

# Modelagem de Sistemas de Informação

Da análise de requisitos ao  
modelo de interface

Geraldo Xexéo



Edição Ago/2007



## **Modelagem de Sistemas de Informação: Da Análise de Requisitos ao Modelo de Interface**

Geraldo Xexéo.

Versão 2007/Ago

Copyright © 2006,2007 Geraldo Xexéo.



Este documento está licenciado sob a Creative Commons

Atribuição - Uso Não-Comercial - Não a obras derivadas 2.0 Brasil.

Para ver uma cópia dessa licença visite:



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/br/>

ou envie uma carta a Creative Commons, 543 Howard Street, 5th Floor, San Francisco, California, 94105, USA.



Todo o esforço foi feito para fornecer a mais completa e adequada informação. Contudo, o autor não assume responsabilidade pelos resultados e uso da informação fornecida.

e-mail de contato: [xexeo@ufrj.br](mailto:xexeo@ufrj.br)

**A versão mais atualizada desse livro, e ainda material de apoio ao ensino, pode ser obtida em:**

**<http://wiki.xexeo.org>**

# Sumário

<b>CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
II.1    DADOS, INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO .....	5
II.2    CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	7
II.3    SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E A ORGANIZAÇÃO.....	7
II.4    TIPOS DE PROJETOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	9
II.4.1 <i>Porque são feitos projetos de SI.....</i>	<i>10</i>
II.5    CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE.....	10
II.6    BENEFÍCIOS DO SISTEMA .....	11
II.7    O PODER ESTÁ COM O USUÁRIO .....	11
II.8    EXERCÍCIOS .....	12
<b>CAPÍTULO III. O DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE .....</b>	<b>14</b>
III.1    A DIFICULDADE DO PROBLEMA .....	15
III.2    ANÁLISE .....	16
III.2.1 <i>Modelos de Análise.....</i>	<i>16</i>
III.2.2 <i>Ferramentas da Análise.....</i>	<i>17</i>
III.2.3 <i>A Tecnologia.....</i>	<i>17</i>
III.2.4 <i>O Analista de Sistemas.....</i>	<i>17</i>
III.3    CICLO DE VIDA E PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO .....	18
III.3.1 <i>A Necessidade de Garantir a Qualidade .....</i>	<i>18</i>
III.3.2 <i>Modelos de Processo mais Comuns.....</i>	<i>19</i>
III.4    A EQUIPE DE DESENVOLVIMENTO .....	23
III.5    NOSSA ABORDAGEM.....	25
III.6    EXERCÍCIOS .....	26
III.6.1 <i>Trabalho em Grupo (Projeto de Cadeira).....</i>	<i>26</i>
<b>CAPÍTULO IV. MODELOS, ABSTRAÇÕES E FRAMEWORKS.....</b>	<b>27</b>
IV.1    TIPOS DE ABSTRAÇÕES .....	28
IV.1.1 <i>Ocultação da Informação (Caixa-preta).....</i>	<i>28</i>
IV.1.2 <i>Classificação (é um membro de).....</i>	<i>29</i>
IV.1.3 <i>Composição ou Agregação (é feito de, é parte de) .....</i>	<i>29</i>
IV.1.4 <i>Generalização (é um, é como).....</i>	<i>30</i>
IV.1.5 <i>Identificação (é identificado por).....</i>	<i>30</i>
IV.1.6 <i>Simplificação pelo Caso Normal.....</i>	<i>30</i>
IV.1.7 <i>Foco e Inibição .....</i>	<i>31</i>
IV.1.8 <i>Refinamento Sucessivo.....</i>	<i>31</i>
IV.1.9 <i>Separação de Interesses.....</i>	<i>31</i>
IV.2    TRABALHANDO COM AS ABSTRAÇÕES.....	31
IV.3    OS MODELOS E AS ORGANIZAÇÕES.....	32

<b>CAPÍTULO V. USUÁRIOS E REQUISITOS.....</b>	<b>35</b>
V.1    STAKEHOLDERS E USUÁRIOS .....	35
V.1.1    Interesses e Objetivos.....	36
V.2    PERSPECTIVAS DOS USUÁRIOS .....	36
V.3    O QUE É UM REQUISITO.....	38
V.3.1    Características de um Bom Requisito .....	39
V.3.2    Efeitos de Requisitos Errados .....	40
V.3.3    Requisitos Mudam com o Tempo.....	41
V.4    REQUISITOS E NECESSIDADES .....	42
V.5    TIPOS DE REQUISITOS .....	44
V.5.1    Requisitos Funcionais e de Informação .....	44
V.5.2    Requisitos não funcionais.....	44
V.5.3    Outros tipos de Requisitos.....	46
V.6    DESCREVENDO REQUISITOS .....	46
V.6.1    Exemplos de Requisitos .....	46
V.6.2    Documentando os requisitos .....	48
V.6.3    Dependência de Requisitos.....	49
V.6.4    Priorizando Requisitos .....	50
V.6.5    Questionando os requisitos .....	50
V.7    A ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS .....	51
V.8    MÉTODOS DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS .....	52
V.8.1    Processo de elicitação de requisitos .....	53
V.9    MÉTODOS SIMPLES DE ELICITAÇÃO DE REQUISITOS .....	55
V.9.1    A entrevista.....	55
V.9.2    Realizando a entrevista .....	59
V.9.3    JAD.....	63
V.10    EXERCÍCIOS .....	65
V.10.1    Projeto 1: Livraria ABC.....	65
V.10.2    Projeto de Curso.....	65
<b>CAPÍTULO VI. UMA PROPOSTA INICIAL .....</b>	<b>67</b>
VI.1    O PRIMEIRO CONTATO E OS PRIMEIROS RESULTADOS .....	67
VI.2    A SOLICITAÇÃO DO CLIENTE .....	67
VI.3    OBJETIVO DO SISTEMA.....	68
VI.4    PROBLEMAS .....	69
VI.5    OPORTUNIDADES .....	70
VI.6    METAS E SUAS MÉTRICAS.....	71
VI.6.1    Metas subjetivas.....	72
VI.6.2    Levantando Objetivos e Metas .....	72
VI.6.3    Metas em sistemas novos.....	73
VI.7    OS REQUISITOS PRELIMINARES.....	73

VI.7.1	<i>Definindo o Escopo</i> .....	73
VI.7.2	<i>Documentando os requisitos iniciais</i> .....	74
VI.8	O SISTEMA ATUAL.....	74
VI.8.1	<i>Problema do sistema atual</i> .....	74
VI.9	VISÃO DO NOVO SISTEMA .....	75
VI.9.1	<i>Oportunidades para o novo sistema</i> .....	75
VI.9.2	<i>Pontos Críticos ou Pontos Chave</i> .....	75
VI.9.3	<i>Restrições</i> .....	76
VI.10	CONSTRUINDO UM GLOSSÁRIO .....	76
VI.11	PROPOSTA COMERCIAL.....	76
VI.11.1	<i>Calculando Preço e Custo</i> .....	76
VI.12	O RESUMO EXECUTIVO.....	77
VI.13	ESTRUTURA DA PROPOSTA INICIAL.....	77
VI.14	EXERCÍCIO .....	78
VI.14.1	<i>Projeto 1: Livraria ABC</i> .....	78
VI.14.2	<i>Projeto de curso</i> .....	79
<b>CAPÍTULO VII. MODELO DE NEGÓCIO.....</b>		<b>80</b>
VII.1	O ORGANOGRAMA.....	81
VII.2	NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO TRATADOS NESSE CAPÍTULO.....	83
VII.3	FUNÇÕES DE NEGÓCIO .....	84
VII.4	MODELAGEM DE FUNÇÕES COM IDEF0.....	85
VII.4.1	<i>Introdução ao IDEF0</i> .....	85
VII.4.2	<i>Sintaxe do IDEF0</i> .....	95
VII.4.3	<i>Construção de um modelo IDEF0</i> .....	103
VII.4.4	<i>Exemplo de IDEF0</i> .....	106
VII.5	PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	109
VII.6	FLUXOGRAMAS.....	110
VII.7	EPC .....	110
VII.7.1	<i>Uso Básico</i> .....	111
VII.7.2	<i>eEPC</i> .....	118
VII.7.3	<i>Diagramas de Resumo</i> .....	121
VII.7.4	<i>Formas diferentes dos diagramas</i> .....	121
VII.7.5	<i>EPC e 5W2H</i> .....	122
VII.7.6	<i>Regras de ouro de EPCs[B23]</i> .....	122
VII.7.7	<i>EPC e Loops/Laços</i> .....	124
VII.7.8	<i>Algumas sentenças em EPC</i> .....	126
VII.7.9	<i>Exemplo</i> .....	127
VII.8	DIAGRAMAS DE ATIVIDADE (UML 2.0).....	127
VII.8.1	<i>Nós, vértices</i> .....	128
VII.8.2	<i>Ações, Objetos e Fluxos</i> .....	129

VII.8.3	<i>Controle</i> .....	132
VII.8.4	<i>Interrupções, Exceções e Sinais</i> .....	135
VII.8.5	<i>Diagramas de Raias</i> .....	135
VII.8.6	<i>Exemplo</i> .....	138
VII.9	REGRAS DE NEGÓCIO .....	138
VII.9.1	<i>Declarações Estruturais</i> .....	139
VII.9.2	<i>Declarações de Ações (ou Restrições)</i> .....	140
VII.9.3	<i>Derivações</i> .....	141
VII.9.4	<i>Regras e Eventos</i> .....	141
VII.9.5	<i>Descrevendo Regras de Negócio</i> .....	142
VII.10	OUTRAS FERRAMENTAS DE MODELAGEM .....	145
VII.10.1	<i>Responsáveis por decisão (Processo x Organização)</i> .....	145
VII.10.2	<i>Dados x Processos (CRUD)</i> .....	146
VII.10.3	<i>Corrente/Planejado</i> .....	147
VII.11	RESUMO DA MODELAGEM DE NEGÓCIO .....	147
VII.12	EXERCÍCIOS .....	147
VII.12.1	<i>Projeto 1: Livraria ABC</i> .....	147
<b>CAPÍTULO VIII. MODELO CONCEITUAL DE DADOS</b> .....		<b>148</b>
VIII.1	MODELOS DE DADOS E REGRAS DE NEGÓCIO .....	149
VIII.2	A MEMÓRIA DO SISTEMA .....	149
VIII.2.1	<i>Modelo Conceitual (MC)</i> .....	149
VIII.2.2	<i>Modelo Lógico</i> .....	150
VIII.2.3	<i>Modelo Físico</i> .....	151
VIII.3	MODELO DE ENTIDADES E RELACIONAMENTOS .....	151
VIII.4	O DIAGRAMA DE ENTIDADES E RELACIONAMENTOS .....	152
VIII.4.1	<i>Exemplo de Modelo E-R</i> .....	155
VIII.5	DESENVOLVENDO O MODELO CONCEITUAL .....	155
VIII.6	ENTIDADES .....	156
VIII.6.1	<i>Onde encontrá-las</i> .....	159
VIII.6.2	<i>Descrevendo Entidades</i> .....	159
VIII.7	RELACIONAMENTOS .....	161
VIII.7.1	<i>Cardinalidade</i> .....	163
VIII.7.2	<i>Descrevendo Relacionamentos</i> .....	168
VIII.8	ATRIBUTOS .....	169
VIII.8.1	<i>Descrevendo Atributos</i> .....	169
VIII.9	IDENTIFICANDO ENTIDADES .....	170
VIII.9.1	<i>Atributos Identificadores (Chaves Candidatas e Chaves Primárias)</i> .....	170
VIII.9.2	<i>Relacionamentos Identificadores</i> .....	171
VIII.10	DESCRIÇÃO GRÁFICA DO MODELO .....	172
VIII.10.1	<i>Exemplos de notações</i> .....	173

VIII.10.2	<i>Notação adotada</i> .....	176
VIII.11	TÉCNICAS DE DESENVOLVIMENTO DO MODELO .....	177
VIII.11.1	<i>Técnica Top-Down</i> .....	177
VIII.11.2	<i>Técnica Bottom-Up</i> .....	179
VIII.11.3	<i>Técnica Inside-Out</i> .....	180
VIII.11.4	<i>Técnica Mista</i> .....	180
VIII.11.5	<i>Que técnica usar</i> .....	181
VIII.11.6	<i>Equivalência de modelos</i> .....	181
VIII.12	REPRESENTANDO O ASPECTO TEMPORAL .....	181
VIII.13	FORMAS NORMAIS .....	181
1.1.1	<i>Primeira Forma Normal (1FN)</i> .....	182
VIII.13.1	<i>Algumas Anomalias Resolvidas pelas Formas Normais</i> .....	184
VIII.13.2	<i>Dependência Funcional</i> .....	184
VIII.13.3	<i>Segunda Forma Normal (2FN)</i> .....	185
VIII.13.4	<i>Terceira Forma Normal</i> .....	185
VIII.13.5	<i>Outras formas normais</i> .....	186
VIII.13.6	<i>Formas Normais e o Modelo E-R</i> .....	187
VIII.14	OUTROS TERMOS.....	187
VIII.15	VERIFICANDO O MODELO .....	187
VIII.16	LEITURA COMPLEMENTAR .....	188
<b>CAPÍTULO IX. MODELO FUNCIONAL ESSENCIAL.....</b>		<b>189</b>
IX.1	PERSPECTIVA HISTÓRICA.....	189
IX.2	A ANÁLISE ESSENCIAL .....	190
IX.3	OS PRINCÍPIOS DA MODELAGEM ESSENCIAL .....	190
IX.3.1	<i>O Orçamento para a Complexidade</i> .....	191
IX.3.2	<i>A Neutralidade Tecnológica</i> .....	191
IX.3.3	<i>A Tecnologia Interna Perfeita</i> .....	192
IX.3.4	<i>O Modelo Essencial Mínimo</i> .....	192
IX.3.5	<i>O Princípio da Ausência de Surpresas</i> .....	192
IX.4	A ESSÊNCIA .....	193
IX.4.1	<i>A tecnologia imperfeita</i> .....	194
IX.5	REQUISITOS ESSENCIAIS VERDADEIROS E FALSOS.....	195
IX.6	AGENTES EXTERNOS.....	197
IX.7	EVENTOS ESSENCIAIS .....	198
IX.7.1	<i>Propriedades dos eventos</i> .....	200
IX.7.2	<i>Tipos de Eventos</i> .....	200
IX.7.3	<i>Um Exemplo</i> .....	201
IX.7.4	<i>Habilitando Eventos</i> .....	202
IX.8	DESCREVENDO EVENTOS ESSENCIAIS.....	203
IX.9	LEVANTANDO OS EVENTOS ESSENCIAIS .....	204

IX.9.1	<i>Classificando os Eventos</i> .....	205
IX.9.2	<i>Encontrando Eventos</i> .....	206
IX.9.3	<i>Simplificando Eventos</i> .....	207
IX.10	AS RESPOSTAS AOS EVENTOS .....	207
IX.10.1	<i>Representando Atividades</i> .....	208
IX.10.2	<i>Confundindo eventos e respostas/atividades</i> .....	208
IX.11	A MEMÓRIA DO SISTEMA.....	209
IX.11.1	<i>Eventos x Entidades (Matriz CRUD)</i> .....	209
IX.11.2	<i>Verificando a consistência</i> .....	210
IX.11.3	<i>Agrupando eventos e atividades na Matriz CRUD</i> .....	210
IX.11.4	<i>Calculando a afinidade entre eventos/atividades</i> .....	211
IX.11.5	<i>Extensões da Matriz CRUD</i> .....	214
IX.12	DESCRIÇÃO GRÁFICA DE UM EVENTO ESSENCIAL .....	214
IX.13	ENTENDENDO UM EVENTO.....	215
IX.14	O DICIONÁRIO DE EVENTOS.....	216
IX.15	ESPECIFICANDO PROCESSOS .....	218
IX.15.1	<i>Especificação do Tipo Caixa Preta</i> .....	219
IX.15.2	<i>Especificação do Tipo Caixa Branca</i> .....	219
IX.15.3	<i>Mini-especificações</i> .....	219
IX.15.4	<i>O Diagrama de Transição de Estados</i> .....	221
IX.15.5	<i>Tabelas de Decisão</i> .....	223
IX.15.6	<i>Pré-condições e pós-condições</i> .....	223
IX.16	DICIONÁRIO DE DADOS.....	223
IX.17	EXERCÍCIO .....	225
IX.17.1	<i>Rede Bobo de Televisão</i> .....	225
IX.18	MODELOS ADICIONAIS.....	226
IX.18.1	<i>Finalizando a Análise</i> .....	226
<b>CAPÍTULO X. CASOS DE USO.....</b>		<b>228</b>
X.1	CONCEITUAÇÃO.....	228
X.2	ATOR .....	229
X.2.1	<i>Objetivos</i> .....	229
X.2.2	<i>Cenários</i> .....	230
X.3	FORMAS DE NARRATIVA .....	232
X.3.1	<i>Descrição contínua</i> .....	232
X.3.2	<i>Descrição numerada</i> .....	233
X.3.3	<i>Descrição particionada</i> .....	233
X.4	TIPOS DE DETALHAMENTO .....	234
X.4.1	<i>Exemplo de caso de uso Breve</i> .....	234
X.4.2	<i>Exemplo de caso de uso casual</i> .....	234
X.4.3	<i>Exemplo de caso de uso expandido</i> .....	234



X.5	DIAGRAMAS DE CASO DE USO .....	235
X.6	RELAÇÕES ENTRE CASOS DE USO .....	236
X.6.1	<i>Generalização entre Atores</i> .....	236
X.6.2	<i>Relações entre Casos de Uso</i> .....	237
X.6.3	<i>Inclusão de Casos de Uso</i> .....	238
X.6.4	<i>Extensão de Casos de Uso</i> .....	238
X.6.5	<i>Generalização de Casos de Uso</i> .....	239
X.7	TIPOS DE CASO DE USO .....	239
X.8	NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO DE UM CASO DE USO .....	240
X.9	ESCOPO DE UM CASO DE USO .....	241
X.10	ESCOPO X ABSTRAÇÃO .....	242
X.11	PARTES DE UM CASO DE USO .....	243
X.11.1	<i>Possíveis Seções para um Caso de Uso Expandido</i> .....	243
X.11.2	<i>Atores</i> .....	243
X.11.3	<i>Interessados - Stakeholders</i> .....	243
X.11.4	<i>Pré-condições</i> .....	244
X.11.5	<i>Pós-Condições ou Garantias de Sucesso</i> .....	244
X.11.6	<i>O “Caminho Feliz” ou Fluxo Principal</i> .....	244
X.11.7	<i>Extensões ou Fluxos Alternativos</i> .....	244
X.11.8	<i>Requisitos Especiais</i> .....	245
X.11.9	<i>Variações Tecnológicas e de Dados</i> .....	245
X.11.10	<i>Questões em aberto</i> .....	245
X.12	UM BOM CASO DE USO .....	245
X.13	COMO DESCOBRIR CASOS DE USO? .....	245
X.14	COMO FAZER CASOS DE USO .....	246
X.14.1	<i>Identifique os atores e seus objetivos</i> .....	246
X.14.2	<i>2) Para cada caso: escreva um caso simples</i> .....	246
X.14.3	<i>3) Escreva as condições de falha e extensões</i> .....	247
X.14.4	<i>4) Resolva as falhas</i> .....	247
X.14.5	<i>5) Detalhe as variações de dados</i> .....	247
X.14.6	<i>Boas Perguntas</i> .....	247
X.14.7	<i>Casos de Uso Especiais</i> .....	248
X.14.8	<i>Comentários</i> .....	248
X.14.9	<i>Casos de uso NÃO</i> .....	248
X.14.10	<i>O Processo de Escrita</i> .....	249
X.14.11	<i>Priorizando Casos de Uso</i> .....	249
X.15	CASOS DE USO ESSENCIAIS E REAIS .....	249
X.15.1	<i>Aparência - Essencial</i> .....	249
X.15.2	<i>Aparência – Real</i> .....	249
X.16	VERBOS PARA USAR EM CASOS DE USO .....	251

X.17	UMA SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA DA LIVRARIA .....	251
<b>CAPÍTULO XI. MODELO DE INTERFACE .....</b>		<b>253</b>
XI.1	A INTERAÇÃO HOMEM COMPUTADOR (IHC).....	253
XI.1.1	<i>Projetando a Interface com o Usuário</i> .....	254
XI.1.2	<i>Modelo Cognitivo</i> .....	255
XI.1.3	<i>As Ações dos Usuários</i> .....	255
XI.2	COLETANDO INFORMAÇÕES SOBRE O USUÁRIO.....	255
XI.3	PROTÓTIPOS.....	257
XI.3.1	<i>Protótipos de Baixa Fidelidade &amp; StoryBoarding</i> .....	259
XI.4	MODELOS DE NAVEGAÇÃO .....	264
XI.4.1	<i>O Diagrama de Navegação de Telas</i> .....	264
<b>CAPÍTULO XII. QUAL O TAMANHO DO SOFTWARE .....</b>		<b>266</b>
XII.1	QUAL O TAMANHO DO SISTEMA? .....	266
XII.2	PREÇO E CUSTO .....	266
XII.3	ESFORÇO E TEMPO DE DESENVOLVIMENTO .....	267
XII.4	O TAMANHO DO SOFTWARE .....	267
XII.5	UMA VISÃO REDUZIDA DO MODELO COCOMO II.....	268
XII.5.1	<i>Distribuição do Esforço</i> .....	271
XII.6	ANÁLISE DE PONTOS DE FUNÇÃO .....	271
XII.6.1	<i>Procedimento de Contagem</i> .....	272
XII.6.2	<i>Identificando Funções de Negócio</i> .....	274
XII.6.3	<i>Entendendo as Lógicas de Processamento</i> .....	275
XII.6.4	<i>Identificando Arquivos Internos</i> .....	276
XII.6.5	<i>Identificando Arquivos Externos</i> .....	277
XII.6.6	<i>Determinando a Complexidade</i> .....	277
XII.6.7	<i>As Perguntas</i> .....	279
XII.6.8	<i>Cálculo dos Pfs Finais</i> .....	280
XII.6.9	<i>Contando PFs na Análise</i> .....	281
XII.6.10	<i>Inflação de PFs ao decorrer do projeto</i> .....	281
XII.6.11	<i>Utilizando Pfs para previsões</i> .....	281
XII.7	LIGANDO COCOMO II E PONTOS DE FUNÇÃO .....	282
XII.8	ESTIMANDO O TAMANHO.....	283
XII.8.1	<i>A Técnica de Delfos</i> .....	283
XII.8.2	<i>Cenários</i> .....	283
XII.8.3	<i>Técnicas baseadas em Pontos de Função</i> .....	284
XII.9	VERIFICANDO A SANIDADE DA ESTIMATIVA.....	284
XII.10	PRODUTIVIDADE EM PONTOS DE FUNÇÃO.....	284
<b>CAPÍTULO XIII. PROJETO 1: LIVRARIA ABC.....</b>		<b>286</b>
XIII.1	ATENÇÃO:.....	286
XIII.2	ENTREVISTA 1: PROPRIETÁRIO DA EMPRESA SR. JOSÉ LETRADO .....	286

XIII.3	ENTREVISTA 2: HENRIQUE CUPIM LETRADO, FUNCIONÁRIO E FILHO DO PROPRIETÁRIO (PATROCINADOR) .....	287
XIII.4	ENTREVISTA 3: SRA. LÚCIA PINHO, FUNCIONÁRIA .....	288
XIII.5	ENTREVISTA 4: ENRON LANDO NOPAPO, VENDEDOR .....	289
XIII.6	NESSE EXERCÍCIO: .....	289
<b>CAPÍTULO XIV. PROJETO 2: EMPRESA DE <i>CLIPPING</i> CLIPTUDO.....</b>		<b>290</b>
<b>CAPÍTULO XV. O DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS .....</b>		<b>291</b>
XV.1.1	<i>Algumas regras sintáticas</i> .....	293
XV.1.2	<i>Entendendo os Fluxos de Dados</i> .....	293
XV.1.3	<i>Entendendo as Memórias</i> .....	294
XV.1.4	<i>Tipos de DFD</i> .....	294
XV.1.5	<i>Criando o DFD Particionado</i> .....	295
XV.1.6	<i>Criando o DFD hierárquico</i> .....	295
<b>CAPÍTULO XVI. SISTEMA ACADÊMICO DA UNIVERSIDADE DO POVO .....</b>		<b>299</b>
XVI.1	A ESTRUTURA DA UNIVERSIDADE .....	299
XVI.2	OS CURSOS E SEUS CURRÍCULOS .....	299
XVI.3	CADEIRAS, EMENTAS, CURSOS E HORÁRIOS .....	300
XVI.4	ALUNOS, INSCRIÇÕES, MATRÍCULAS E APROVEITAMENTO .....	301
XVI.5	GLOSSÁRIO .....	301
<b>CAPÍTULO XVII. BIBLIOGRAFIA .....</b>		<b>303</b>
<b>CAPÍTULO XVIII. INDÍCE .....</b>		<b>308</b>

# Capítulo I. Introdução

---

Este livro é sobre a Modelagem de Sistemas de Informação seguindo uma forma bastante atualizada da Análise Essencial, unificada com outros métodos importantes no dia a dia do desenvolvedor de software, como o Modelo de Entidades e Relacionamentos.

