio.....	108
Molas.....	108
Exercícios.....	109
 Aula 9	 113
Revisão.....	113
Exercícios.....	114
 Aula 10.....	 123
Critérios Para Operação De Caldeiras.....	123
Inspeção Pré-Operação.....	124
Aquecimento.....	124
Elevação da Pressão.....	125
Operação para a Colocação da Caldeira em Serviço.....	126
Geral.....	126
Parada.....	128
Regulagem.....	128
Regulagem da Caldeira de Combustíveis Sólidos.....	128
Regulagem de Nível de Água.....	130
Regulagem de Temperatura.....	130
Teste de Operação em Caldeiras Novas.....	131
Defeito na Operação.....	132
Defeitos Mecânicos.....	132
Retirada Normal.....	132
Problemas De Operação.....	134
Exercícios.....	137
 Aula 11.....	 140
Rompimento de Tubo.....	140
Válvulas de Segurança Abrindo Constantemente.....	141
Vazamentos em Válvulas de Segurança e/ou Alívio.....	142
Principais Causas de Vazamentos.....	146
Roteiro de Vistoria Diária.....	151

Operações de Várias Caldeiras.....	154
Procedimento em Situações de Emergência.....	155
Operações de Emergências.....	156
Programa de Manutenção Diária.....	159
Descarga de Fundo.....	159
Descarga do Indicador de Nível de Água.....	160
Sopradores de Fuligem.....	160
Queimadores de Óleo.....	161
Casa da Caldeira.....	161
Mancais dos Ventiladores.....	161
Lubrificação dos Mancais.....	162
Programa de Manutenção Semanal.....	163
Paradas Semanais.....	163
Corrosão.....	164
Ferrugem.....	164
Prevenção da Corrosão.....	165
Exercícios.....	167
 Aula 12.....	 170
Norma regulamentadora–caldeiras e vasos de Pressão (Nr13).....	170
Caldeiras a Vapor.....	170
Instalação de Caldeiras a Vapor.....	172
Segurança na Operação de Caldeiras.....	174
Segurança e Manutenção de Caldeiras.....	175
Inspeção de Segurança de Caldeiras.....	176
Exercícios.....	178
 Aula 13.....	 180
Tratamento de Água e Manutenção de Caldeiras.....	180
Características da Água.....	181
Alcalinidade.....	183
Dureza.....	185
Redução de Dureza.....	186
Processos Iônicos dos Zeólitos.....	186
Processos com resina de Troca Iônica.....	187
Sólidos Suspensos.....	187
Solubilidade.....	187
Tratamento da Água de Alimentação.....	188
Tratamento Interno ou Químico.....	190
Exercícios.....	192

Aula 14.....	194
Revisão Geral.....	194
Exercícios.....	195
Aula 15.....	202
Avaliação.....	202
Exercícios.....	203