Ele é fruto da experiência de 12 anos ensinando Análise de Sistemas para graduação, primeiro na Universidade Estácio de Sá e depois na Universidade Federal do Rio de Janeiro, já como professor Adjunto. O texto foi criado, alterado, cortado e aumentado de forma a atender as necessidades do curso, do mercado e dos alunos. Muito do conteúdo aqui apresentado é resultado direto de dúvidas e dos erros mais comuns que os alunos apresentaram. A matéria também é resultado de 15 anos de atuação como consultor, envolvido direta ou indiretamente na análise e implementação de sistemas em diferentes projetos, sobre temas variados como administração pública, gerência de satélites e controle de frota.

O livro foi construído com dois propósitos. O primeiro é apoiar um primeiro curso de modelagem de sistemas de informação, fundamentado na análise essencial, no nível de graduação ou extensão, visando formar um analista de sistemas. O segundo é fornecer uma base de sustentação para o analista no seu dia a dia no trabalho. Não apresentamos um método único de análise ou especificação de sistemas, mas sim um conjunto de ferramentas, ou *linguagens*, que podem ser usadas tanto em conjunto como em separado, porém baseadas em uma filosofia comum. Este livro não trata de modelagem orientada a objeto, que é normalmente assunto de um segundo curso de modelagem de sistemas.

Algumas premissas foram importantes na construção do texto. Não é um texto com foco teórico, mas sim aplicado. Durante os 12 anos em que o curso já foi dado, todas as provas foram práticas, apresentando problemas para serem analisados e modelados, e com consulta.

Neste livro, seguindo a análise essencial, estamos interessados em sistemas de informação que produzem **respostas planejadas**, isto é, que executam ações pré-programadas em função de mudanças reconhecíveis e previsíveis no ambiente externo. Chamamos essas mudanças no estado do ambiente de **eventos essenciais**. Não estamos interessados em respostas *ad-hoc*, isto é, respostas que tem que ser praticamente inventadas caso a caso, mas sim em eventos que podem ser previstos e para os quais podemos programar respostas em um computador digital.

É importante deixar claro que a análise essencial, unificada com o modelo de entidades e relacionamento, é uma ferramenta de grande qualidade para o desenvolvimento de sistemas de informação.

Quando um cliente solicita um sistema de informação, pensa em automação de algum processo, na modernização de um processo já automatizado ou na criação de um novo processo em sua empresa. O cliente então imagina um sistema que executa algumas funções, gerencia alguns dados e fornece alguns relatórios. Esse sistema imaginado pelo cliente, porém, raramente descreve de forma clara o que ele realmente precisa, ou que precisará no dia que o sistema ficar pronto. Cabe ao analista ajudar ao cliente a descobrir como é o sistema realmente necessário.

O segundo capítulo faz uma pequena introdução aos Sistemas de Informação, principalmente aqueles que encontramos dentro de organizações. O terceiro capítulo discute o desenvolvimento de software. Ambos os capítulos são introdutórios e têm como finalidade nivelar conhecimento, sendo que o ideal é que o aluno envolvido nesse estudo tenha feito antes desse curso cadeiras equivalentes a Sistemas de Informação e Introdução a Engenharia de Software.

O quarto capítulo discute o levantamento de requisitos do sistema. Apresenta ao leitor dois conceitos importantes: o *stakeholder*, palavra que significa “aquele que tem algum interesse (aposta)”, e que traduzimos de forma liberal para interessado, e uma classificação de tipos de requisitos de um sistema, onde se sobressaem os requisitos funcionais e não funcionais. O capítulo também apresenta uma leve introdução a métodos de elicitação de requisitos, discutindo os métodos tradicionais e mais comuns, a entrevista e o JAD, detalhadamente.

O quinto capítulo apresenta a proposta inicial. O objetivo é permitir ao desenvolvedor compreender de forma geral o que será feito no projeto de desenvolvimento, dando margem para a criação de uma proposta comercial. Nesse capítulo ainda tratamos o desenvolvimento de sistemas como uma atividade informal, a nível de negócios.

O sexto capítulo trata da modelagem de negócios, partindo de modelos de alto grau de abstração, como o IDEF0, para modelos detalhados do comportamento da organização, como EPC e regras de negócio. Esses métodos podem substituir na sua totalidade o uso de DFDs para modelar a encarnação de um sistema, sendo na prática mais adequados para o mapeamento do funcionamento real de uma organização.

O sétimo capítulo trata da modelagem conceitual de dados, baseado no modelo de entidades e relacionamentos, necessidade primordial para uma boa análise de sistemas. O oitavo capítulo trata da modelagem funcional essencial. Juntos, esses dois modelos definem o funcionamento esperado do novo sistema.

Esta edição apresenta a primeira versão de um capítulo sobre Casos de Uso (o nono). Casos de Uso são provavelmente a forma mais indicada, hoje em dia, para levantar requisitos funcionais de uma aplicação. Porém, o conhecimento da Análise Essencial ainda me parece importante para poder trabalhar com Casos de Uso, que são mais informais. Por outro lado, já há alguns anos não vejo projetos usando DFDs, e resolvi definitivamente relegá-los a um apêndice.

Esses modelos são completados com um modelo da interface do sistema, preferivelmente na forma de um protótipo, que é discutido no capítulo dez.

Finalmente o capítulo onze trata de formas de prever o esforço necessário para desenvolver um sistema de software, usando como fator de determinação os documentos previamente gerados.

Além disso, apresentamos ao final alguns projetos para os alunos usarem nos exercícios.

Recomenda-se que os capítulos sejam apresentados na ordem em que estão no livro.

Os capítulos de análise funcional e modelagem de dados já foram dados em diferentes ordens, tanto um quanto o outro na frente, porém a análise de dados independe da análise funcional e o inverso não é verdade, o que recomenda que seja a ordem adotada. Além disso, a modelagem de dados pode ser vista como uma forma de

detalhar, a nível do sistema, as regras de negócio, o que apresenta uma continuidade ao curso. O livro suporta bem um período de 15 semanas, com 4 horas por semana, incluindo aulas teóricas e exercícios, duas provas e um trabalho por equipe, de 3,4 ou 5 alunos, que tem em média 15 eventos e 10 entidades, e que deve modelar de forma completa um sistema, de acordo com todo material apresentado.

## Capítulo II. Sistemas de Informação

*"A complex system that works is invariably found  
to have evolved from a simple system that worked."  
John Gall*

Sistemas de Informação
Dados, Informação, Conhecimento
SI e a Organização
ERP
Custo Total de Propriedade

Sistemas de Informação são utilizados em organizações para planejamento, monitoração, comunicação e controle das suas atividades, por meio da manipulação e guarda de informações.

Segundo o Dicionário Aurélio, a palavra sistema significa, entre outras coisas, um “Conjunto particular de instrumentos e convenções adotados com o fim de dar uma informação”. Os instrumentos são as ferramentas, os mecanismos, concretos ou abstratos, que utilizamos para fazer funcionar os sistemas, tais como: programas de computador, relatórios, formulários, etc. As convenções são as suas regras de utilização. Apesar de sistemas de informação não necessitarem de computadores para existir, hoje em dia é comum associar o termo imediatamente a uma implementação usando software, hardware e redes.

Um exemplo típico de sistema de informação é um sistema de aluguel para uma vídeo-locadora. Entre suas várias finalidades, a principal é certamente controlar o aluguel das fitas, informando quem está com qual fita em um determinado momento (quando), e quanto deve pagar por isso. Além disso, o sistema permite outras atividades, como a gerência do estoque de fitas (quais fitas existem), a monitoração das fitas mais e menos alugadas (quantas vezes cada fita foi alugada), etc.

**Um Sistema de Informação é um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta dados no ambiente em que opera, usando recursos de sensoriamento e telecomunicações (entrada), analisa esses dados (processamento) e finalmente apresenta o produto como informação útil (saída), sendo construído de forma a atender os interesses de uma organização, de seus clientes internos e externos e de todos aqueles atingidos direta ou indiretamente pelo novo produto<sup>1</sup>.**

Ao longo deste livro usaremos a palavra organização para representar empresas, órgãos públicos, entidades beneficentes, associações e qualquer outra forma de instituição com objetivos definidos e que pode obter algum benefício com o uso de sistemas de informação. Nisso incluímos um enorme espectro de interesses e tamanhos, tanto um consultório dentário quanto uma multinacional de bebidas.

---

<sup>1</sup> Xexéo, J.A. “Tese de Doutorado” XXX

Apesar de estarmos preocupados com o desenvolvimento de sistemas de informação automatizados, implementados na forma de programas de computador, isso não é uma necessidade. Durante séculos as organizações usaram sistemas de informação apenas com o uso de pessoas, papel e tinta. Apenas bem mais tarde, aparecem máquinas como máquinas de escrever e de somar. Não seria exagerado dizer que a escrita e os números foram criados para suportar os primeiros sistemas de informação, que tratavam, por exemplo, de colheitas e comércio. Muitas das técnicas deste livro podem, e devem, ser aplicadas para entender sistemas de informação manuais.

Este capítulo apresenta uma breve descrição de como funciona, para que servem e quem usa os sistemas de informação dentro de uma organização.

Figura 1. Uma tela de um sistema de informações real.

## II.1 Dados, Informação, Conhecimento

Antes de entender o que é um Sistema de Informação, é preciso entender melhor o que significa a palavra **Informação**.

Novamente, vamos recorrer a dicionários para ter uma definição inicial. Segundo o *American Heritage*, informação é o dado quando processado, guardado ou transmitido. Já no dicionário Aurélio, informação, entre outros significados, pode ser “Conhecimento amplo e bem fundamentado, resultante da análise e combinação de vários informes”, “Coleção de fatos ou de outros dados fornecidos à máquina, a fim de se objetivar um processamento” ou ainda “Segundo a teoria da informação, medida da redução da incerteza, sobre um determinado estado de coisas, por intermédio de uma mensagem”. Apesar de não estarmos diretamente envolvidos com a teoria da informação, não podemos deixar de notar a importância da definição que diz que a **informação reduz a incerteza por meio de uma mensagem**.

Estamos interessados em criar uma diferenciação entre dados, informação e conhecimento, mesmo que as palavras possam ser consideradas sinônimas em muitos contextos. Apesar de serem normalmente confundidas ou utilizadas de forma



intercambiável, elas podem ser mais bem entendidas e utilizadas se analisadas como representando conceitos diferentes.

**Dados** são apenas os símbolos que usamos para representar a informação, o registro de diferentes aspectos de um fato ou fenômeno. Os números que guardamos em um banco de dados são, como diz o nome, “dados”. Dados não são interpretados, eles existem, são adquiridos de alguma forma, via coleta, pesquisa ou criação, guardados de outra forma e, possivelmente, apresentados em uma terceira. O computador é uma máquina que manipula dados.

Por outro lado, **informação** é o dado com significado, normalmente processado de forma a ser útil. Uma informação deve permitir responder perguntas como “quando”, “quanto”, “quem”, “qual” e “onde”<sup>2</sup> sobre alguma coisa.

<b>Informação = Dado + Significado</b>
--

É necessário fazer um mapeamento entre dados e informação. Esse mapeamento pode ser simples ou complexo, dependendo de várias variáveis envolvidas, que vão desde decisões arbitrárias tomadas pelo desenvolvedor até padrões internacionais. Por exemplo, em muitos sistemas é preciso ter a informação do sexo de uma pessoa (masculino ou feminino). Para isso, guardados um número (1 ou 0) ou uma letra (M ou F) que é o dado que faz a indicação da informação.

**Conhecimento** é a aplicação da informação. Podemos dizer que permite responder a pergunta “como”, pois envolve argumentos, explicações e justificativas. Entre as três palavras que estamos analisando, conhecimento é a que tem significado mais geral na língua portuguesa, podendo ser usada no dia a dia como sinônimo de informação. Em informática, porém, normalmente chamamos de conhecimento algo que pode ser escrito na forma de regras (como em “se for maior de 18 anos, então pode tirar carteira de motorista”).

Além disso, ainda podemos analisar as palavras compreensão (ou entendimento) e sabedoria. A compreensão permite responder a pergunta “por que”, enquanto a sabedoria é um processo complexo e pessoal de compreensão e avaliação do entendimento, que não pode ser compartilhado [B1].

Bellinger et. al. [B2] afirmam que com o aumento da compreensão e da capacidade de fazer conexões entre partes (dados, informações, etc.), passamos do trabalho direto com o dado em si para informação, então para o conhecimento e finalmente para a sabedoria.

---

<sup>2</sup> What, where, when, who, How much

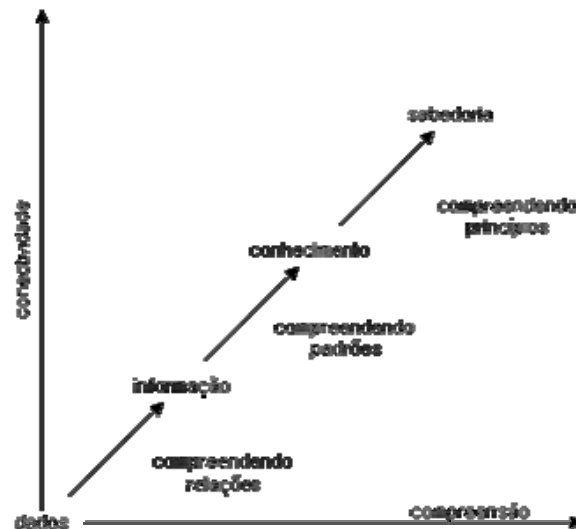


Figura 2. Entendimento das relações entre dados, informação, conhecimento e sabedoria, segundo Bellinger et al.[B2]

## II.2 Características dos Sistemas de Informação

É importante entender que sistemas de informação são **sistemas interativos e reativos**.

Interativo significa que o sistema troca informações com o ambiente, em especial com os agentes externos que fazem parte desse ambiente, pessoas e outros sistemas de computador. O sistema só faz sentido se é capaz dessa interação.

Reativo significa que o sistema funciona reagindo a mudanças no ambiente, e em especial, a mudanças provocadas pelos agentes externos.

Nossos sistemas também são sistemas de **respostas planejadas**. Isso significa que nossas respostas são determinadas e determinísticas, que podemos criar um programa que as produza. Também significa que todas as perguntas que podem ser feitas ao sistema podem, e são, identificadas previamente.

Escolhendo essas regras de modelagem, escolhemos um caminho para decidir quando o sistema vai funcionar: em vez de deixar isso incerto, como em muitos métodos, nós determinamos que o sistema só funciona para responder um evento no ambiente, causado por um agente externo, e que possua uma resposta planejada.

A metodologia de desenvolvimento apresentada neste livro é feita sob medida para sistemas interativos e reativos, de respostas planejadas. Nesse caso, somos ao mesmo tempo restritivos, pois se o sistema não pode ser modelado dessa forma não serve para nossa metodologia, como ampliativos, pois a grande maioria dos sistemas pode ser modelada de forma natural com esses princípios.

## II.3 Sistemas de Informação e a Organização

Sistemas de informação atualmente servem em todas as áreas e níveis das organizações, sendo considerados como ferramenta essencial para o sucesso de suas atividades. Isso nos permite classificá-los de acordo com a responsabilidade assumida por seus usuários dentro da organização em quatro tipos principais, como sugerido por Laudon [B3]:

- **Sistemas de nível operacional**, que tratam da execução, acompanhamento e registro da operação diária da empresa, sendo geralmente sistemas fortemente transacionais. Exemplos são sistemas de vendas, folha de pagamento, etc.
- **Sistemas de nível de conhecimento**, que suportam as pessoas que trabalham com dados e conhecimento dentro da organização. Exemplos simples de sistemas desse tipo são os processadores de texto e as planilhas eletrônicas.
- **Sistemas de nível gerencial**, que utilizam dados da operação e outros dados inseridos nesses sistemas para permitir a obtenção de informações que permitam a gerência da empresa, suportando a tomada de decisões, o controle e o monitoramento.
- **Sistemas de nível estratégico**, que são sistemas destinados a decisões de mais alto nível (efeito estratégico) e utilizam dados de todos os sistemas anteriores, normalmente de forma agregada e processada, sendo utilizados pela alta gerência.



**Figura 3. Níveis dos sistemas de informação dentro de uma organização**

Ainda segundo Laudon, a cada nível de sistemas de informação podemos associar um ou mais tipos de sistemas.

- **Sistemas de Suporte Executivo (SSE)**, encontrados no nível estratégico, são destinados a apoiar a alta gerência em tarefas estratégicas, como o planejamento de longo prazo. Usam dados fortemente agregados, internos e externos a organização e são capazes de responder perguntas específicas ou ainda fazer projeções. Podem ser capazes de fazer simulações e ter uma interface interativa.
- **Sistemas de Apoio a Decisão (SAD)**, encontrados no nível gerencial, são utilizados pelos vários níveis de gerência e utilizam como entrada dados em pequeno volume (agregações) ou ainda bases massivas de dados previamente preparadas para permitir atividades de análise de dados. Como resposta, devem fornecer relatórios específicos, análises e decisões e respostas a perguntas *ad-hoc*.
- **Sistemas de Informação Gerencial (SIG)**, também encontrados no nível gerencial, são utilizados pelos vários níveis de gerência. Utilizam grande volume de dados ou sumários de transações e modelos simples para obter relatórios sumários (agregados) e de exceções.
- **Sistemas de Trabalho com Conhecimento (STC)**, encontrados no nível de conhecimento, utilizam projetos, especificações e bases de conhecimento em geral

para produzir modelos e gráficos. Normalmente são utilizados por profissionais com nível superior.

- **Sistemas de Escritório (SE)**, encontrados no nível de conhecimento, tem como objetivo aumentar a produtividade na manipulação de dados em um escritório. Permitem a manipulação de documentos, correio eletrônico e agendas.
- **Sistemas Processamento de Transações (SPT)**, encontrados no nível operacional, tratam eventos e transações e fornecem relatórios detalhados, listas e sumários, utilizados pelos gerentes, além de documentos específicos para a transação em que são utilizados.

Os SPT suportam não só a operação diária da empresa, mas também criam os dados que são mais tarde utilizados pelos outros tipos de sistemas.

### **II.3.1.1 Sistemas de Informações Típicos**

Atualmente já consideremos que vários sistemas de informações típicos de uma empresa são necessidades básicas que podem ser atendidas de uma só vez. Esses sistemas constroem o que é comumente chamado de ERPs – de Enterprise Resource Planning – ou Sistemas de Gestão Empresarial em português – mas que na prática não são sistemas de planejamento (ou de recursos), mas sim de controle e administração de uma empresa.

Entre as características encontradas em ERPs podemos citar a integração das atividades da empresa e o uso de um banco de dados único. O líder mundial do mercado é a SAP AG, com o produto SAP R/3. O custo de implantação de um ERP de grande porte pode chegar até 300 milhões de dólares. No Brasil, existem produtos menos ambiciosos e mais baratos.

Os sistemas de ERP atuais contêm módulos representando os mais típicos sistemas de informações necessários em uma empresa, tais como: Contabilidade Fiscal, Contabilidade Gerencial, Orçamento e Execução Orçamentária, Ativo Fixo, Caixa e bancos, Fluxo de Caixa, Aplicações e Empréstimos, Contas a Receber, Contas a Pagar, Controle de Viagens, Controle de Inadimplência, Administração dos preços de venda, Compras, Controle de fretes, Controle de contratos, Controle de investimentos, Cotações de vendas, Estoque, Exportação, Faturamento, Gerenciamento de armazéns, Importação, Obrigações fiscais, Pedidos, Previsão de vendas, Recebimento, Gestão de informação de RH, Pagadoria, Treinamento, RH scorecard, Planejamento de RH, Planejamento de produção, Planejamento da capacidade, Custos industriais, Controle de chão de fábrica, Controle da produção, Configurador de produtos, Planejamento de Manutenção, Acompanhamento de Manutenção e ainda muitos outros...

## **II.4 Tipos de Projetos de Sistemas de Informação**

Existem três tipos de projeto de sistemas de informação: manual, manual para automático e re-automação [B4]. Os processos de re-automação ainda podem se dividir em recodificação, re-projeto e re-desenvolvimento, melhoria ou manutenção.

Todos esses tipos de projeto apresentam ao analista de sistemas o mesmo desafio: descobrir o que deve ser feito. Porém, cada tipo apresenta certas particularidades que facilitam ou dificultam esse trabalho de análise.

O trabalho do analista em sistemas manuais é mais relacionado à formalização, por meio de documentação e padrões, de processos já adotados, a criação de novos processos e a transformação de processos existentes tendo em vista otimizá-los ou possibilitar que atendam novas necessidades da organização. Esses processos podem ser bastante complexos e convolutos em alguns casos, o que exige do analista uma boa capacidade de compreensão e modelagem. Porém, como não serão transformados em programas de computador, o analista pode trabalhar com ferramentas mais informais e mais próximas ao dia a dia do usuário.

Os projetos que apresentam maior dificuldade são os de passagem do processo manual para o automático. Isso acontece porque normalmente esses projetos exigem todo o trabalho feito no tipo anterior, e, de forma adicional, a criação de um modelo computacional e com certo grau de formalidade, que possa ser usado pelos desenvolvedores. Não há, a princípio, uma guia que indique a adequação da automação ou que novos resultados podem ser obtidos. O usuário, por não ter acesso a sistemas de informação que executem a mesma atividade, tem pouco conhecimento sobre o que é possível fazer, ou não tem idéia de qual o custo de produzir certos resultados.

Já os projetos de re-desenvolvimento apresentam a vantagem de possuir uma base que pode ser utilizado como referência do que deve ser feito (repetido), do que não deve ser mantido (eliminações) e das novas atividades necessárias. O usuário, acostumado e experiente com um sistema existente, pode fornecer informações mais adequadas sobre o que espera do novo sistema, ou da manutenção ou melhoria sendo feita.

#### II.4.1 Porque são feitos projetos de SI

Muitos são os motivos que influenciam o início de um projeto de desenvolvimento de um Sistema de Informação. Em geral, usando um raciocínio econômico, podemos dizer que um projeto é iniciado quando **o benefício do retorno esperado** supera o **custo do projeto**<sup>3</sup>. O problema é que não é fácil converter esses valores em números normalmente.

### II.5 Custo Total de Propriedade

Quando se analisa o custo de um sistema é normal falar de Custo Total de Propriedade, conhecido pela sigla em inglês TCO (*Total Cost of Ownership*). O TCO de um produto é o custo total que ele implica para uma organização. Por exemplo, se decidirmos trocar todo o parque computacional de uma empresa que usa Windows para Linux, mesmo que o custo do Linux seja zero, o TCO é bem alto, pois envolve o processo de troca, novos profissionais, treinamento, etc... Outro exemplo comum é o da compra de uma impressora. Seu TCO não envolve apenas o custo da impressora, mas também o custo do material consumível, quando uma certa produção é prevista. Por isso é que grandes empresas comprem menos impressoras, porém impressoras maiores e mais caras, para baixar o TCO.

Para o software desenvolvido vale o mesmo conceito. Qual seu TCO? Envolve o preço pago pelo software mais tudo que vai ser pago para possibilitar a implantação

---

<sup>3</sup> Na verdade, a compreensão econômica é mais complicada, mas essa explicação nos serve como motivador adequado.

e utilização do produto (instalação, cursos de treinamento, manutenção mensal, etc...).

## **II.6 Benefícios do Sistema**

Vários motivos podem ser analisados como benefícios esperados de um projeto. O principal benefício que um sistema de informação pode oferecer é melhorar significativamente o negócio do usuário, aumentando seu lucro. Porém, essa não é a única motivação possível.

Uma motivação comum é modernização de um sistema. Com o tempo a tecnologia de um sistema vai se tornando superada. Isso faz com que o risco e o custo de manter o sistema funcionando naquela tecnologia aumentem, aumentando gradativamente o interesse de se transportar o sistema para uma nova plataforma. Simultaneamente, novas tecnologias apresentam novas oportunidades, como desempenho superior ou facilidade de aprendizado, aumentando também com o tempo o interesse nessa atualização. Chega um momento então que passa a valer a pena o investimento em modernização.

Outro motivo importante é a mudança de premissas básicas do negócio, causada pela atuação da firma no mercado. Essas mudanças tanto podem de dentro da empresa quanto podem ser provocadas por mudanças na legislação ou por ação dos concorrentes. Por exemplo, há alguns anos atrás, no Brasil, foram feitas várias modificações nos sistemas financeiros das empresas para aceitar a mudança de moedas e o convívio com moedas diferentes simultaneamente. Em outro exemplo, com a invenção e grande aceitação dos sistemas de premiação por viagens ou por milhas, as companhias aéreas tiveram que desenvolver sistemas específicos, interagindo com seus sistemas de passagens, para tratar do assunto. Muito comum também é a mudança de uma atividade da empresa, seja por um processo contínuo, como o de qualidade total, quanto por processos radicais como os de reengenharia e *downsizing*.

Os sistemas de informação também são importantes por oferecerem as empresas uma capacidade maior de competição. Com a informação correta e com os processos corretos de tratamento da informação uma empresa pode ter um diferencial de qualidade no mercado. Por outro lado, se todo um mercado já adotou um tipo de sistema, ou se pelo menos um concorrente já o fez, a empresa que não tem um sistema equivalente fica prejudicada na competição. Esse tipo de efeito foi visto quando as companhias aéreas passaram a vender passagens via Internet. No início era mais uma propaganda, depois passou a ser um diferencial positivo. Atualmente todas as companhias aéreas possuem formas de vender passagens diretamente via Internet.

Hoje em dia um grande motivador de novos projetos e a busca por melhor tratamento da informação que já existe em sistemas de tipo operacional, como a criação de Sistemas de Suporte Executivo.

## **II.7 O Poder está com o usuário**

Um dos acontecimentos mais marcantes da computação é a transferência do poder daqueles que operavam as máquinas, os famosos e muitas vezes odiados CPDs – os Centros de Processamento de Dados – para o usuário final.

Para aqueles que só chegaram ao mundo da informática agora, ou para aqueles que nasceram após a revolução causada pelos microcomputadores, é muitas vezes difícil de entender a complexidade e a mística que cercavam os grandes computadores. Resfriados a água, mantidos em salas seguras, gastando espaço e energia, esses computadores da década de 1970 tinham o poder computacional de um telefone celular do início do século XXI. Eram esses computadores, porém, que mantinham os dados fluindo, as contas e salários sendo pagos, à custa de uma vigilância permanente de seu funcionamento e do uso de recursos. Até hoje, muitos serviços críticos funcionam em versões modernizadas desses computadores, geralmente a custos altos, mas com alto risco de transferência para outras tecnologias<sup>4</sup>.

Grande parte da transferência de poder aconteceu quando os microcomputadores chegaram em grande quantidade as empresas, permitindo que os usuários que não eram atendidos no prazo e na qualidade que esperavam tomassem a rédea do processo de software, desenvolvendo seus próprios aplicativos, usando planilhas eletrônicas e sistemas simples de banco de dados (como dBase II e Access) e, muitas vezes, passando por cima da estrutura da própria organização e contratando soluções terceirizadas, já que não precisavam do computador central para executá-las.

Isso alterou drasticamente a estrutura de poder das organizações, que eram fortemente dependentes dos dados processados de forma central, em grandes máquinas, com software de ciclo de desenvolvimento muito longo. O processo de mudança não poupou carreiras, sendo que algumas empresas simplesmente fecharam seus CPDs, terceirizando suas atividades e despedindo ou transferindo todos seus funcionários.

Hoje em dia o próprio nome CPD é estigmatizado. Cabe agora ao setor de TI – tecnologia da informação – manter uma estrutura muito mais complexa que a anterior, unificando sistemas de várias gerações, em redes com grande quantidade de computadores executando sistemas operacionais diferentes e aplicações diferentes. Ainda existem conflitos em o pessoal de TI e as outras partes da empresa, mas o foco cada vez mais é melhorar o negócio e atender melhor os usuários.

## **II.8 Exercícios**

- 1) Escolha um tipo de negócio de pequeno porte, como uma agência de viagens, e descubra (ou imagine) quais os principais sistemas de informação que ela necessita ou pode usar.
- 2) Classifique os sistemas anteriores quanto ao seu nível na organização.
- 3) Classifique os sistemas anteriores quanto ao seu tipo.
- 4) Imagine que esse negócio se torna um grande negócio, por exemplo, uma grande cadeia de agências de viagens, e descubra (ou imagine) que novos sistemas podem ser necessários.

---

<sup>4</sup> É importante perceber que computadores de grande porte ainda são bastante úteis em sistemas especiais, principalmente aqueles que exigem atender simultaneamente uma grande quantidade de usuários, devido a possuírem uma arquitetura planejada com esse objetivo, ao contrário dos PCs, que foram planejados para atender um único usuário.

- 5) Que sistemas de informação fazem parte de seu dia a dia? Que papel você assume ao utilizar esses sistemas?
- 6) Que sistemas de informação você pode se lembrar que contém informações importantes sobre sua vida pessoal ou profissional?
- 7) Imagine uma empresa de plano de saúde que possui um sistema de nível operacional que registra e permite a aprovação pela pessoa responsável de exames e consultas. Que sistemas de informação de outros níveis podem ser feitos para utilizar essa informação? Que outros sistemas de informação podem fornecer informação para o sistema de aprovação?
- 8) Defina, para um sistema de informação escolhido por você, as informações necessárias, que dados às descrevem e que conhecimento pode ser obtido a partir delas.
- 9) Muitas lojas no Rio de Janeiro ainda utilizam sistemas de informação feitos em MS-DOS. Faça uma análise dos custos e benefícios para mudar um sistema desse tipo para Windows ou de mantê-lo como está. Qual a melhor opção atualmente? Qual a melhor opção nos próximos 2, 5 e 10 anos?
- 10) Que tipos de sistemas podem interessar a Livraria ABC?
- 11) Que tipos de sistemas podem interessar a Empresa de Clipping ClipTudo?
- 12) Uma empresa precisa comprar uma impressora nova. Existem duas opções interessantes no mercado, como descritas na tabela abaixo. Qual impressora comprar se a empresa prevê fazer 30.000 impressões com a impressora. E se forem 100.000? E se forem 146.668? E se forem 500.000?

<b>Característica</b>	<b>Impressora A</b>	<b>Impressora B</b>
Preço da impressora (sem tinta)	R\$ 300,00	R\$ 5.000,00
Preço do cartucho de tinta	R\$ 80,00	R\$ 250,00
Número de cópias por cartucho	1.000	5.000
Vida útil da impressora	120.000	800.000



## Capítulo III. O Desenvolvimento de Software

*Análise: ... 3. Exame de cada parte de um todo, tendo em vista conhecer sua natureza, suas proporções, suas funções, suas relações, etc.*

*Novo Dic. Aurélio*

Análise de Sistemas
Analista de Sistemas
Ferramentas
Ciclo de Vida
Equipe de Desenvolvimento

Desenvolver software é a atividade, de longo prazo, de criar um ou mais programas de computador, um sistema, de forma a atender necessidades específicas de um cliente ou grupo de clientes.

No desenvolvimento de software realizamos as atividades de descoberta das necessidades e de criação do produto de software propriamente dito. Podemos dividir as atividades do processo de desenvolvimento em alguns grandes grupos:

- Atividades de Análise, cuja finalidade é descobrir “o que” deve ser feito.
- Atividades de Projeto, cuja finalidade é descobrir “como” o software deve ser feito.
- Atividades de Implementação, cuja finalidade é produzir o produto de software de acordo com as especificações produzidas nas fases anteriores.
- Atividades de Controle de Qualidade, onde se incluem todas as atividades com objetivo de garantir a qualidade do produto, como testes e verificações.

De acordo com o processo de desenvolvimento escolhido, cada uma dessas atividades pode ser dividida em várias outras sub-atividades ou tarefas. Elas podem ser executadas de diferentes formas, em diferentes ordens. Também é possível que as atividades de análise e projeto sejam feitas de forma implícita, por exemplo, quando desenvolvemos o software unicamente por meio de protótipos.

Dependendo do grau de formalidade do processo de desenvolvimento, que deve ser escolhido em função de um grupo de variáveis, como a complexidade do projeto, prazo e características da equipe. Enquanto um produto para um único usuário pode ser feito por meio de protótipos, sem nenhuma fase bem-definida, produtos muito grandes, como um sistema de informações para toda uma empresa, necessitam ser realizados em passos muito bem planejados.

Esse livro trata de algumas metodologias usadas no processo desenvolvimento de software. Dependendo da fonte que utilizamos, esse processo pode envolver uma miríade de atividades. Na norma ISSO 12207 são citadas, por exemplo: análise de requisitos, projeto, codificação, integração, testes, instalação e aceitação. Outras referências podem apresentar divisões distintas dessas atividades, ou incluir atividades novas (como testes de integração e testes de unidades). Nesse livro estamos principalmente interessados em conhecer ferramentas para realizar a análise de um sistema de informação.

### III.1 A Dificuldade do Problema

Apesar de parecer uma atividade fácil, desenvolver sistemas de informação é na verdade uma atividade muito difícil e que é muitas vezes fadada ao fracasso. Estudos do Standish Group conhecidos como CHAOS Report, envolvendo 8380 projetos de TI, indicam que, em 2004, 18% são um fracasso total, enquanto 53% tem algum problema de prazo, custo e funcionalidade. Apenas 29% dos processos são um sucesso.

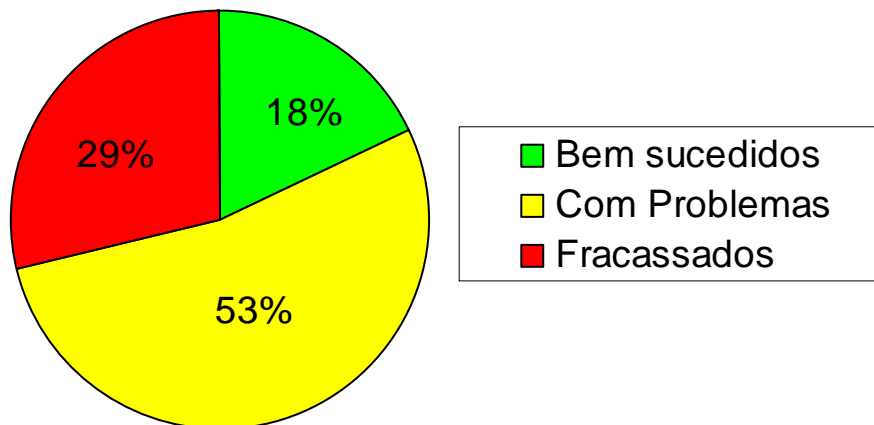


Figura 4. Resultados do CHAOS Report 2004 sobre projetos de TI (Standish Group, 2004)

Desenvolver software é difícil porque normalmente estamos lidando com problemas tão complexos que não os entendemos sem um grande esforço e, às vezes, sem tentar uma solução. Alguns autores chamam esses problemas de *wicked problems*, o que poderia ser traduzido para “problemas perversos”.

Estas taxas tão alta de fracasso se refletem principalmente em sistemas muito caros. Novamente, do CHAOS report, obtemos os seguintes dados, sobre a taxa de sucesso de projetos de TI de acordo com o custo do projeto:

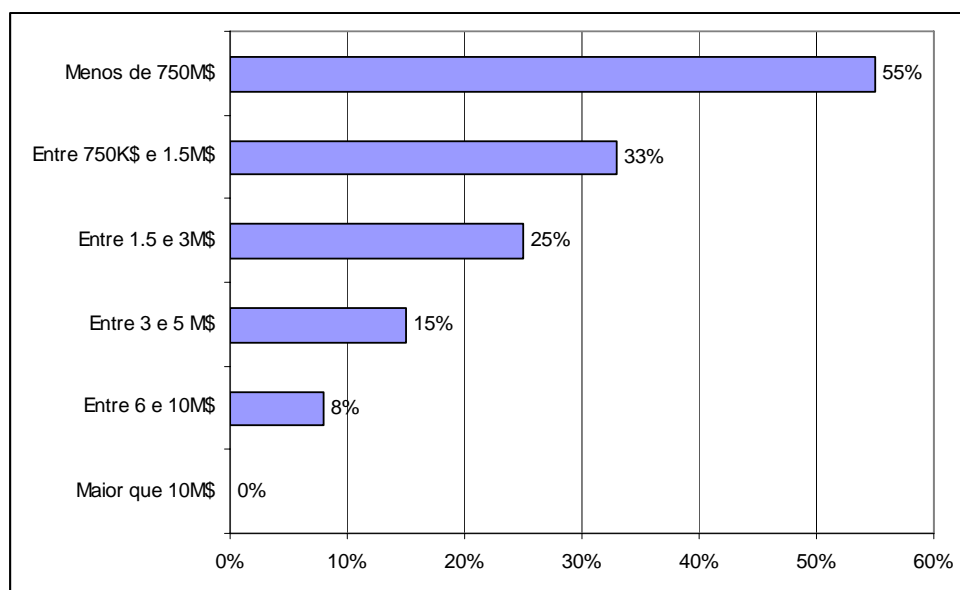


Figura 5. Taxa de sucesso dos projetos, de acordo com o tamanho, em dados de 1998 (Standish Group, 1998)

Casos específicos não faltam para “contar a história” desses grandes fracassos:

- Sainsbury, US \$526 milhões jogados fora em um software de gerência de cadeia de suprimentos
- Controle de Vôo Americano – US \$ 2.6 bilhões jogados fora em um sistema que não chegou a fase de produção.
- A Volkswagen do Brasil anunciou recall para cerca de 123 mil veículos dos modelos Gol, Fox e Kombi, que precisarão reprogramar um software que controla o funcionamento dos componentes eletrônicos do carro, inclusive do motor. Trata-se do terceiro maior recall já promovido pela montadora no Brasil.
- FBI: US\$ 170 milhões jogados fora em um sistema para identificar terroristas que tem que ser começado do início
- Ford: US\$ 200 milhões acima do *budget* em novo software de compra, que foi abandonado.
- McDonald's: US\$170 milhões abandonados em um projeto de software.

## III.2 Análise

Por **análise** entendemos a tarefa de levantar e descrever os requisitos de um sistema, definindo de que forma deve funcionar para atender as expectativas de todos que nele possuem algum interesse. Normalmente se diz que a análise define “o que” o sistema deve fazer sem especificar “como” fará. Durante a análise devem ser explicitadas que tarefas o sistema deve executar e que dados deve manter em memória. Para isso, criamos um ou mais modelos do sistema, descrevendo-o com diferentes perspectivas e graus de detalhe.

É a partir da análise de desenvolvemos um sistema. Ela é, simultaneamente, um acordo entre os desenvolvedores e seus clientes e um mecanismo de comunicação entre os desenvolvedores. Em ambos os casos, a análise define que serviços devem ser fornecidos pelo sistema a ser implementado e, por consequência, que serviços não estão no escopo do sistema.

Segundo Pressman [B5], “todos os métodos de análise devem ser capazes de suportar cinco atividades:

- Representar e entender o domínio da informação;
- Definir as funções que o software deve executar;
- Representar o comportamento do software em função dos eventos externos;
- Separar os modelos de informação, função e comportamento de maneira a apresentar os detalhes de forma hierárquica, e,
- Prover a informação essencial em direção à determinação dos detalhes de implementação.”

Dessa definição, é possível deduzir que para a análise de um sistema ser útil e de qualidade, não basta entender “o que” deve ser feito, mas também desenvolver uma representação que permita documentar e comunicar essa informação.

### III.2.1 Modelos de Análise

Vários autores fizeram propostas de modelos para descrever a análise de sistemas. Dentro do conceito de análise, apresentaremos os seguintes modelos:

- Modelo de Negócio, que descrevem como funciona o negócio onde o sistema está inserido.
- Modelo de Dados, que descreve os dados guardados pela memória do sistema, na forma de um Modelo Conceitual e segundo o método de entidades e relacionamentos.
- Modelo Funcional, que descreve a funcionalidade essencial do sistema, utilizando diagramas de fluxo de dados.

Incorporamos também, em nossa fase de análise, a modelagem por pontos de função, que nos permitirá definir um tamanho para nosso sistema.

### **III.2.2 Ferramentas da Análise**

A maior parte do trabalho de análise é feita da comunicação entre pessoas. Muito dessa comunicação é feita na linguagem natal dessas pessoas, como o português. Um grande problema dessa comunicação é que línguas como o Português e o Inglês permitem a construção de sentenças ambíguas.

No desenvolvimento de sistemas temos que evitar ao máximo as ambigüidades. Para isso, temos que restringir a linguagem utilizada de forma que uma sentença só tenha uma interpretação possível (ou mais provável). Para isso foram criadas várias linguagens, algumas gráficas, que tem o poder de restringir as interpretações possíveis do que queremos dizer. Veremos no decorrer desse livro uma visão geral de algumas dessas linguagens.

### **III.2.3 A Tecnologia**

A grande maioria dos autores advoga que não devemos levar em conta a tecnologia que a ser empregada no desenvolvimento durante a análise de sistemas. A análise deve se preocupar com o “o que fazer” e nunca com o “como fazer”.

Como estaremos seguindo os princípios da análise essencial, esta questão ficará inicialmente ainda mais restrita, pois o modelo essencial não pode conter nenhuma referência à tecnologia, sob o risco de produzir requisitos falsos.

Isso não quer dizer que o analista não possua as informações sobre a tecnologia, apenas que não as usa enquanto faz o trabalho de análise. Na prática, estamos sempre limitados por escolhas como linguagens, sistemas gerenciadores de bancos de dados, arquiteturas de rede e de computador. O que devemos fazer é não deixar que essas limitações influenciem nossas decisões sobre “o que” deve fazer o sistema<sup>5</sup>.

Da mesma forma, não queremos dizer que o analista deve ignorar essas questões ao trabalhar. Ele deve anotá-las, pensar em seus impactos, porém não deve trazê-las para o modelo criado na análise.

### **III.2.4 O Analista de Sistemas**

O Analista de Sistemas é o responsável por levantar os requisitos do sistema e transformá-los em uma especificação do que deve ser feito, i.e., a Análise do Sistema. Para isso, assume vários papéis [B4]: repórter, detetive, consultor, diagnosticador, investigador, organizador, solucionador de problemas, avaliador, simplificador, artista, escultor, arquiteto, auditor, especialista de organização e métodos, especialista do domínio da aplicação, gerente, etc. O porquê dessa longa relação de papéis é o fato de o analista realmente ter que assumi-los ao longo do processo. Ele entrevista pessoas em busca de fatos e detalhes, descobre fatos

---

<sup>5</sup> Ou seja, essas decisões, muitas vezes tomadas antes de se iniciar a análise de um sistema, devem influenciar apenas a forma de funcionamento, não a razão desse funcionamento.

escondidos (intencionalmente ou não), muitas vezes por meio de inferências ou pistas encontradas, propõe soluções mais adequadas para problemas atuais e futuros, a partir de diagnósticos, planeja sistemas abstratos a partir de diagramas, e ainda muitas outras atividades.

### III.3 Ciclo de Vida e Processo de Desenvolvimento

A norma ISO 12207 fornece um *framework* para compreender as atividades e processos do ciclo de vida do software da sua concepção até o fim do seu uso, que podemos indicar pela figura a seguir. É importante perceber a quantidade de processos envolvidos no ciclo de vida do software, pois eles nos mostram que muitas vezes subestimamos as verdadeiras necessidades para implantar e manter um sistema de informação.

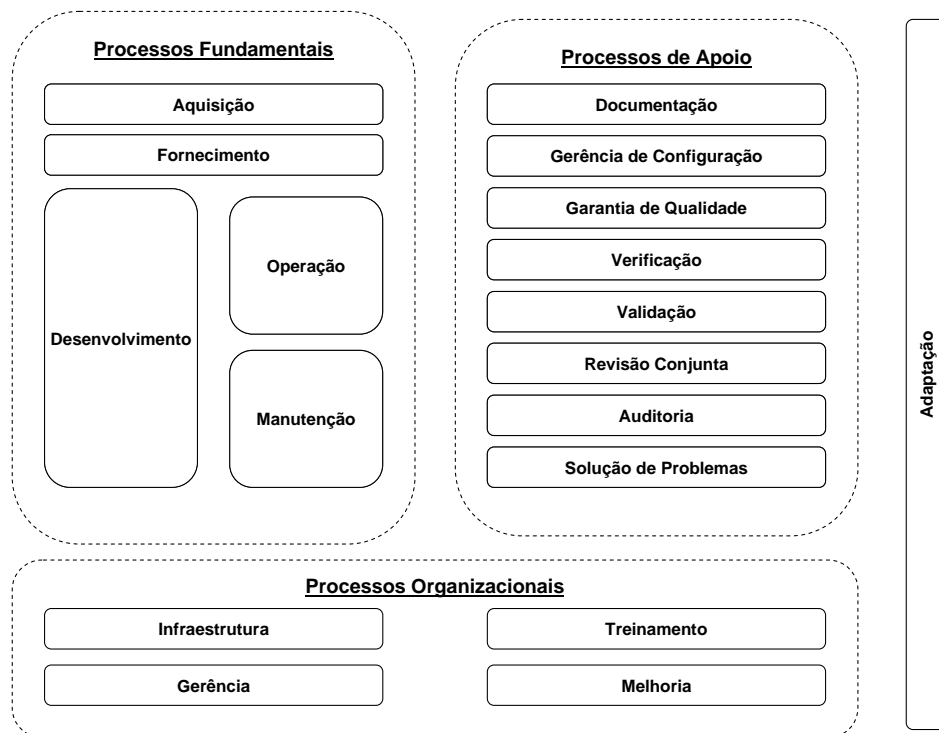


Figura 6. Framework fornecido pela norma ISO 12207, adaptado de Machado [B6].

#### III.3.1 A Necessidade de Garantir a Qualidade

Desenvolver software é um processo de transformação de uma necessidade do cliente em uma sequência de produtos de software (análise, projeto, protótipo, manuais) que tem em seu fim um programa de computador. Essas transformações são imperfeitas, devidos a problemas de comunicação entre o usuário e o desenvolvedor e falhas nas técnicas utilizadas pelo desenvolvedor para garantir que nenhuma informação é perdida ou inserida de forma espúria no sistema.

Para garantir que o sistema faz o que o usuário deseja, utilizamos duas técnicas: a verificação e a validação. Verificar significa analisar se o produto de uma fase do processo de desenvolvimento está de acordo com sua especificação. Validar significa analisar se o produto de uma fase do processo de desenvolvimento está de acordo com as expectativas do cliente.

Precisamos ter claro em nossa mente a diferença entre as duas atividades. Quando transformamos um algoritmo em português para pascal, por exemplo, podemos fazer isso de forma perfeita e, ao mesmo tempo, fazer algo que o cliente não deseja. Quando validamos um programa com o cliente e o aprovamos, não necessariamente o que fizemos foi o que estava escrito na especificação do programa.

A tarefa mais importante, na verdade, é a validação, já que devemos atender o cliente. A validação, porém, é geralmente mais informal e mais custosa que a verificação. Assim, verificando que cada passo dado durante o processo de desenvolvimento esta conforme o passo anterior previu podemos economizar na validação.

### **III.3.2 Modelos de Processo mais Comuns**

#### **III.3.2.1 Processo em Cascata**

Também conhecido como Linear Sequencial. Nesse processo, assumimos que as atividades de análise, projeto e implementação podem ser feitas de forma sequencial, sem que sejam necessárias interações entre as fases.

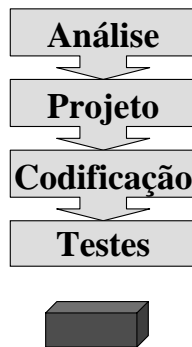
Um processo em cascata típico contaria com as seguintes fases:

- Modelagem do Sistema, onde são estabelecidos os requisitos do sistema do qual o software sendo realizado participa, incluindo os requisitos de informação e de negócios.
- Análise de Requisitos, onde são modelados os requisitos de informação, funcionais, comportamentais, de desempenho e de interface do software..
- Projeto, onde são planejadas as estruturas de dados, a arquitetura do sistema e o comportamento é mapeado em procedimentos.
- Codificação, onde o projeto é transformado em uma linguagem inteligível pelo computador.
- Testes, onde verificamos e validamos o software.
- Manutenção, onde garantimos a usabilidade do software.

Defendido inicialmente como a forma correta de desenvolver software, é basicamente impossível de ser realizado. Podemos encontrar alguns exemplos de sucesso em casos onde o produto sendo desenvolvido e o ambiente de desenvolvimento são muito bem conhecidos.

Devido à divisão radical entre as fases, é dada grande ênfase a documentação. Inicialmente assumia-se que cada fase seria executada por uma equipe distinta de especialistas, fato que está se tornando mais raro hoje em dia. Também havia discussões sobre até que ponto deveria ir o projeto e onde começava codificação. De acordo com a complexidade do sistema, muitas vezes as fases de codificação e testes eram divididas em “codificação e teste de unidades” e “integração e testes de integração”.

Entre seus principais defeitos está o fato que o cliente só vê o produto final no último dia do desenvolvimento. Assim, é impossível detectar falhas ou atender demandas imediatas do cliente. Além disso, a participação do usuário é muito baixa.



**Figura 7. O Modelo de Processo em Cascata ou Seqüencial**

### III.3.2.2 Prototipagem

No processo de Prototipagem (pura) o desenvolvedor interage diretamente com o usuário, escutando seus pedidos e desenvolvendo, imediatamente, um protótipo do produto desejado. O usuário, então, utiliza esse protótipo e fornece ao desenvolvedor novas informações que o levam a modificar o protótipo, de maneira a atender todas as necessidades do usuário.

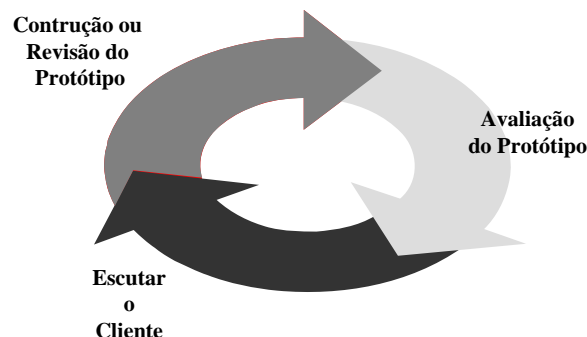
É claramente um processo de desenvolvimento baseado em um ciclo de realimentação de informações, com alta participação do usuário.

Não existe uma fase formal de análise ou projeto. Isso pode causar problemas graves e difíceis de corrigir no produto final, dificultando de sobremaneira a manutenção dos produtos. Pouca ênfase é dada à documentação.

Atualmente quase todos os processos de desenvolvimento utilizam protótipos, mas não um ciclo de vida de prototipagem.

Usamos “protótipos descartáveis” quando o protótipo é usado apenas para levantar alguns ou todos os requisitos e depois abandonado, em troca de uma implementação mais organizada. Um “protótipo operacional” é um software feito rapidamente para atender uma demanda do usuário e que é usado, mais tarde, como modelo de especificação para uma nova implementação do sistema.

É possível diferenciar “protótipos” de “*mock-ups*”. Um protótipo apresentaria o comportamento correto, ou aproximadamente correto, e seria caracterizado principalmente pela falta de rigor na implementação. Um *mock-up* apresentaria apenas uma interface que serviria como prévia da interface final.



**Figura 8. O Processo de Prototipagem**

### III.3.2.3 Processos Evolucionários

Os modelos de processo evolucionários reconhecem que sistemas complexos se alteram com o tempo, usando a iteração do ciclo de desenvolvimento para acompanhar a evolução do sistema.

#### III.3.2.3.1 Processo Incremental

Pode ser visto como combinando o linear com a prototipagem. Tem o foco principal na entrega do produto. Para realizá-lo, repetimos a seqüência linear em vários calendários defasados no tempo. Busca implementar funcionalidades essenciais o mais cedo possível.

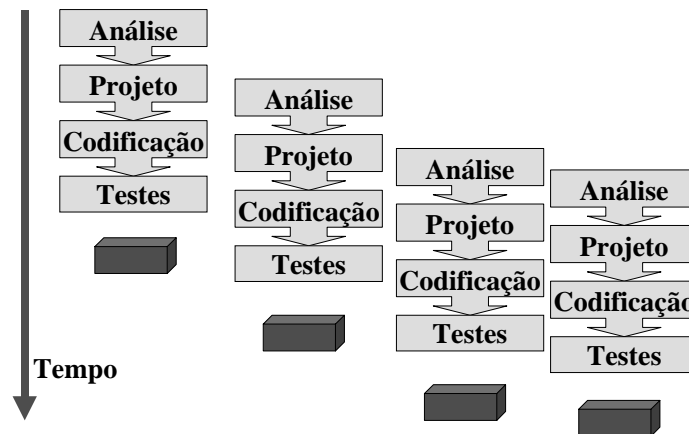


Figura 9. O Ciclo de Vida Incremental

#### III.3.2.4 Processo Espiral

O Processo Espiral se caracteriza pelo desenvolvimento por uma série de produtos desenvolvidos em seqüência, cada vez mais complexos e mais próximos do produto final desejado. Ele se diferencia do Processo incremental porque os produtos de cada ciclo não são “subsistemas” do sistema original, mas sim produtos específicos que atendem necessidades específicas do projeto, como por exemplo, “teste de viabilidade” e “definição da interface com o usuário”.

Em cada ciclo da espiral, algumas atividades são realizadas em ordem seqüencial: comunicação com o cliente, planejamento, análise de riscos, engenharia, construção e, finalmente, avaliação dos resultados.

Do RUP foram derivados vários outros processos, sendo o RUP o mais conhecido deles.

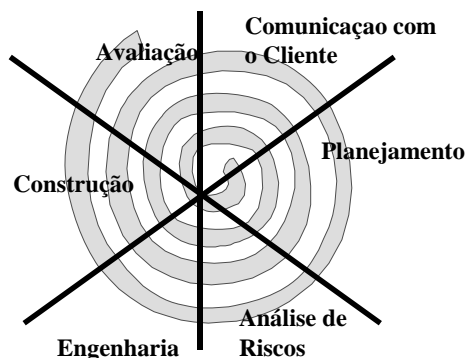


Figura 10. O Processo em Espiral, visão abstrata



### **III.3.2.5 Processo Win-Win**

O Processo Todos Ganham - Espiral (Win-Win Spiral) é a unificação de dois trabalhos distintos de Barry Boehm. No primeiro, o Processo espiral, ele propõe que um processo de software seja feito de acordo com um ciclo de especificações cada vez mais detalhadas que resultam em versões incrementais das capacidades operacionais desejadas. Cada ciclo envolve a elaboração dos objetivos, restrições e alternativas do produto, a avaliação das alternativas e riscos, a elaboração da definição do produto e do processo e o planejamento do próximo ciclo. No segundo, a Teoria-W, ele propõe que todas as decisões tomadas em um processo gerencial devem gerar uma situação de “todos ganham”<sup>6</sup>.

As fases para esse Processo são

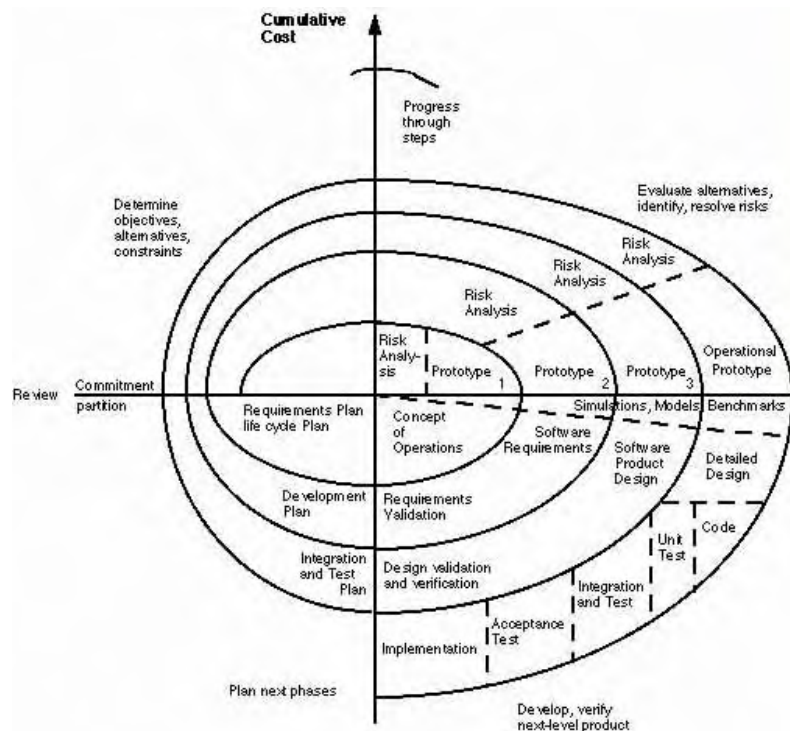
- Identificar X
- Identificar condições de ganho para cada X
- Conciliar condições de Ganho
- Estabelecer objetivos, restrições e alternativas.
- Avaliar alternativas de produto e processo, resolver riscos.
- Definir produto e processo, incluindo partições.
- Validar produto e processo, incluindo partições.
- Revisar e alcançar compromisso (commit)

### **III.3.2.6 Desenvolvimento Acelerado**

Devido a grande pressão pela produtividade que as empresas sofrem no processo de desenvolvimento de software, constantemente são propostas novas técnicas com a finalidade de acelerar o processo de desenvolvimento. Entre elas podemos citar a própria prototipagem, Rapid Application Development (RAD), Adaptative Programming, Extreme Programming e toda uma gama de processos ágeis.

---

<sup>6</sup> Em contrapartida com o caso normal, onde um ganha e os outros perdem, ou, ainda pior, com os casos onde a decisão tomada é vista como uma situação onde todos perdem.



**Figura 11. O processo espiral como definido originalmente por Boehm (1988)**

### III.4 A Equipe de Desenvolvimento

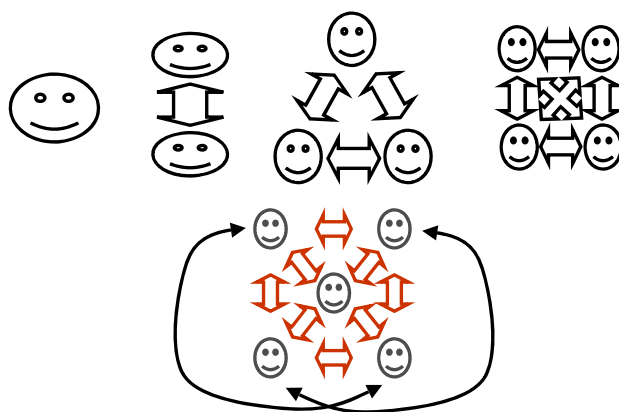
A equipe de desenvolvimento é o conjunto de pessoas responsáveis por construir o software. Dela fazem parte pessoas com diferentes habilidades. Em sistemas de informações tradicionais teremos gerentes de desenvolvimento, analistas, projetistas, programadores, administradores de banco de dados, etc. Em sistemas mais modernos, como sistemas multimídia e websites, podemos ainda ter profissões novas como artistas e professores.

É importante verificar que as pessoas em uma equipe de desenvolvimento se comunicam de alguma forma. Seguindo a regra de quanto maior o projeto, maior o número de pessoas, muito maior o número de formas em que essas pessoas podem se comunicar.

A figura a seguir tenta demonstrar essa idéia. Como uma pessoa, não há nenhuma comunicação. Com duas pessoas, só há uma maneira delas se comunicarem. Com 3 pessoas, escolhendo apenas a comunicação entre duas pessoas, já existem 3 formas. Com 4 pessoas, são 6 formas, com 5 pessoas são 10 formas. Basicamente, com N pessoas, existem  $(N \times (N-1))/2$  formas delas se comunicarem duas a duas.

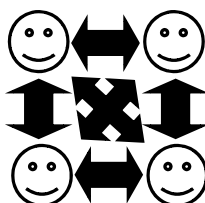
Em projetos enormes, se todos puderem falar com todos para fazer algo, a situação fica incontrolável.

Por isso, temos que organizar a equipe de desenvolvimento de alguma forma.



**Figura 12. As linhas de comunicação entre as pessoas crescem rapidamente, segundo uma explosão combinatória.**

Em uma equipe com organização democrática, todos podem se comunicar com todos. Esse tipo de equipe é razoável para projetos pequenos, com equipes de até 5 ou 6 pessoas, onde a comunicação incentivará a descoberta. Normalmente essas equipes são encontradas em universidades e no desenvolvimento de pequenos projetos de alta tecnologia (um web site, por exemplo).



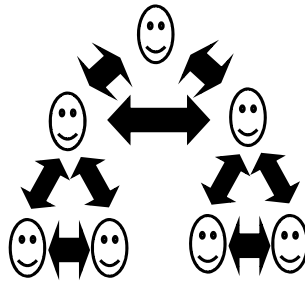
**Figura 13. Em uma equipe democrática todos falam com todos**

A forma mais tradicional de organizar uma equipe é a forma hierárquica, baseada nas teorias clássicas de administração (que por sua vez, são baseadas na forma de organização do Exército e da Igreja).

Na equipe hierárquica temos um ou mais níveis de gerência. Cabe a gerência controlar o funcionamento do projeto. Os níveis mais baixos são responsáveis pela execução do projeto.

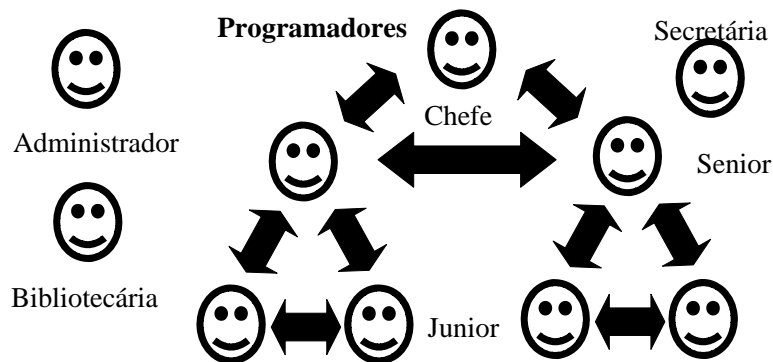
A equipe hierárquica é boa para manter regras e padrões, sendo uma escolha boa para projetos repetidos e que exigem grande estrutura. Muitas empresas utilizam esse tipo de organização, porém ele é considerado fraco para o desenvolvimento de software novo, pois a estrutura coíbe a criatividade.

Em relação ao uso dos profissionais, podemos indicar um defeito importante: o profissional de desenvolvimento experiente é transformado em gerente e “tira a mão da massa”. Muitas vezes, inclusive, ele é transformado em um mau gerente...



**Figura 14. Em uma equipe hierárquica, diminuem-se as linhas de comunicação.**

Brooks[B7] propõe uma equipe conhecida como “Equipe do Programador Chefe”. Nesse tipo de equipe o desenvolvedor vai recebendo cada vez mais responsabilidade em relação ao desenvolvimento, mas não em relação à tarefa diária de administração, que é tratada a parte. Cada programador-chefe é responsável por parte do projeto e delega tarefas aos programadores seniores, que por sua vez podem delegar tarefas aos programadores juniores. Alguns desses programadores compõem uma equipe de teste.



**Figura 15. Equipes do tipo programador chefe se baseiam na capacidade do programador chefe**

Os métodos mais modernos, como RUP e XP, falam de papéis necessários nno processo. Papéis típicos do RUP são “Analista de Sistema”, “Arquiteto”, “Especificador de Use-Case” e “Projetista de Interface com o Usuário”, “Engenheiro de Casos de Uso” e “Engenheiro de Componentes”. Já os papéis do XP são: o comprador ou “GoldOwner”, o cliente ou “GoalDonor”, o gerente, o testador, o programador, o monitor ou “tracker” e o treinador ou “coach”. Em ambos os casos, papéis diferentes podem ser assumidos pela mesma pessoa. É importante notar que no caso do XP os dois primeiros papéis são do cliente.

Existem muitas outras formas de organizar equipes. Cada tipo de produto exige um tipo especial de equipe. Afinal, não desenvolveríamos um software para controle de vôo de um avião com o mesmo tipo de equipe para o qual desenvolvemos um software para controle de uma biblioteca.

### III.5 Nossa Abordagem

Esse livro não propõe um método ou um ciclo de vida, mas sim um conjunto de técnicas, ou linguagens, que nos permitem trabalhar, de forma diferenciada, em cada uma das fases do desenvolvimento de software.

## III.6 Exercícios

13) Descreva de forma sucinta os seguintes processos descritos na literatura:

1. RUP – Rational Unified Process
2. XP – eXtreme Programming
3. Adaptative Software Development

14) Descreva como são as equipes de desenvolvimento da empresa em que você trabalha e de uma grande empresa (como a Microsoft, por exemplo).

### III.6.1 Trabalho em Grupo (Projeto de Cadeira)

A turma deve se dividir em grupos de três a cinco pessoas, com quatro sendo o tamanho ideal. Cada grupo deve escolher um projeto de um sistema de informação. Essa escolha deve se basear nos seguintes princípios e conselhos:

O sistema deve ser simples o bastante para que todos o entendam

Algum participante do grupo deve ter experiência com o sistema ou com um sistema parecido

A melhor opção é escolher um aspecto do funcionamento de um negócio familiar que algum membro do grupo tenha acesso. Exemplos típicos: estoque de uma loja, atendimento de um consultório, notas de um curso, pagamento de mensalidades de uma academia, etc.

Outra opção é um sistema que algum membro do grupo tenha desenvolvido (ou participado do desenvolvimento).

Não será aceito um sistema de locadora de vídeo, por ser um exemplo muito utilizado na literatura, permitindo plágio facilmente.

Na prática, um trabalho de cadeira deve conter de 10 a 20 eventos e mais de cinco entidades para ter “alguma graça”. Porém nesse ponto o aluno não sabe ainda o que é um evento ou uma entidade. O professor deve orientar os alunos para que o sistema faça aproximadamente 15 “coisas”, incluindo cadastros, relatórios e processamentos.

Os alunos muitas vezes misturam em suas “definições” mais de um sistema entre os sistemas de informação típicos. O professor deve orientar e explicar a diferença. Confusões comuns incluem sistemas de vendas, estoque, compras e controle de produção.

Os alunos devem preparar uma descrição informal desse projeto. Esse tema será utilizado no desenvolvimento de um projeto durante todo o curso.

## Capítulo IV. Modelos, Abstrações e Frameworks

---

*Models are to be used, not believed.*

*H. Theil 'Principles of Econometrics'*

*The human mind has first to construct forms, independently, before we can find them in things.*

*Albert Einstein (1879-1955)*

Todas as técnicas estudadas nesse livro implicam na criação de um modelo, seja ele do domínio da aplicação, do negócio, do problema, do sistema que será implementado, inclusive modelos que fazem a relação entre modelos distintos.

Apesar de usarmos estes termos de forma coloquial, é importante responder as perguntas: o que é um modelo? O que é uma abstração?

Um **modelo**<sup>7</sup> é uma representação de algum objeto, conceito, conjunto de conceitos ou realidade. Modelos são criados para que nós possamos estudar, normalmente segundo algum aspecto escolhido, o objeto modelado. Na grande maioria das vezes, um modelo é uma versão simplificada ou abstrata do objeto modelado.

No nosso dia a dia nos deparamos constantemente com modelos. Um mapa é um modelo do território que descreve. Uma maquete de um prédio é um modelo. Uma receita de bolo é um modelo do processo para construir o bolo. Uma foto do modelo pode ser vista como modelo.

Um tipo especial de modelo é o protótipo. Um protótipo é um modelo exemplar, no sentido que fornecer um exemplo, onde as simplificações são muito pequenas ou não existem.

Um modelo deve ser simples o bastante para ser fácil de manipular e, simultaneamente, complexo o suficiente para resolver o problema em questão, de acordo com o ponto de vista desejado.

**Abstração** é o processo mental de separar um ou mais elementos de uma totalidade complexa de forma a facilitar a sua compreensão por meio de um modelo, eliminando (ou subtraindo) o resto.

Quanto mais simples o modelo, maior a abstração feita para produzi-lo.

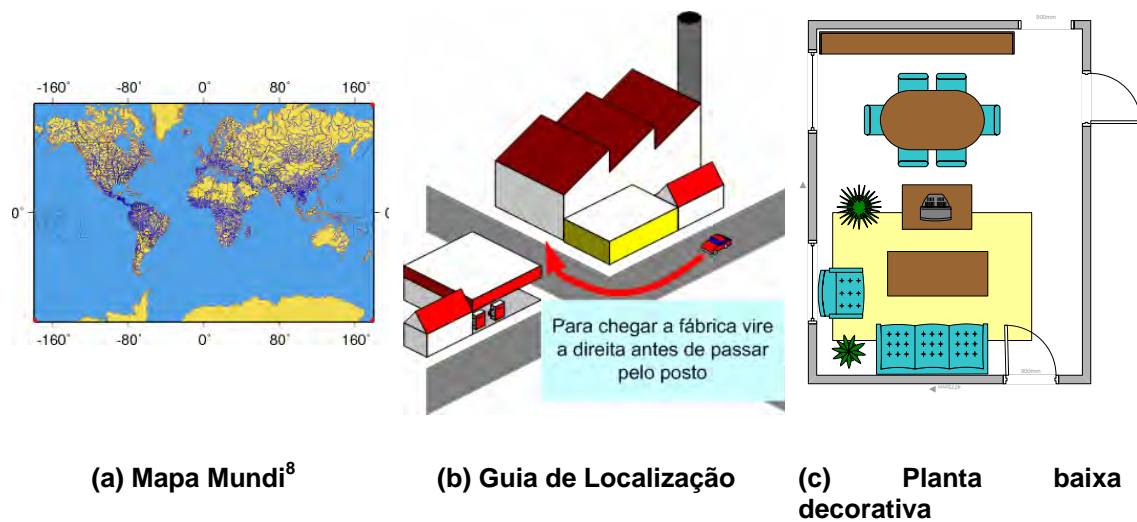
No nosso dia a dia utilizamos a abstração para poder trabalhar com toda a informação que o mundo nos fornece. Voltando ao caso do mapa: ele é um modelo de uma região. Dependendo da informação que queremos, colocamos alguns símbolos e tiramos outros do mapa. Um mapa também não pode ser “perfeito”, tem que “abstrair” as informações que não são necessárias naquele instante, ou teria que ter o mesmo tamanho da cidade.

Podemos usar mapas com diversos graus de detalhe, ou seja, mais ou menos abstratos. Um globo terrestre, por exemplo, é um mapa muito abstrato. Geralmente com o objetivo de ensinar noções básicas de geografia. Já uma carta náutica é um mapa muito detalhado, que permite a navios ou barcos menores navegarem de forma

---

<sup>7</sup> Um modelo também pode ser “um exemplo”.

segura em uma região. Ainda mais detalhada será a planta de uma casa ou prédio. Os níveis de detalhe são infinitos e são usados de acordo com a necessidade do problema a ser resolvido.



**Figura 16. Diferentes tipos de mapas, ou seja, modelos, cada um com um nível diferente de abstração e dedicado a uma utilização distinta.**

## IV.1 Tipos de Abstrações

No desenvolvimento de sistemas, utilizamos alguns processos de abstração típicos:

- Ocultação da Informação (ou abstração da caixa-preta)
- Classificação,
- Composição,
- Generalização,
- Identificação,
- Simplificação pelo Caso Normal, e
- Foco/Inibição.
- Refinamento Sucessivo
- Separação de Interesses

### IV.1.1 Ocultação da Informação (Caixa-preta)

Pela abstração de Ocultação da Informação nós deixamos de nos preocupar com o interior de uma coisa, só prestando atenção a seu comportamento observável.

<sup>8</sup> Esta imagem está em domínio público. Crédito: U.S. Geological Survey Department of the Interior/USGS

Podemos encontrar esse exemplo facilmente em muitas coisas do mundo real. Quantas pessoas, por exemplo, sabem como funciona um telefone celular? Poucas, certamente. Porém quase todos sabem usá-lo, porque “abstraem” o seu funcionamento interno (isso é, não pensam nisso) e colocam em foco apenas o comportamento externo.

Por isso chamamos também essa abstração de “abstração de caixa-preta”. O conceito inverso (ou seja, abrir a caixa) é chamado de “caixa-branca”.

#### IV.1.2 Classificação (é um membro de)

No processo de **classificação** eliminamos parte da individualidade do objeto ou sistema analisado e o consideramos como um exemplar de uma “classe padrão”. Quando fazemos isso, aceitamos que esse objeto, agora uma **instância** da classe, divide com todas as outras instâncias da classe um conjunto de características.

Na classificação o que estamos fazendo é imaginar uma idéia única que descreve, de forma abstrata, todos os objetos de uma classe. Ao eliminar a necessidade de tratar cada objeto de forma única, simplificamos o problema em questão.

Exemplos típicos de classificação:

Instâncias	Classe
Flamengo, Fluminense, São Paulo	Times de Futebol
Brasil, Estados Unidos	País
Pelé, Zidane, Romário	Jogador de Futebol

Tabela 1. Exemplo de classificação

O processo reverso da classificação é a **instanciação**. O conjunto de todas as instâncias de uma classe é a **extensão** dessa classe.

A classificação é um mecanismo básico do raciocínio humano. Talvez seja o que nos permita tratar de toda informação que recebemos diariamente.

É importante notar que na vida real um objeto pode pertencer a várias classes. Uma pessoa pode ser um aluno, um professor, um policial, etc... Normalmente, em modelos teóricos como os que vamos usar, tentamos com que um objeto pertença, diretamente, a só uma classe, de modo a facilitar a manipulação do modelo.

#### IV.1.3 Composição ou Agregação (é feito de, é parte de)

Na **composição** entendemos um objeto complexo formado de um conjunto de outros objetos como um só objeto. É como vemos uma bicicleta ou um carro. Ao eliminar a necessidade de descrever as partes, simplificamos a compreensão do objeto analisado.

Exemplos típicos de composição:



Partes	Objeto
Pneus, motor, etc.	Carro
Capa, centenas de folhas, etc.	Livro
Cabelo, pele, ossos, etc.	Homem

**Tabela 2. Partes-Objeto na relação de composição**

O processo reverso da composição é a **decomposição**.

Normalmente, em modelagem de dados, usamos o conceito de composição para dizer que uma classe (como endereço) é uma característica de outra classe, descrevendo um entre seus atributos.

#### IV.1.4 Generalização (é um, é como)

Com a **generalização** nós somos capazes de entender como uma classe pode ser descrita por outra classe, mais geral. É importante ver a diferença entre a classificação e a generalização: a primeira trata da relação entre objeto e classes, enquanto a segunda trata da relação entre classes.

Com a generalização podemos compreender uma relação muito comum entre classes, que é a que permite que qualquer objeto de uma classe possa ser visto, de uma forma mais geral, como um objeto de outra classe. Utilizando judiciosamente a generalização podemos simplificar a forma de tratar objetos de classes similares.

Exemplos típicos de generalização:

Classes	Classe mais geral
Funcionário, Aluno, Professor	Pessoa
Automóvel, Avião, Navio	Meio de Transporte
Computador, Rádio, Televisão	Aparelhos Eletrônicos

**Tabela 3. Exemplo de generalização**

O processo reverso da generalização é a **especialização**.

#### IV.1.5 Identificação (é identificado por)

Com a **identificação** nós somos capazes de entender como caracterizar unicamente um objeto. Um nome identifica uma pessoa, por exemplo. Ao identificar unicamente um objeto podemos separá-lo de outro objeto semelhante e atribuir a entidades específicas atributos e características que só pertencem a ela, e não pertencem a outros elementos daquela classe.

Há uma diferença entre instanciar e identificar. Uma instância deve possuir uma identificação e uma identificação se aplica a uma instância. A identificação permite a que duas instâncias sejam reconhecidas como distintas ou como representações de um mesmo objeto (normalmente devendo ser reunidas em uma).

#### IV.1.6 Simplificação pelo Caso Normal<sup>9</sup>

Toda aplicação, ao funcionar, deve tratar de casos específicos que ocorrem durante o funcionamento normal. Porém, é bem mais fácil discutir o funcionamento

<sup>9</sup>

Não confundir com a operação de normalização relativa às formas normais.

normal antes e depois os casos específicos. A abstração de “iniciar pelo modo normal” indica que devemos começar a trabalhar pelo modo comum ou normal de funcionamento, ou ainda melhor, o modo onde tudo ocorre da forma mais simples e depois ir inserindo mecanismos para tratar das variações possíveis.

#### **IV.1.7 Foco e Inibição**

Uma das características importantes do ser humano é ser capaz de focar em um detalhe, inibindo os outros detalhes ao redor, e assim processar, detalhe a detalhe, grande quantidade de informação.

Podemos ver essa forma de abstração acontecer no dia a dia, quando estamos olhando para um local e as áreas ao redor ficam “vigiadas”, mas não estamos realmente prestando atenção nas mesmas.

Isso também acontece em um modelo de dados. Cada parte de um modelo foca em alguma informação que pretendemos registrar, e possui regiões ao redor que nos informam outras informações adicionais, mas não precisamos olhar ao detalhe da outra parte para entender aquela.

Tecnicamente falando, foco e inibição são representados pela modularização e divisão do sistema em partes estanques, com as características de alta coesão e baixo acoplamento.

#### **IV.1.8 Refinamento Sucessivo**

A técnica de refinamento sucessivo indica que cada problema deve ser tratado de uma forma mais geral para depois ser analisado de uma forma mais específicas, normalmente seguindo o conceito de “explodir” um problema anterior (mais geral) em sub-problemas mais específicos, sendo cada um desses sub-problemas “explodidos” também até chegarmos a um problema de solução simples.

O refinamento sucessivo é uma forma mais específica da abstração de Foco e Inibição e faz parte de várias estratégias de abstração baseadas no conceito de dividir para conquistar

#### **IV.1.9 Separação de Interesses**

Separação de Interesses é o processo de abstração onde tentamos descrever, ou produzir, um conceito separando-o em conceitos distintos com a menor quantidade possível de interseção, baseado em algum aspecto específico do problema sendo tratado. Esses conceitos normalmente são características ou comportamentos.

A Separação de Interesses é uma forma mais específica da abstração de Foco e Inibição e faz parte de várias estratégias de abstração baseadas no conceito de dividir para conquistar.

### **IV.2 Trabalhando com as abstrações**

Imagine que precisamos descrever comprar um carro. É óbvio que todo carro possui quatro pneus, um motor, etc. Isso é uma classe bastante geral. Porém, desejamos ainda falar sobre um modelo específico: uma Ferrari Testarossa, por exemplo. Logo, acabamos de especializar nosso modelo, mas ainda não chegamos ao nível de objeto. Quando vemos o carro específico, aí temos o objeto. Ele é identificável como instância daquela classe porque apesar de dividir várias características em comum com outros objetos da classe, também tem algumas

características únicas, como o número de série do chassi. Finalmente, desejamos trocar a cor do assento do carro. Nesse instante, já estamos vendo uma parte do carro, decompondo-o em suas partes.

### **IV.3 Os modelos e as organizações**

Em uma organização moderna, a quantidade de atividades realizadas é muito grande. Quando pensamos em uma empresa ou um órgão público, ou em seus departamentos, o que primeiro vem a nossa mente é sua finalidade principal, por exemplo: vender comida, aprovar pedidos de aposentadoria, fabricar brinquedos, etc. Porém, para poder realizar sua atividade principal e manter a organização dentro dos parâmetros legais e capaz de responder prontamente a seus clientes, cada vez mais atividades são necessárias. Se bastava ao padeiro de antigamente conhecer seus clientes e seus dois ou três fornecedores, ao fabricante de pães atual é necessário analisar o mercado, compreender as manobras de seus concorrentes, atender as exigências de seus canais de distribuição e fornecedores, prestar contas ao governo e a acionistas, etc.

Para apoiar essas necessidades, são necessários muitos sistemas de informação, e, quanto maior a quantidade de informação, maior a necessidade que esses sistemas sejam automatizados e integrados.

Para uma organização de grande porte, o conhecimento de seus sistemas de informação é peça básica na competitividade. Assim, temos a motivação para não só usar a tecnologia, mas também conhecer como essa tecnologia está sendo usada, para melhor aproveitá-la.

Esse conhecimento é descrito na forma de modelos. Esses modelos podem ser vistos de acordo com perspectivas e assuntos diferenciados, o que nos permite definir uma arquitetura da organização.

O Framework de Zachman é uma forma reconhecida de definir essa arquitetura. A figura a seguir resume o framework.

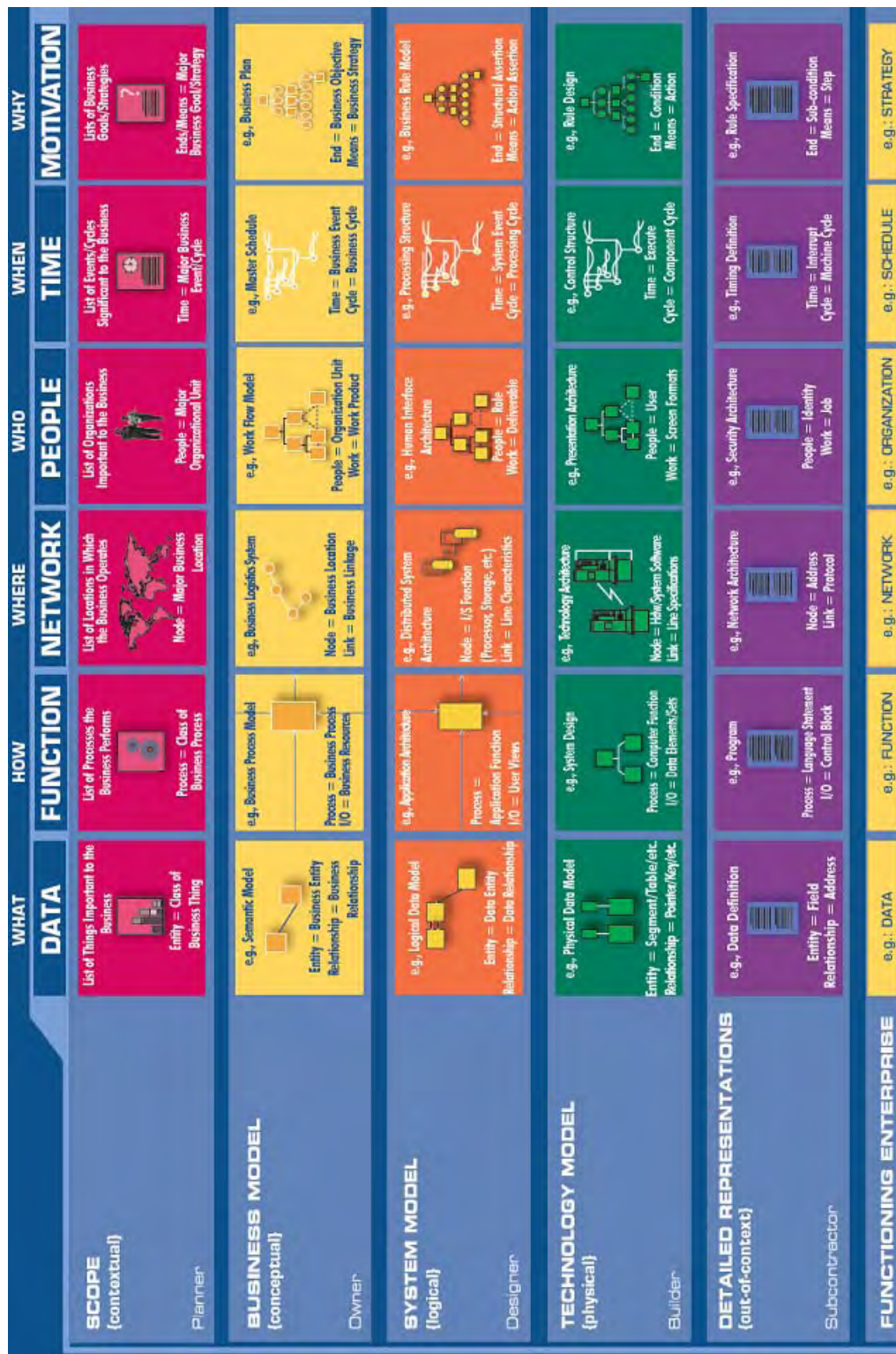


Figura 17. O Framework de Zachman<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Imagem gentilmente cedida pelo autor, que mantém os direitos autorais.



# Capítulo V. Usuários e Requisitos

*A hundred objective measurements didn't sum the worth of a garden;  
only the delight of its users did that.  
Only the use made it mean something.*

*Lois McMaster Bujold, A Civil Campaign, 1999*

Stakeholders
Requisitos Funcionais
Requisitos Não Funcionais
Descrevendo Requisitos
Elicitação de Requisitos
Entrevistas e JAD

A principal tarefa de um analista é descobrir o que o sistema deve fazer e como deve se comportar segundo as expectativas de seus **usuários** e outros interessados. Usualmente, chamamos isso de **requisitos**<sup>11</sup>. O problema é que, no início do desenvolvimento, ninguém realmente sabe o que um sistema desejado deve exatamente fazer ao ficar pronto, inclusive o cliente. Além disso, com o tempo, os requisitos mudam. Descobrir os requisitos de um sistema e manter-los atualizados são tarefas investigativas, criativas e contínuas.

## V.1 Stakeholders e Usuários

**Usuários** são todos aqueles que usam o sistema com algum objetivo. O nome pode ser entendido de forma restrita, indicando apenas aqueles usuários finais, isto é, que realmente usam o sistema dentro do escopo do seu objetivo, ou de forma ampla indicando todos aqueles que usam o sistema ou algum de seus produtos, de alguma forma, o que inclui também os desenvolvedores.

**Stakeholders** são todos aqueles com algum interesse no sistema, afetando ou sendo afetados por seus resultados. A palavra é uma composição dos termos *stake*, interesse ou aposta, e *holder*, possuidor. Fica claro que um *stakeholder* é uma pessoa que possui algum interesse no sistema, em especial um interesse que envolve algum risco. Alguns autores brasileiros traduzem o termo como “interessados”, mas esse termo não tem todo o significado do termo em inglês, que adotaremos na falta de um melhor em português. O grupo de *stakeholders* é bem maior que o grupo de usuários, pois envolve não só estes, mas também desenvolvedores, financiadores, e outros.

Um tipo de *stakeholder* que é muitas vezes esquecido é formado por aquelas pessoas que são afetadas indiretamente pelo funcionamento do sistema, mesmo sem saber que ele existe ou está funcionando. Dizemos que essas pessoas estão “na sombra do sistema”.

Como exemplo, podemos citar o caso de um sistema hospitalar destinado a indicar qual paciente deve tomar que remédio a que horas. Nesse sistema, enfermeiras e médicos seriam usuários. Claramente, os pacientes, mesmo não sendo usuários, são *stakeholders*, pois seu interesse no bom funcionamento do sistema é direto. Uma falha

---

<sup>11</sup> Em inglês, *requirement*, o que levou alguns tradutores a usar o termo requerimentos, considerado inadequado.

pode causar até mesmo a morte de um ou mais pacientes. A família e os acompanhantes do paciente, porém, estão na sombra do sistema, sendo afetados apenas indiretamente.

Abordagens simplificadas permitem identificar imediatamente três tipos de *stakeholders*: desenvolvedores, compradores e usuários. Uma investigação mais profunda pode achar muitos outros interessados, como: gerentes dos usuários finais, auditores, responsáveis pela operação, responsáveis pela manutenção, usuários de sistemas que enviam ou recebem dados para o sistema específico, etc. É interessante que seja feito um esforço para levantar todos os *stakeholders* de um sistema e mapear, de alguma forma, seus interesses e interações com o mesmo.

### V.1.1 Interesses e Objetivos

Usuários possuem um ou mais **objetivos** ao usar um sistema, i.e., ele usa o sistema para obter uma resposta planejada. Usuários e *stakeholders* têm **interesses** no sistema, isto é, eles esperam que o sistema afete o negócio de alguma forma.

Uma prática possível é definir uma tabela indicando que objetivos cada usuário e que interesse cada *stakeholder* tem no sistema. Isso pode ser feito de forma preliminar nessa fase.

Objetivos e Interesses de Stakeholders			
Agente ou Interessado	Objetivo	Interesse	Prioridade
Cliente	Fazer pedido	Receber o produto pedido	1
Cliente	Obter status do pedido	Prever o prazo de chegada do pedido	2
Gerente	Obter lista de pedidos diária	Saber a produção diária	1

Tabela 4. Lista de objetivos e interesses

## V.2 Perspectivas dos Usuários

Quando estamos fazendo a análise de um sistema, por meio de entrevistas ou reuniões, interagimos com pessoas com visões e descrições diferentes do que é o sistema. Um cuidado importante que devemos ter é quanto à posição da descrição que está sendo feita em relação ao sistema.

Nossa metodologia está interessada em eventos que partem do ambiente, de fora, para dentro do sistema. Assim, devemos descrever cada evento com essa perspectiva. Nossos clientes, porém, não têm sua perspectiva limitada pelo nosso modelo, afinal eles conhecem seu negócio e não precisam de um método como o nosso, onde as limitações têm como objetivo clarificar a compreensão do sistema pelo analista.

Assim, muitas vezes um entrevistado descreve o sistema como se fosse uma entidade mágica, outros descrevem o sistema como se fizessem parte dele, outros descrevem apenas as saídas do sistema, etc.

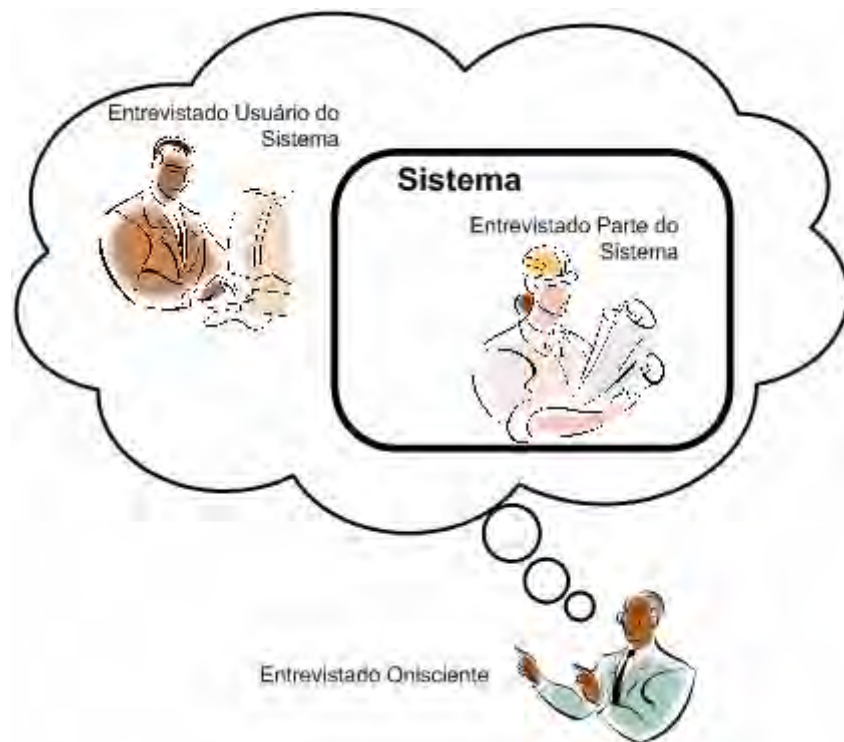
Devemos estar preparados para isso e garantir uma modelagem condizente com o modelo essencial que atenda todos os pedidos do usuário. Devemos também fazer, sutilmente, o usuário compreender a nossa forma, essencial, de descrever os eventos. Muitos usuários entendem facilmente o conceito de eventos quando traduzidos para português mais simples, como “entrada de dados” e “entrada de comandos”.

As perspectivas básicas que encontramos em entrevistas e reuniões são as seguintes:

- **Entrevistado onisciente:** descreve o sistema como “o sistema”, indicando coisas que ele “deve fazer”. Vê tanto o sistema como os seus usuários de uma perspectiva externa, aparentemente conhecendo os mecanismos tanto por dentro quanto por fora. Normalmente é a posição da alta gerência e de quem contratou o sistema. É comum que não conheça os procedimentos internos do sistema como acontecem realmente, mas apenas de forma geral ou como aconteciam no passado. Exige funcionalidade do sistema, principalmente para atender o nível gerencial.
- **Entrevistado usuário:** descreve o sistema como se o estivesse usando diretamente, muitas vezes já usando o sistema atual. Exige funções do sistema, principalmente para atender o seu nível de atuação (gerencial ou operacional). Pode apresentar alguma desconfiança, pois o novo sistema pode exigir novos conhecimentos. Conhece a entrada e a saída do sistema, mas não necessariamente os procedimentos internos.
- **Entrevistado parte do sistema:** descreve o sistema visto por dentro. Muitas vezes é quem vai ter o trabalho substituído, em todo ou em parte, pelo sistema, o que pode causar desconfiança e até mesmo franca hostilidade. Conhece os procedimentos na forma como são realizados e as exceções que podem acontecer.

Não podemos deixar de entender que alguns usuários fornecem uma perspectiva mista, principalmente quando envolvidos com diferentes partes do sistema.





**Figura 18. Os tipos de entrevistados em relação ao sistema**

Na prática do desenvolvimento de software, percebemos que na grande maioria dos casos o usuário tem dificuldade de expressar suas necessidades. Isso pode acontecer por vários motivos, como o desconhecimento, o foco nas técnicas de solução (que são responsabilidade do analista e não do usuário), a dificuldade de encontrar uma linguagem comum com o desenvolvedor e muitos outros.

O que devemos notar é que apesar do analista ter que atender aos usuários, não tem que atender exatamente ao que eles dizem, mas sim ao que realmente precisam. O trabalho de análise é um trabalho investigativo, realizado junto com os usuários. Discutiremos esse assunto um pouco mais ao falar da elicitación de requisitos.

### **V.3 O que é um Requisito**

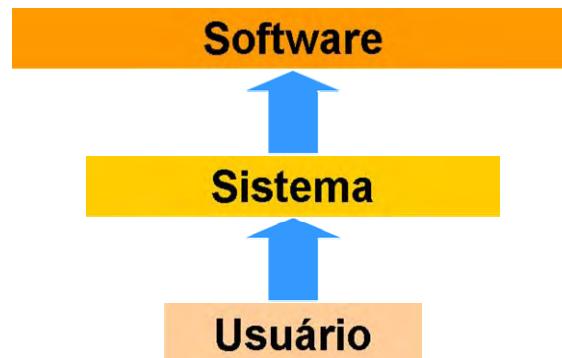
Segundo a norma IEEE Std 1220-1994, **um requisito é uma sentença identificando uma capacidade, uma característica física ou um fator de qualidade que limita um produto ou um processo.**

Qualquer que seja o sistema, existem várias formas de entendê-lo. Similarmente, existem vários tipos de requisitos, que são aplicáveis ou não, dependendo da visão necessária naquele instante.

- Um **requisito do usuário** é algum comportamento ou característica que o usuário deseja do software ou o sistema como um todo; o que o usuário quer. São escritos pelo próprio usuário ou levantados por um analista de sistemas que consulta o usuário.
- Um **requisito do sistema** é algum comportamento ou característica exigido do sistema como um todo, incluindo hardware e software. O comportamento desejado do sistema. São normalmente levantados por

engenheiros ou analistas de sistemas, refinando os requisitos dos usuários e os transformando em termos de engenharia.

- Um **requisito do software** é algum comportamento ou característica que é exigido do software. São normalmente levantados por analistas de sistemas. O objetivo da análise é capturar todos os requisitos para o software sendo desenvolvido e apenas aqueles requisitos verdadeiros.



**Figura 19. Requisitos formam uma pirâmide invertida, sendo que o nível inferior serve de base para a criação do nível superior, que contém sempre mais requisitos.**

Exemplos de requisitos são:

- O sistema deverá imprimir a nota fiscal de venda ao consumidor referente à venda sendo registrada.
- O sistema deverá permitir ao usuário calcular diferentes orçamentos para uma mesma proposta, baseados em formas diferentes de pagamento.
- O sistema deverá avisar que a rede está fora do ar em  $20 \pm 4$  segundos após a rede sair do ar.
- O sistema deverá permitir agendar uma consulta, reservando a data e o horário da sala e do profissional de acordo com as disponibilidades da clínica e o desejo do paciente.

### **V.3.1 Características de um Bom Requisito**

Um requisito deve ter as seguintes características [B8]:

- **Necessário**, significando que, se retirado, haverá uma deficiência no sistema, isto é, ele não atenderá plenamente as expectativas do usuário.
  - Em especial, não devem existir requisitos do tipo “seria interessante ter”. Ou o requisito é necessário ou é dispensável.
  - Deve ser levado em conta que cada requisito aumenta a complexidade e o custo do projeto, logo, não podem ser introduzidos de forma espúria.
- **Não-ambíguo**, possuindo uma e apenas uma interpretação. Nesse caso é muito importante prestar atenção na linguagem sendo utilizada.

- **Verificável**, não sendo vago ou geral e sendo quantificado de uma maneira que permita a verificação de uma das seguintes formas: inspeção, análise, demonstração ou teste.
- **Conciso**, de forma que cada requisito defina apenas um requisito que deve ser feito e apenas o que deve ser feito, de maneira clara e simples.
  - Um requisito, para ser conciso, não inclui explicações, motivações, definições ou descrições do seu uso.
  - Estes textos podem ser mantidos em outros documentos, apontados pelo requisito (de preferência sob o controle de um sistema de gestão de requisitos).
- **Alcançável**, ou seja, realizável a um custo definido por uma ou mais partes do sistema
- **Completo**, ou seja, não precisa ser explicado ou aumentado, garantindo capacidade suficiente do sistema.
- **Consistente**, não contradizendo ou mesmo duplicando outro requisito e utilizando os termos da mesma forma que outros requisitos,
- **Ordenável**, por estabilidade ou importância (ou ambos).
- **Aceito**, pelos usuários e desenvolvedores.

Além desses requisitos, quando um requisito for funcional, deverá ser também **Independente da Implementação**, ou seja, o requisito define o que deve ser feito, mas não como.

### V.3.2 Efeitos de Requisitos Errados

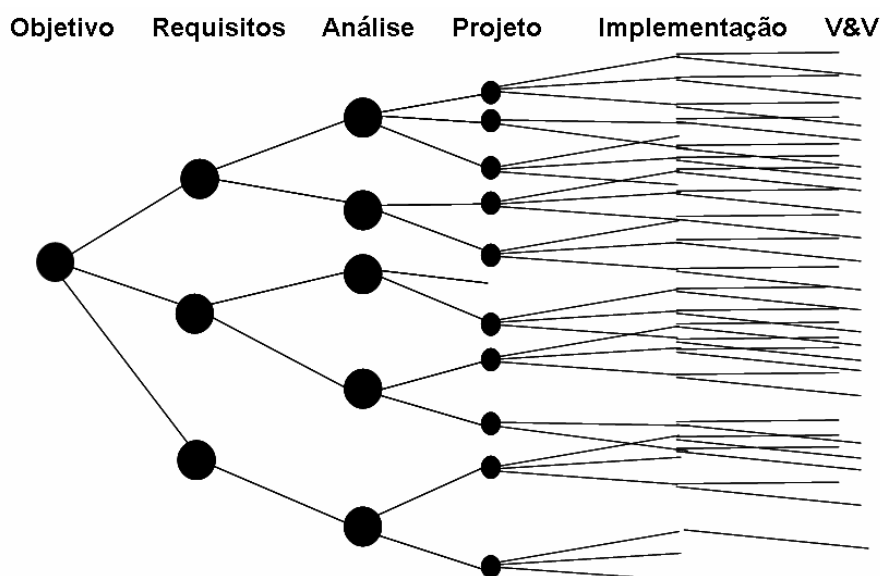
A importância de obter requisitos corretos pode ser compreendida rapidamente se imaginarmos que um requisito, quanto mais básico e importante ele é, mais partes do sistema vai afetar.

Basicamente, cada requisito do usuário vai gerar um ou mais requisitos do sistema, que vão, por sua vez, gerar outros requisitos mais detalhes. O efeito, com a evolução do projeto, é que cada requisito inicial representa não só um compromisso, mas um fator crítico em uma sequência de decisões que são tomadas ao longo do projeto.

Assim, os erros de requisito afetam drasticamente todo o projeto. Dados empíricos indicam que um problema nos requisitos, se detectado nas fases finais do projeto, pode custar 100 vezes mais para ser corrigido do que se for detectados na fase de elicitação de requisitos. Mesmo que essa detecção se faça mais cedo, em uma fase intermediária, esse custo ainda seria 10 vezes maior.

Um requisito que não caiba em uma das características de qualidade citadas será propenso a defeitos e aumentará o risco do projeto. Se não for necessário, gastaremos esforços em sua definição e implementação que seriam mais bem gastos tratando de outros requisitos. Além disso, cada requisito adicional aumenta o risco do projeto como um todo, ainda mais se a adição for dispensável. Se for ambíguo, corremos alto risco de implementá-lo errado, desagradando o cliente. Se não for verificável, não poderemos testar de maneira inequívoca se está corretamente atendido, possibilitando discussões sobre sua realização. Se não for conciso, estamos aumentando a complexidade do documento de especificação, permitindo

interpretações erradas. Se não for independente da implementação, corre o risco de estar erroneamente definido ou se tornar obsoleto, ou ainda errado, caso a tecnologia evolua. Se não for alcançável, o projeto não terá como terminar adequadamente. Se não for completo, faltará ao projeto alguma coisa que o usuário necessita. Se não for consistente, o projeto chegará a encruzilhadas ou talvez se torne impossível. Se não for ordenável, não saberemos em que momento realizá-lo, e, finalmente, se não for aceito tanto pelos usuários quanto pelos desenvolvedores, se tornará uma discussão permanente no projeto.



**Figura 20. O efeito de um requisito original vai se espalhando pelo projeto.**

### V.3.3 Requisitos Mudam com o Tempo

Também é importante perceber que os requisitos de um software mudam com o tempo. Essas mudanças ocorrem porque o ambiente em que o software reside também muda. Os países alteram suas leis, as organizações alteram suas práticas, a tecnologia evolui, os usuários exigem novas funcionalidades até então não imaginadas ou desnecessárias.

Caper Jones<sup>12</sup>, em 2005, afirmou que a taxa de mudanças de requisitos para um software comercial chega a 3,5% ao mês, e para um software para Web, chega a 4,0% ao mês. Considerando o tempo médio de execução desses e outros tipos projetos, ele chega a valores médios de 2,58% de mudanças ao mês, 14 meses em média de execução e 32,33% de mudança total nos requisitos. É importante notar, porém, que todas essas afirmações são baseadas em cálculos com Pontos de Função para manutenção, onde pequenas alterações podem causar grandes efeitos.

Esse fato tem efeitos em nossa prática. O primeiro é que devemos estar preparados para a mudança, pois ela vai acontecer. O segundo é que quanto maior o tempo de duração do projeto, maior a quantidade de mudanças de requisitos, o que aumenta ainda mais o risco, que já é afetado pelo projeto ser longo e provavelmente complexo.

<sup>12</sup> <http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk/2005/04/0504Jones.html>

Assim, não só é importante conhecer os requisitos, mas também conhecer qual a sua estabilidade. Requisitos pouco estáveis devem ser tratados de forma diferente dos requisitos mais estáveis<sup>13</sup>. Requisitos mais críticos devem ser tratados de forma diferente dos requisitos opcionais.

Tipo de Software	Taxa Mensal de Mudança de Requisitos
Sistemas de Informação	1.5%
Sistemas Militares	2.0%
Software Básico	2.0%
Sistemas Comerciais	3.5%

Tabela 5. Algumas taxas mensais de mudança de requisitos, segundo Caper Jones.

## V.4 Requisitos e Necessidades

Requisitos são originários de necessidades dos usuários e *stakeholders*. Enquanto os requisitos vivem no “mundo das soluções”, as necessidades vivem no “mundo dos problemas”. Os requisitos implementam as características observadas do sistema, que atendem as necessidades (Figura 21).

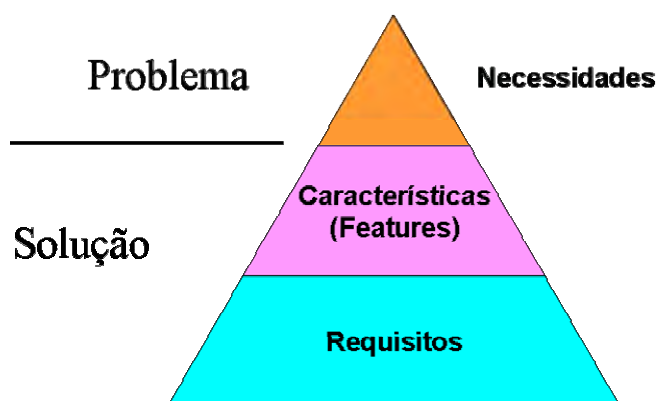
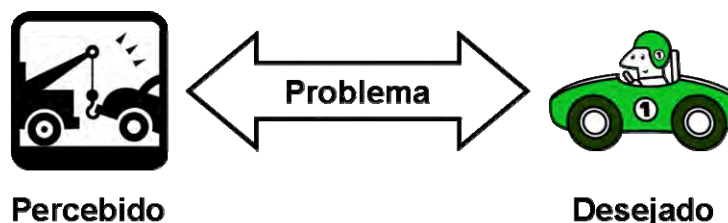


Figura 21. Enquanto as necessidades surgem no mundo dos problemas, características e requisitos definem a solução desejada.

Um problema é uma diferença entre uma situação percebida e uma situação desejada. Mais tarde vamos analisar vários tipos de problema. No momento, nos basta a noção que o problema incomoda o usuário (ou *stakeholder*) ao ponto dele considerar necessário investir alguma quantia de forma a evitar que o problema aconteça.

<sup>13</sup> Mesmo que muitas vezes requisitos supostamente estáveis mudem, mas não há como nos prepararmos de forma economicamente viável para essa alteração.

É comum ouvirmos o ditado “Em time que está ganhando, não se mexe”. Quando somos chamados para desenvolver um sistema, devemos imaginar imediatamente que, se alguém deseja mexer em sua organização, então é porque não está ganhando, pelo menos da maneira que supõe possível. Faz pouco sentido imaginar que alguém iria fazer um investimento de risco, e sempre há risco no desenvolvimento de software, sem que haja uma necessidade clara. No próximo capítulo veremos que um sistema precisa, além de um objetivo funcional, metas de negócio, que visam determinar como será a solução para problemas específicos.



**Figura 22. O problema é uma diferença entre uma situação percebida e uma desejada.**

Muitas vezes o analista se depara com a necessidade de, antes de definir requisitos, definir propriamente qual o problema a ser tratado. Para isso, deve fazer com que os clientes cheguem a um acordo sobre qual é o verdadeiro problema, ou o problema mais importante. Faz pouco sentido construir um sistema se o verdadeiro problema de negócios não for endereçado pela solução planejada.

Para analisar o problema, é necessário que os usuários:

- Concordem com a definição do problema
- Entendam as causas do problema
  - O problema por trás do problema pode ser mais importante, sendo que o problema visto inicialmente é apenas um sintoma
- Identifiquem todos os stakeholders e usuários
- Definam a fronteira do sistema de solução
- Identifiquem as restrições impostas à solução

Para estabelecer o problema, é interessante criar uma sentença apropriada, como a seguinte:

- O problema de <descrição do problema> , afeta <stakeholders afetados> e resulta em <impacto nos stakeholders>. A solução <indicar a solução> Trará os benefícios de <lista dos principais benefícios>.

Um sistema pequeno certamente produzirá a solução para uma pequena quantidade de problemas, um sistema grande certamente atingirá uma grande quantidade de problemas. O ponto em questão é que deve existir alguma não conformidade, seja ela atual ou futura, para valer a pena o investimento, e o risco, de tentar um sistema novo.

## V.5 Tipos de Requisitos

Vários autores dividem os requisitos de formas diferentes, porém quase todos concordam que existem dois tipos básicos de requisitos: os requisitos funcionais e os requisitos não funcionais.

### V.5.1 Requisitos Funcionais e de Informação

Um **requisito funcional** representa algo que o sistema deve fazer, ou seja, uma função esperada do sistema que agregue algum valor a seus usuários. Exemplos típicos incluem a emissão de relatórios e a realização e manutenção de cadastros.

Um requisito funcional normalmente é escrito de uma forma específica, indicando que o sistema deve fazer algo, como em:

- O Sistema deve emitir o histórico escolar.

Também é possível que um requisito funcional seja uma especificação mais detalhada, impondo limites ou exigências a outro requisito, com em:

- O CR será calculado a partir da média ponderada das notas em cada curso, sendo que o peso de cada nota será a quantidade de créditos acreditada ao curso.

Existem muitas formas de levantar os requisitos funcionais de um sistema. Como veremos mais tarde, **os eventos essenciais definem todos os requisitos funcionais do sistema**, dado que a função dele é responder a todos os eventos. Apesar de não ser fácil levantar corretamente os requisitos funcionais, a metodologia essencial fornece um arcabouço eficiente para essa tarefa, que é perfeitamente adequado para sistemas de informação.

**Requisitos de Informação** representam a informação que o cliente deseja obter do sistema. Requisitos de informação também são atendidos por eventos. Muitas vezes o cliente expressa requisitos de informação de forma funcional. Outras vezes o cliente está preocupado em conseguir uma informação, mas não sabe como fazê-lo na forma de um requisito funcional. Em todo caso, sempre nos preocuparemos em levantar todos os requisitos de informação, pois eles representam as respostas fundamentais do sistema.

### V.5.2 Requisitos não funcionais

**Requisitos não funcionais** falam da forma como os requisitos funcionais devem ser alcançados. Eles definem propriedades e restrições do sistema. Muitos requisitos não funcionais são também requisitos de qualidade, como exigências de desempenho e robustez. Outros são restrições ou exigências de uso de uma ou outra tecnologia.

Porém, muitas vezes não é só difícil descobrir quais são os requisitos não-funcionais, mas também produzir uma especificação do sistema que possa ser cumprida em custo razoável e prazo hábil de forma a atender os usuários. Um exemplo típico seriam dois requisitos não funcionais que, genericamente, são opostos: velocidade e transportabilidade. Ora, para fazer um software muito veloz você precisa adaptá-lo especificamente para o ambiente onde ele está funcionando. Para fazer um software transportável, você precisa implementá-lo de forma a funcionar no maior número possível de ambientes. Normalmente esses dois requisitos se relacionam de forma inversa e para implementá-los simultaneamente é necessário um grande investimento de recursos.

Existem muitas formas de se dividir os requisitos não funcionais, a figura a seguir apresenta uma dessas formas, apenas para deixar clara a quantidade de fatores que podem envolver um requisito não funcional, mas sem considerá-la melhor ou pior que outras.

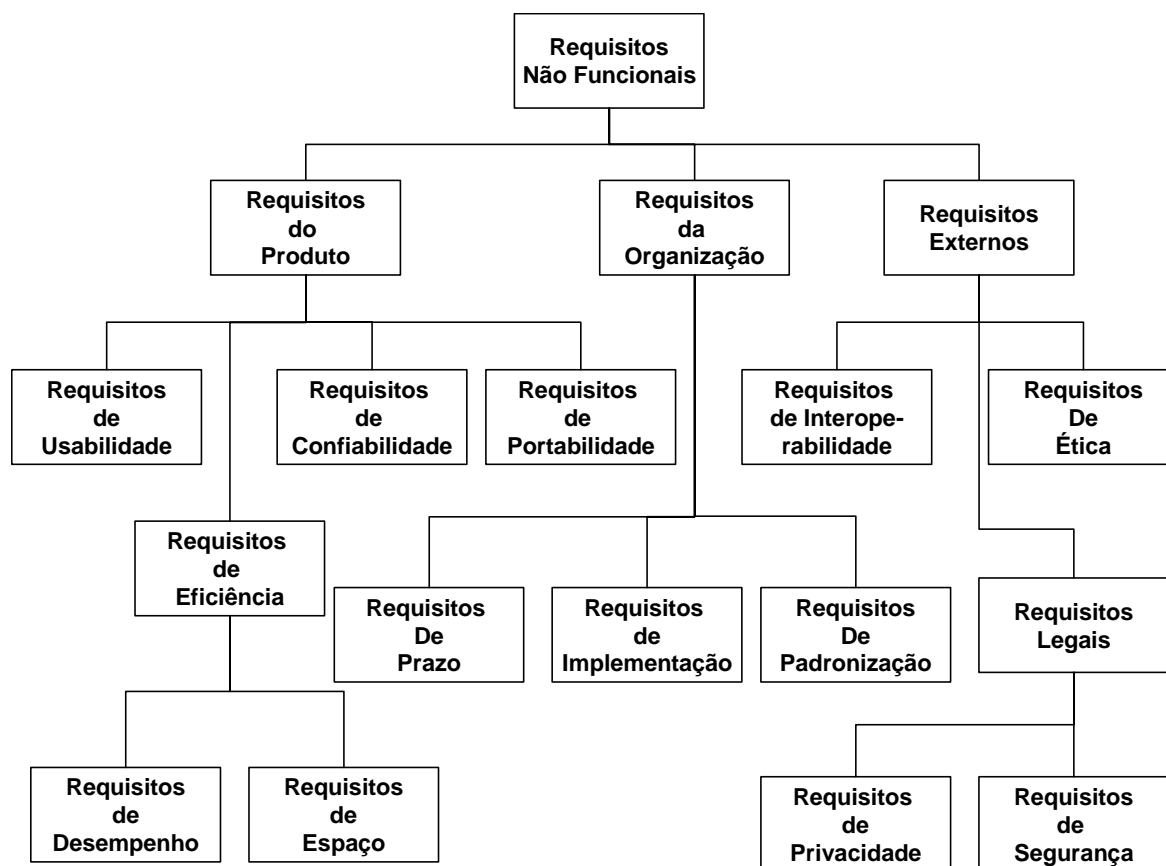


Figura 23. Tipos de requisitos funcionais, adaptado de <http://dme.uma.pt/jcardoso/Teaching/EMR/Lectures/11> (8/ago/2003) e Ian Sommerville, Software Engineering.

Esse texto tem como foco requisitos funcionais e requisitos de informação. Ainda não existe uma forma plenamente aceita de tratar requisitos não funcionais, mas o leitor interessado poderá encontrar diferentes métodos, a maioria incipiente, na literatura de Engenharia de Software.

Alguns requisitos não funcionais, quando negados, geram um “anti-requisito” que nunca seria pedido por um cliente. Por exemplo, um requisito não funcional comum é que o software seja “confiável”. Ninguém pediria para ser construído um software “não confiável”, porém diferentes clientes estão interessados em diferentes níveis de confiabilidade e diferentes formas de certificar esse nível. Deve ser levado em conta que quanto mais esforço é colocado para se alcançar um requisito, maior é o custo agregado ao projeto e isso servirá como referência para o cliente escolher o grau de confiabilidade que deseja. Por isso um requisito deve ser **verificável**. O requisito “robusto”, por exemplo, pode ser medido por meio do MTBF<sup>14</sup> do sistema.

<sup>14</sup> Tempo médio entre falhas, do inglês *Medium Time Between Failures*.



### V.5.3 Outros tipos de Requisitos

James e Susan Robertson [B9] identificam mais três tipos de requisitos: restrições de projeto, temas de projeto e impulsionadores de projeto.

- As **restrições de projeto** são os limites impostos ao sistema para que funcione no seu ambiente operacional. Estas restrições tanto podem ser técnicas, envolvendo necessidades ou disponibilidades de fatores como hardware, software, rede e interoperabilidade com outros sistemas, quanto podem ser ligadas ao negócio. Restrições podem ser vistas como requisitos não funcionais de certa forma especiais, pois são limitantes.
- Os **impulsionadores de projeto** são as forças do negócio que fazem o projeto acontecer. Podem ser considerados requisitos na medida em que são os geradores originais dos requisitos funcionais e não funcionais. Tanto o objetivo inicial do sistema como todos os nele interessados (*stakeholders*) são impulsionadores.
- **Fatores Críticos de Sucesso** servem para completar o quadro geral de todos os fatores que influenciarão o sucesso ou o fracasso do projeto.

## V.6 Descrevendo Requisitos

Normalmente as especificações de requisitos são escritas em linguagem natural (inglês ou português, por exemplo). O problema é que a forma como falamos e normalmente escrevemos é bastante ambígua. Isso exige que adotemos algumas técnicas básicas, principalmente um formato padronizado, um estilo de linguagem e uma organização que facilite a manipulação do conjunto de requisitos.

Algumas dicas para escrever requisitos são [B10]:

- Use sentenças e parágrafos curtos.
- Use a voz ativa.
- Use verbos no futuro<sup>15</sup>.
- Use os termos de forma consistente e mantenha um glossário.
- Para cada requisito, avalie se a partir de sua definição é possível determinar se ele está pronto ou não.
- Garanta que todos os requisitos são verificáveis imaginando (e possivelmente documentando) uma forma de fazê-lo.
- Verifique requisitos agregados (termos como “e” e “ou” são uma boa indicação) e divida-os.
- Mantenha um nível de detalhe único em todos os requisitos.

### V.6.1 Exemplos de Requisitos

A seguir listamos alguns exemplos de requisitos bem descritos, seguindo o estilo de exemplos originais de Karl Wiegers<sup>16</sup>:

---

<sup>15</sup> Alguns autores sugerem que o verbo esteja no presente. Na verdade, isso pode causar alguma confusão no leitor de um sistema a ser feito, pois a leitura dará a idéia que o sistema já faz. Além disso, pode haver a confusão entre o sistema a ser feito com o sistema a ser substituído.

- O sistema deverá permitir que um paciente marque uma consulta.
- O sistema deverá confirmar que a consulta foi aceita pelo paciente.
- O sistema deverá permitir que um condômino solicite a segunda via de sua conta condominial.
- O sistema deverá permitir um aviso ao condômino que não pagar sua no prazo correto.
- O sistema deverá permitir que um fornecedor cadastre um produto no catálogo.
- O sistema deverá informar ao sistema de estoques que um produto foi vendido.

Todas as sentenças acima usam, na verdade, uma expressão do tipo “deverá”, tradução do inglês “shall”, que é uma forma tradicional do americano definir uma ordem.

Talvez as seguintes descrições sejam mais adequadas a nossa língua:

- O sistema permitirá que um paciente marque uma consulta.
- O sistema confirmará ao paciente que a consulta foi marcada.
- O sistema permitirá que um condômino solicite a segunda via de sua conta condominial.
- O sistema permitirá um aviso ao condômino que não pagar sua no prazo correto.
- O sistema permitirá que um fornecedor cadastre um produto no catálogo.
- O sistema informará ao sistema de estoques que um produto foi vendido.

Também devemos notar que as entradas do usuário são descritas como “deverá permitir”. Alguns autores, como o próprio Wiegers, admitem que uma especificação de requisito exija algo do usuário, como em:

- O paciente deverá especificar qual a especialidade médica que deseja.

Essa abordagem não é adequada, pois está fazendo uma exigência ao usuário e não ao sistema. Uma abordagem mais apropriada seria:

- O sistema exigirá que o usuário especifique a especialidade médica que deseja.

Desta forma deixamos claro que:

1. O requisito é do sistema
2. Cabe ao sistema exigir do usuário a resposta
3. Não cabe ao usuário saber o que fazer, mas sim ao sistema saber o que o usuário tem que fazer.

---

<sup>16</sup> Software Requirements Specification for Cafeteria Ordering System, Release 1.0

4. A especificação de requisitos do software não requer nada ao usuário.

Em conclusão, uma **especificação de requisitos só deve exigir funcionalidade do sistema sendo definido.**

Entendemos que muitas vezes um sistema faz exigências ao ambiente. Essas exigências podem algo como “o usuário deve falar inglês” ou “o computador deve ser do compatível com chips XYZ/2001”. Todas as exigências que o sistema faz devem ser documentadas. Uma localização específica do documento para isso é a seção de suposições ou dependências, mas demandas que o sistema faz não podem ser vistas **realmente** como um requisito do sistema, apesar de possivelmente definir características do sistema.

### V.6.2 Documentando os requisitos

Requisitos de projeto podem ser descritos de várias formas. O método *Volere* propõe as seguintes informações [B11]:

- **Número identificador,**
  - para facilitar a discussão, identificamos todos os requisitos unicamente.
- **Tipo**
  - Classificando-o como funcional, não funcional,...
- **Evento que o atende**
- **Descrição**
  - Sentença que descreve o evento
- **Justificativa**
- **Fonte do requisito**
  - A pessoa ou o grupo que o originou
- **Critério de aceitação**
  - Uma medida que possa ser usada para garantir que o requisito foi alcançado.
- **Satisfação do usuário**
  - Um grau, de 1 (nenhum interesse) a 5 (extremamente satisfeito), por exemplo, indicando a satisfação do cliente se esse requisito for alcançado.
- **Insatisfação do usuário**
  - Um grau, de 1 (nenhum interesse) a 5 (extremamente insatisfeito), por exemplo, indicando a satisfação do cliente se esse requisito não for alcançado.
- **Dependências**
  - Referências a outros requisitos que dependem de alguma forma desse requisito
- **Conflitos**

- Referência aos requisitos que de alguma forma conflitam com esse

- **Material de apoio**
- **Listagem de material de apoio para atender esse requisito**
- **Histórico**
- **Documentação da criação e das mudanças efetuadas**

O método *Volere* ainda propõe que os requisitos sejam levantados em cartões padronizados. O uso de cartões facilita a discussão, auxiliar a documentação, cria um foco (se discute apenas o que está no cartão sendo tratado) em entrevistas e reuniões, e permite a ordenação manual. Maiores detalhes sobre o método podem ser encontrados na página Web da Atlantyc Systems Guild<sup>17</sup>.



**Figura 24. Algumas necessidades relativas à satisfação ou insatisfação do usuário quanto à implementação ou não do requisito.**

### V.6.3 Dependência de Requisitos

É importante notar que os requisitos não são independentes uns dos outros. Muitos requisitos só podem ser implementados se outros requisitos forem implementados antes. Por exemplo, é impossível fazer um relatório de vendas sem que se cadastrem as vendas previamente no sistema. Uma das atividades mais importantes da gerência de requisitos é manter esse relacionamento de dependência, que influenciará em todo desenvolvimento e Processo do sistema.

Para isso existem algumas soluções possíveis. Uma delas é manter uma tabela de dependência de requisitos, outra manter um banco de dados de requisitos que inclua relações de dependência. Existem alguns produtos no mercado especializados na gerência de requisitos.

<sup>17</sup> <http://www.volere.co.uk/template.htm>

## **V.6.4 Priorizando Requisitos**

Existe uma tendência grande de o sistema crescer muito durante a análise. Principalmente se entrevistamos um grande número de pessoas, existe uma facilidade natural das pessoas para propor novas funcionalidades para um sistema que ainda não existe, por imaginarem alguma utilidade nessas funções propostas.

Assim, muitas vezes nos vemos envolvidos com uma quantidade de requisitos tão grande que é óbvio que o sistema a ser feito não poderá ser entregue no prazo ou pelo custo combinado, ou que se pensava em combinar.

Nesse caso, algumas técnicas podem ser utilizadas para caracterizar o que deve ser realmente feito ou, pelo menos, em que ordem as coisas devem ser feitas.

A primeira técnica disponível é associar a cada requisito do sistema uma importância. Uma escala de três ou cinco valores é adequada para isso, como em: “Imprescindível para o sucesso do sistema”, “Funcionalidade Importante, mas podemos esperar algum tempo”, “Ajudaria ter, mas é possível viver sem essa funcionalidade”, “Benefícios mínimos”, “Desnecessário”.

A segunda técnica disponível é planejar o sistema para ser entregue em várias versões, mesmo que nem todas as versões estejam incluídas nesse contrato, e pedir para o cliente determinar que funcionalidades devem aparecer em cada versão. Nesse caso pode ser interessante dar um peso ou custo para cada requisito, de modo que o cliente possa “controlar seus gastos”.

Uma terceira técnica disponível é dar uma moeda virtual para o cliente, por exemplo, 1000 dinheiros, e pedir para ele distribuir quanto pagaria por cada função, priorizando no desenvolvimento aquelas funções que o cliente decidir pagar mais.

Todas essas técnicas, porém, ficam dependentes de uma outra priorização importante dos requisitos: a priorização por dependência.

Devem ser levados em conta os vários fatores que influenciam nessa determinação de prioridades, entre eles os citados por [B13]:

- Diminuir o custo da implementação
- Valor para o comprador
- Tempo para implementar
- Facilidade técnica de implementar
- Facilidade do negócio para implementar
- Valor para o negócio
- Obrigação por alguma autoridade externa

## **V.6.5 Questionando os requisitos**

Em vários momentos do projeto, é importante tratar a lista de requisitos como uma lista a ser abertamente questionada. Para isso devemos analisar as características desejadas dos requisitos (Seção V.3.1 ) e verificar, para cada requisito, se elas são verdade. Além disso, devemos também analisar de que forma os requisitos respondem as perguntas 5W2H (Who, When, Where, What, Which, How, How much). Se o requisito passar por todos os questionamentos, temos um requisito muito bom. Se falhar em alguns, pode ser que não seja o momento ainda no projeto ou que a pergunta não seja pertinente, porém deve ser analisado cada caso.

Os maiores problemas sempre serão encontrados na ambigüidade dos requisitos. Qualquer ambigüidade é um risco, porém no início do projeto a ambigüidade é necessária, pois decisões importantes ainda não foram tomadas. Cabe ao analista saber “em que pé está” o projeto e qual o nível de detalhe adequado aos requisitos.

## V.7 A Especificação de Requisitos

Uma especificação de requisitos de sistema é um documento que reúne os requisitos definidos e aceitos por todos os interessados naquele sistema.

Os assuntos básicos que devem ser tratados em uma especificação de requisitos são, segundo um padrão IEEE são<sup>18</sup>:

- Funcionalidade, ou o que o software tem que fazer?
- Interfaces externas, com quem ou com que sistemas o software interage?
- Desempenho, qual a velocidade, disponibilidade, tempo de resposta das várias funções, etc.?
- Atributos (de qualidade), quais são as considerações de portabilidade, correção, manutenibilidade, segurança, etc.?
- Restrições de projeto impostas a implementação, como padrões a serem seguindo, políticas de integridade da base de dados, limites dos recursos disponíveis, ambiente de operação, etc.?

Segundo o mesmo padrão, um sumário adequado a uma especificação de requisitos seria:

### Sumário

#### 1. Introdução

##### 1.1 Objetivo

##### 1.2 Escopo

##### 1.3 Definições, acrônimos e abreviações

##### 1.4 Referencias

##### 1.5 Visão Geral

#### 2. Descrição Geral

##### 2.1 Perspectiva do Produto

###### 2.1.1 Interfaces do Sistema

###### 2.1.2 Interfaces do Usuário

###### 2.1.3 Interfaces de Hardware

###### 2.1.4 Interfaces de Software

###### 2.1.5 Interfaces de Comunicação

<sup>18</sup> IEEE, IEEE Std 830-1998 - IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications

2.1.6 Memória
2.1.7 Operações
2.7.8 Adaptações necessários no ambiente
2.2 Funções do Produto
2.3 Características do Usuário
2.4 Restrições
2.5 Suposições e Dependências
3. Requisitos Específicos
Apêndices
Índices

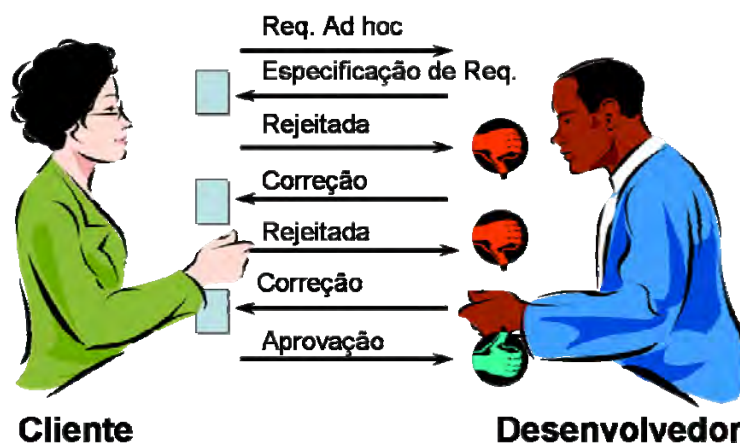
**Figura 25. Um roteiro para a especificação de requisitos segundo a IEEE<sup>19</sup>.**

Entre os apêndices, é interessante colocar o modelo de dados e quaisquer outros modelos que possam ser necessários.

## V.8 Métodos de Elicitação de Requisitos

A elicitação de requisitos é o levantamento, registro e validação [B14] das expectativas dos diversos interessados no sistema, seguido da consolidação e validação dessas expectativas em requisitos formais. Contemplar essas diferentes visões implica projetar interesses divergentes e conciliá-los.

Para levantar requisitos é necessária a interação entre aqueles que conhecem os requisitos ou a necessidades dos usuários e stakeholders e os desenvolvedores. É um processo iterativo de comunicação, onde, por aproximações sucessivas, o desenvolvedor constrói um modelo aceito pelos usuários.



**Figura 26 A elicitação de requisitos é um processo iterativo onde, por aproximações sucessivas, o desenvolvedor consegue a aprovação de uma especificação de requisitos.**

<sup>19</sup> idem

**Para exemplificar esse processo, podemos imaginar a seguinte história: uma criança e seu pai estão conversando em uma praça, a criança então pede a seu pai:**  
– Pai, pega aquela pedra.  
**E o pai entrega uma pedra, a primeira que vê, à criança**  
– Não pai, a pedra pequena.  
**E o pai troca a pedra por um bem menor.**  
– Não pai, a pedra redonda.  
**E o pai troca a pedra por uma quase esférica.**  
– Não pai, a pedra azul.  
**E o pai percebe então que a criança queria uma bola de gude azul que estava na areia.**  
**A criança fica feliz.**

**Figura 27 Conversação hipotética entre um pai que tenta descobrir o que o filho deseja, mesmo que o filho não saiba definir corretamente. Esse é o verdadeiro desafio do analista.**

O mesmo acontece na investigação que um analista tem que fazer com o cliente em busca do requisito. Inicialmente o cliente será ambíguo, generalista e paulatinamente, com a ajuda do analista, deverá chegar a uma especificação precisa do que deseja.

Uma receita geral para o levantamento de requisitos pode ser dada em 5 passos:

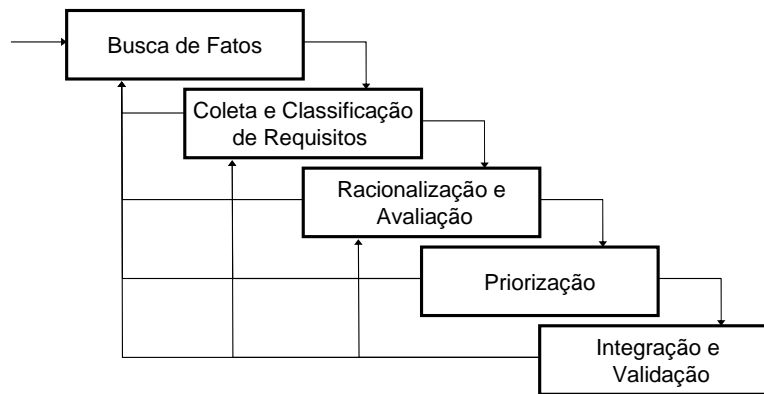
1. Identificar quem fornecerá os requisitos
2. Levantar lista de desejos para estas pessoas
3. Refinar cada lista de desejos até que seja auto-consistente
4. Integrar as listas de desejos de forma que sejam consistentes
5. Determinar os requisitos não funcionais.

Apesar de tudo, não é uma tarefa fácil levantar os requisitos. Muitos problemas podem acontecer. É comum que *stakeholders* não saibam exatamente o que querem ou não saibam articular propriamente suas idéias, especialmente quando o desenvolvedor não possui o linguajar típico da área de aplicação (jargão). Muitas vezes, também, os desenvolvedores pensam entender melhor do problema que seus clientes, propondo supostas “melhorias” que afetam custo e aumento o risco dos sistemas propostos.

### **V.8.1 Processo de eliciação de requisitos**

A eliciação de requisitos pode ser modelada em um processo como o proposto por Christel e Kang, apresentado nas figuras a seguir.





**Figura 28. O processo de elicitação de requisitos, adaptado de Christel e Lang [B14].**

Tarefas da Elicitação de Requisitos		
Atividade	Tarefas orientadas ao usuário	Tarefas orientadas ao desenvolvedor
<b>Busca de Fatos</b>	Identificar grupos relevantes através de múltiplos níveis da organização. Determinar os contextos operacional e do problema, incluindo a definição dos modos operacionais, objetivos e cenários de missão como apropriados. Identificar sistemas similares. Realizar análise de contexto.	Identificar especialistas do domínio da aplicação e de desenvolvimento. Identificar modelo de domínio e modelo de arquitetura. Conduzir pesquisas tecnológicas, para mais tarde fazer estudo de viabilidade e análise de risco. Identificar custos e restrições à implementação impostas pelo patrocinador.
<b>Coleta e Classificação dos Requisitos</b>	Levantar a lista de desejos de cada grupo.	Classificar a lista de acordo com funcionais, não funcionais, restrições de ambiente, restrições de projeto e ainda de acordo com as partições definidas pelo modelo de domínio e pelo paradigma de desenvolvimento.
<b>Racionalização e Avaliação</b>	Responder questões da forma "Por que você precisa de X?", a partir de raciocínio abstrato. Isso auxilia a transformar o raciocínio das questões sobre "como?" para as questões sobre "o quê?".	Realizar uma análise de riscos, investigando técnicas, custos, prazos e incluindo análise de custos e benefícios e viabilidade baseado na disponibilidade da tecnologia.
<b>Priorização</b>	Determinar funcionalidades críticas para a missão.	Priorizar requisitos baseados em custo e dependência. Estudar como o sistema pode ser implementado de forma incremental, investigando modelos arquiteturais apropriados.
<b>Integração e Validação</b>	Resolver a maior quantidade possível de pontos em aberto. Validar que os requisitos estão concordando com os objetivos iniciais. Obter autorização e verificação para passar ao próximo passo de desenvolvimento (e.g. a demonstração e a validação).	Resolver conflitos e verificar consistência.

**Tabela 6. Tarefas do processo de elicitação de requisitos, adaptado de Christel e Kang [B14].**

## **V.9 Métodos Simples de Elicitação de Requisitos**

Existem muitas técnicas avançadas de elicitação de requisitos que não cabem no contexto desse livro. Aqui trataremos de duas técnicas básicas que coleta de informações: a entrevista e reuniões de JAD.

### **V.9.1 A entrevista**

Entre as técnicas mais importantes de elicitação de requisitos está a entrevista. Ela está constantemente presente dentro de outras técnicas porque, quase sempre, a Elicitação de Requisitos – em algum ponto - exige comunicação direta com os usuários e outros interessados e a forma básica de comunicação, seja de que forma esteja disfarçada, é a entrevista.

A entrevista procura explicitar o pensamento do entrevistado a respeito das suas relações com seu universo em determinada instância, tanto como indivíduo quanto como profissional, revelando o conhecimento do entrevistado sobre as pessoas, objetos, fatos e procedimentos com os quais interage.

Os objetivos são os mais diversos, por exemplo: estabelecer expectativas do consumidor, verificar níveis de satisfação e necessidades atuais e futuras; estudar tendências na satisfação do cliente ao longo do tempo ou avaliar programas em andamento.

O primeiro passo de uma entrevista é determinar, entre outros aspectos: seus propósitos ou objetivos; a informação necessária, e de quem obter, para alcançar esses objetivos e os recursos disponíveis para implementar e manter o processo de pesquisa. Outros fatores merecem destaque: precisão na determinação da amostra; abrangência e relevância do conteúdo da pesquisa e, essencial, a validação. Os resultados da entrevista são sumariados em um relatório interpretativo que inclui relato sobre os achados e as recomendações mais importantes. A análise pode ser qualitativa ou quantitativa. Normalmente, as entrevistas abertas estão no primeiro caso, enquanto que os questionários são analisados quantitativamente.

A responsabilidade do entrevistador também é grande. Normalmente, além das entrevistas, é ele quem integra as diferentes interpretações, objetivos, metas, estilos de comunicação, e o uso de terminologia. Há também outras tarefas complexas como decidir a oportunidade ou não de incluir certo tipo de informação no conjunto inicial de requisitos. Finalmente, entrevistar e integrar toma tempo. Como os requisitos são voláteis, quanto mais longo o processo mais facilmente os requisitos deixam de atender as necessidades e expectativas dos interessados. Todos esses encargos recomendam que o analista conheça tanto as técnicas de desenvolvimento quanto o domínio no qual se insere.

Existem vários tipos de entrevistas. Durante o processo de análise, elas normalmente seguem o seguinte processo:

1. Introdução inicial
2. Familiarização com o ambiente
3. Busca de fatos
4. Verificação de informações conseguidas de outras formas
5. Confirmação de informações conseguidas com os candidatos

6. Acompanhamento, amplificação ou clarificação de entrevistas anteriores.
7. Outra grande variável da entrevista é o seu objetivo, entre outros:
8. Levantar informações sobre a organização
9. Levantar informações sobre uma função de negócio
10. Levantar informações sobre um processo ou atividade
11. Descobrir problemas
12. Verificar fatos previamente levantados
13. Fornecer informação
14. Obter dicas para entrevistas futuras

Há várias formas de entrevista, entre elas: entrevista por questionário; entrevista aberta; entrevista estruturada.

#### **V.9.1.1 Entrevista por Questionário**

O questionário é muito usado como técnica de entrevista, principalmente em pesquisas de mercado e opinião. Exige preparação elaborada. Alguns aspectos particulares do processo merecem destaque: emprego de vocabulário adequado para o público entrevistado; inclusão de todos os conteúdos relevantes e de todas as possibilidades de respostas; cuidado com os itens redundantes ou ambíguos, contendo mais de uma idéia ou não relacionados com o propósito da pesquisa; redação clara; execução de testes de validade e confiabilidade da pesquisa.

Há uma tensão não resolvida entre o uso do questionário como um evento interativo ou como instrumento neutro de medida. Por um lado, como entrevista, é visto como uma interação. Por outro lado, no interesse de torná-lo um instrumento, muitos recursos da interação existentes na conversação não são permitidos, suprimindo recursos de medida de incertezas de relevância e interpretação.

Dificuldade importante é o fato das palavras possuírem significados diferentes para pessoas diferentes em diferentes contextos. Em interações normais essas questões de interpretação são negociadas entre os participantes, mas em entrevistas com questionários o treinamento e o método utilizados proíbem essa negociação. Além disso, há necessidade do uso de técnicas específicas – nem sempre do conhecimento dos projetistas - para a construção e aplicação de questionários. A menor ambigüidade é uma das principais vantagens da entrevista via questionário.

Para gerar bons itens de questionário, devemos:

- Evitar palavras ambíguas ou vagas que tenham significados diferentes para pessoas diferentes;
- Redigir itens específicos, claros e concisos e descartar palavras supérfluas;
- Incluir apenas uma idéia por item;
- Evitar itens com categorias de respostas desbalanceadas;
- Evitar itens com dupla negação;
- Evitar palavras especializadas, jargões, abreviaturas e anacronismos;

- Redigir itens relevantes para a sua pesquisa;
- Evitar itens demográficos que identifiquem os entrevistados

#### **V.9.1.2 Entrevista Aberta**

Esse tipo de entrevista evita muitos dos problemas dos questionários, porém também cria outros. O entrevistador formula uma questão e permite que o entrevistado responda como quiser. O entrevistador pode pedir mais detalhes, mas não determina os termos da entrevista. Permanecem, entretanto, as questões: as perguntas podem ser respondidas? A resposta faz parte do repertório normal do discurso do entrevistado? Há muitas coisas que as pessoas sabem fazer, mas tem dificuldade de descrever, como há também o conhecimento tácito, que é de difícil elicitación.

Os benefícios das entrevistas abertas são: a ausência de restrições, a possibilidade de trabalhar uma visão ampla e geral de áreas específicas e a expressão livre do entrevistado.

Há desvantagens também. A tarefa de entrevistar é difícil e desgastante. O entrevistador e o entrevistado precisam reconhecer a necessidade de mútua colaboração ou o resultado não será o desejado. Há falta de procedimentos padronizados para estruturar as informações recebidas durante as entrevistas. A análise da informação obtida não é trivial. É difícil ouvir e registrar simultaneamente; principalmente, porque há fatos que só tomam importância depois de outros fatos serem conhecidos, e aí ele já não foi registrado. Daí a importância da gravação e da respectiva transcrição; fica mais fácil selecionar e registrar o que é relevante e validar com o entrevistado.

São exigências para o relacionamento entre os participantes de uma entrevista: respeito ao conhecimento e habilidade do especialista; percepção de expressões não verbais; sensibilidade às diferenças culturais; cordialidade e cooperação.

#### **V.9.1.3 Entrevista Estruturada**

A entrevista estruturada extrai informações sobre perguntas específicas. Nesse tipo de entrevista, é importante entrevistar a pessoa certa. É uma boa técnica para ser usada após uma pesquisa com questionário, quando é possível selecionar, entre as respostas, as partes interessadas com maior potencial de geração de outras informações. Suas vantagens são: Respostas diretas, com menos ambigüidade, informação detalhada. Sua desvantagem básica é que as questões relevantes precisam ser identificadas com antecedência.

#### **V.9.1.4 O processo da entrevista**

O processo de entrevista não se resume ao ato específico da entrevista. Na verdade ele começa muito antes e acaba muito depois. O processo normal da entrevista inclui:

1. Determinação da necessidade da entrevista
2. Especificação do objetivo da entrevista
3. Seleção do entrevistado
4. Marcação da entrevista
5. Preparação das questões ou do roteiro
6. A entrevista propriamente dita

7. Documentação da entrevista, incluindo os fatos e a informação conseguida durante a entrevista.
8. Revisão da transcrição da entrevista com o entrevistado
9. Correção da transcrição
10. Aceitação por parte do entrevistado
11. Arquivamento

#### **v.9.1.5 Preparando a entrevista**

A preparação é uma necessidade básica da entrevista. Não só precisamos preparar a entrevista propriamente dita, mas também preparar a nós mesmos, como entrevistadores, e ao entrevistado.

Uma entrevista deve ter um **objetivo**. As perguntas ou o roteiro devem ser coerentes. Para isso é importante a determinação desse objetivo,. O entrevistado deve ter noção clara da finalidade da entrevista e perceber sua utilidade. Isso se faz por meio de palestras, textos de divulgação e, principalmente, se explicando ao entrevistado, no início da entrevista, seu objetivo e importância.

Muitas vezes esse objetivo não é específico, principalmente na fase inicial do projeto. Mas deve ser claro, isso é, quando expressado deve permitir que entrevistador e entrevistado compreendam o motivo da entrevista. Assim, no início do projeto os objetivos podem ser: “Conhecer o ambiente de trabalho”, “Levantar expectativas iniciais dos usuários”. Já com o passar do tempo do projeto o objetivo se torna mais detalhado, como em: “Levantar os documentos utilizados no processo de compra” ou “Avaliar as telas relativas ao cadastro de bens”.

A escolha do entrevistado é o segundo aspecto importante. Devem ser escolhidas as pessoas que permitam obter no final das entrevistas uma visão clara e o mais completa possível do problema, das diversas formas de analisá-lo e solucioná-lo. Nunca se deve tratar um problema a partir de um único nível funcional, nem de uma única visão organizacional, pois estaríamos correndo o sério risco de obter uma visão distorcida. Devemos lembrar que o sistema afetará todos os níveis funcionais e departamentos da instituição.

Dependendo do tipo de entrevista, será necessário um roteiro ou um questionário. No início da análise os roteiros levam a execução de entrevistas abertas, no final geralmente temos entrevistas por questionários. Entrevistas estruturadas são preparadas principalmente para esclarecimento de processos e atividades.

Todos os roteiros e questionários devem seguir um modelo padrão, incluindo a apresentação e a conclusão da entrevista. Quanto maior o número de entrevistadores, maior a importância de seguir um padrão.

Outros aspectos fundamentais a serem preparados são:

- A linguagem
- A coerência das perguntas
- A programação dos horários

É importante estar preparado para a linguagem a ser usada na entrevista. Nisso influenciam vários fatores, como nível cultural do entrevistado, terminologia do trabalho, jargão da área, etc. Devemos evitar ao máximo usar os nossos termos

técnicos e aproveitar ao máximo a oportunidade de aprender os termos técnicos do entrevistado. Se necessário, ler um pequeno texto esclarecedor sobre a área e, sempre, ler o glossário do projeto. O entrevistador deve sempre esclarecer com o entrevistado todas as dúvidas quanto ao vocabulário utilizado no ambiente onde o sistema será implantado.

Marque a entrevista com antecedência, com confirmação de data, hora, duração e local por todas as partes. As seguintes regras devem ser observadas quanto ao horário;

- As entrevistas devem ter 30, 60 ou 90 minutos e, no máximo, duas horas.
- As entrevistas iniciais podem ser mais longas, enquanto as entrevistas finais devem ser mais rápidas.
- Evite horários perto da hora do almoço ou no final de expediente, ou em uma tarde de sexta-feira ou véspera de feriado.
- Obtenha o telefone do entrevistado, para poder avisá-lo de sua ausência em caso de urgência.
- Chegue sempre 10 minutos adiantado e esteja preparado para esperar e para ter que encerrar a entrevista mais cedo, principalmente com a alta gerência.
- Se possível, caso a entrevista seja mais curta que o combinado, marque imediatamente a sua continuação.
- Quanto ao material necessário para uma entrevista, além do roteiro:
- Prepare e teste o equipamento, principalmente um gravador. Atualmente existem bons gravadores digitais a preços razoáveis no mercado.
- Tenha pelo menos 2 horas de gravação e um jogo de pilhas extras.
- Tenha um caderno de anotações (é melhor que um bloco) reservado para o projeto. Canetas de várias cores, lápis, borrachas.

### **V.9.2 Realizando a entrevista**

O objetivo normal de uma entrevista é conseguir informações do entrevistado, para isso devemos fazer não só que o usuário fale, mas também que ele pense. É importante para o entrevistador não assumir nada e não fazer pré-julgamentos, caso contrário correrá o risco de fazer uma entrevista “viciada”.

O entrevistador deve manter o controle o assunto da entrevista. Não deixe o entrevistador mudar de assunto ou tergiversar, mantendo suas perguntas direcionadas para o objetivo da entrevista.

As duas principais armas do entrevistador são a pergunta e o silêncio. Para perguntar devemos ter consciência do tipo de pergunta que escolhemos. Se quisermos que o usuário explique algo, então devemos utilizar uma pergunta aberta. Isso é muito comum em entrevistas abertas no início da análise.

O importante é fazer o usuário pensar, para isso, o entrevistador deve evitar perguntas que contenham a própria resposta ou as que podem ser respondidas apenas com um sim ou não. As perguntas fechadas devem ser utilizadas para tirar dúvidas do

entrevistador. Use questões começando com “quem”, “qual”, “quando”, “onde”, “porque” e “como” sempre que possível. Tente completar o ciclo (quem – qual – quando – onde – porque – como) para todos os assuntos.

Em dúvida, pergunta novamente de outra forma. O entrevistador deve pedir que processos complicados sejam explicados mais de uma vez, preferencialmente sob perspectivas diferentes. Desenhá-los em quadros brancos ou em papel pode ser uma boa solução para eliminar qualquer dúvida.

É importante estabelecer exemplos concretos para o que está sendo descrito pelo usuário. Também, em caso de uma dúvida, é melhor descrever um exemplo concreto (o que aconteceria se ...) do que uma dúvida abstrata. O entrevistador deve estar consciente que é muito difícil encontrar um entrevistado capaz de raciocinar plenamente de forma abstrata sobre um problema. Mesmo nesse caso, normalmente a forma abstrata se resume ao “caso perfeito”, sendo que as exceções são melhores explicadas com exemplos.

Não tenha pressa, não responda pelo entrevistado. Não se preocupe com a demora para responder ou o silêncio. O silêncio, inclusive, é uma boa tática para fazer o entrevistado continuar falando. Deixe o entrevistado pensar, olhe para ele curiosamente.

Antes de mudar de assunto, verifique sua compreensão, explicando de forma resumida o que acabou de ouvir. Isso permite ao entrevistado pensar e dar uma clarificação se necessário

Esteja atento para a ausência de críticas por parte do candidato. Isso pode ser causado pela falta de confiança do entrevistado em você ou porque o problema é constrangedor demais para ser tratado. O analista deve constatar esse fato no processo de análise, mas não durante a entrevista.

As interrupções causadas por fatores externos (telefone, pessoas que entram e que saem, etc.) podem ser importantes em um processo de entrevistas. Se uma entrevista for prejudicada por muitas interrupções, isso deve ficar no relatório da entrevista.

No relatório, também devemos separar o que é fato do que é opinião.

#### **V.9.2.1 O Comportamento do Entrevistador**

Esteja atento ao próprio comportamento. Lembre-se que não importa sua intenção ao fazer ou deixar de fazer algo, mas a interpretação que o entrevistado dará ou que fizer ou não fizer.

No passado era comum que consultores sempre se vestissem de terno, até mesmo apenas ternos escuros. A maioria das empresas hoje utiliza um código de vestimenta mais informal. A regra mais atual é que o entrevistador ou consultor tome cuidado para não provocar um grande desnível entre a sua roupa e a roupa do entrevistado ou cliente, se adaptando as normas de vestimenta do cliente (ou do mercado ao qual o cliente pertence).

Fisicamente, não faça movimentos desnecessários como bater o lápis na mesa, mexer as chaves no bolso, sacudir ou bater os pés, etc. Movimentos automáticos e cacoetes distraem o entrevistado e, além disso, são interpretados como falta de atenção. Não fume, mas também não evite que seu entrevistado fume. Não constranja

o entrevistado comentando sobre os males do fumo. Não peça bebidas ou alimentos, como café, mas pode aceitar o que for oferecido. Se necessário, pode pedir água<sup>20</sup>.

Estabeleça um horário para a entrevista e o cumpra rigidamente. Devido aos constantes problemas de trânsito da cidade, e a necessidade de se identificar para seguranças e secretárias, o entrevistador deve sempre planejar chegar ao local com uma folga de tempo, algo em torno de 15 minutos.

Mantenha o interesse. Tome notas, mas não seja obsessivo, principalmente não interrompa o candidato para manter suas notas atualizadas. Se autorizado, grave a entrevista e a reveja mais tarde se necessário. Escute ativamente sem interromper. O entrevistado é que deve falar a maior parte do tempo.

Utilize um tom educado e cortês. Não seja engraçado, sarcástico ou depreciativo. Não faça comentários pejorativos ou preconceituosos. Não faça comentários sobre política e religião, ou outro tema controverso. Seja cordial, mas sem deixar de ser profissional. Pergunte e responda com cortesia e honestidade. Não de opiniões particulares, mesmo quando pedido. A entrevista é o momento de levantar informações, não de emití-las.

Não dê a um entrevistado informações passadas por outros entrevistados. Educadamente, responda que não cabe a você decidir ou opinar.

Evite, de toda a forma, confrontar o entrevistado. Não torne a entrevista um interrogatório. Evite discutir, mesmo que não concorde com o usuário. Em caso de discussão, defina claramente o motivo do desacordo, seja ele motivado por fato ou por opinião. Utilize perguntas para restabelecer a comunicação em caso de desacordo. Se necessário, peça desculpas.

Se necessário elucidar algo que foi mal explicado, lembre-se que “você não entendeu” e que precisa de maiores detalhes. Se os detalhes não estiverem disponíveis, dê ao entrevistado a chance de enviá-los mais tarde.

Basicamente o entrevistador deve ser muito educado.

#### **V.9.2.2 Roteiro Básico**

1. Apresente-se ao entrevistado: “Olá, muito prazer, eu sou fulano-de-tal, responsável por parte do projeto XYZ”. Apresente seu cartão de visitas se for o primeiro encontro.
2. Informe ao entrevistado o motivo da entrevista e porque foi selecionado: “Estou aqui para levantar o funcionamento da sua área, e seu nome foi escolhido por ser o funcionário mais experiente” ou “Estou aqui para levantar o funcionamento da atividade X, que é de sua responsabilidade”.
3. Deixe clara a idéia que o conhecimento e as opiniões do entrevistado são importantes e serão úteis no processo de análise
4. Diga o que vai acontecer com a informação levantada
5. Garanta que o entrevistado lerá a transcrição da entrevista e terá a oportunidade de corrigi-la, garanta que nada será passado a outras pessoas sem a revisão e verificação do entrevistado.

---

<sup>20</sup> As regras de etiqueta consideram a água a única coisa que pode ser pedida em qualquer situação.



6. Determine os assuntos confidenciais ou restritos a serem tratados na entrevista
7. Deixe claro que não haverá consequências negativas em função do resultado da entrevista
8. Solicite permissão para gravar a entrevista
9. Se autorizado, inicie a gravação com um texto de apresentação: “Entrevista realizada no dia X...”.
10. Faça a entrevista até faltarem 5 ou 10 minutos para o tempo determinado
11. Avise ao entrevistado que o tempo está acabando e pergunte se gostaria de adicionar alguma informação
12. Solicite ao candidato que responda as perguntas de conclusão
13. Conclua a entrevista de forma positiva, relatando brevemente o resultado positivo alcançado.
14. Se necessário, marque outra entrevista.
15. Entregue ao candidato o formulário de avaliação de entrevista e o envelope correspondente. Ensine-o a enviar a avaliação preenchida.
16. Despeça-se educadamente, agradecendo a atenção e o tempo dispensado.

Muitas vezes a entrevista é precedida por um bate-papo informal de apresentação. Tente manter essa conversação em um tempo mínimo razoável.

#### **v.9.2.3 Documentando a Entrevista**

A entrevista deve ser documentada logo após sua realização. Ao documentá-la rapidamente, estará garantindo que recuperará mais informação.

A documentação da entrevista deve fornecer a seguinte informação.

- A data, hora e local da entrevista.
- Nome do entrevistador
- Cargo do entrevistador
- Nome do entrevistado
- Função do entrevistado e a descrição desse cargo
- Se necessário, informações de background do entrevistado, como experiência no cargo ou com computadores.
- Organograma do entrevistado (superior imediato, colegas do mesmo nível, subordinados).
- O objetivo da entrevista
- Nomes e títulos de todos os outros presentes na entrevista
- Uma descrição completa dos fatos descritos e opiniões do entrevistado

- Opcionalmente, uma transcrição da entrevista, possivelmente expurgada das falas que não tinham relação com o assunto da entrevista.
- Todas as conclusões tiradas dos fatos e opiniões como apresentados
- Todos os problemas de negócio levantados durante a entrevista
- Exemplos de todos os relatórios, diagramas, documentos, etc., discutidos durante a entrevista.
- Todos os desenhos e diagramas feitos a partir ou durante a entrevista
- Qualquer comentário relevante feito pelo entrevistado
- Todos os números relevantes (quantidades, volume de dados, etc.) coletados durante a entrevista.

É importante notar que o relatório da entrevista deve ser aceito pelo entrevistado. É normal o entrevistado remover alguma coisa ou colocar algo a mais. O analista deve ficar atento aos motivos do usuário em fazer modificações.

Se houver discussão quanto à interpretação de algo e o analista achar essencial manter sua versão no relatório, deve também permitir que o entrevistado coloque sua versão.

#### **V.9.2.4 As perguntas de conclusão**

Ao final da entrevista, é importante realizar uma avaliação da percepção do entrevistado sobre a entrevista que acabou de ser realizada. Para isso é necessário que seja respondido um formulário, contendo perguntas como:

- Você acha que essa entrevista cobriu tudo que era necessário?
- Você acha que foram feitas as perguntas certas?
- Você acha que era a pessoa mais certa para responder essas perguntas?

### **V.9.3 JAD**

Outra técnica importante de elicitación de requisitos, que merece um tratamento separado, é o JAD.

Muitas vezes, quando um grupo de informática entrega um sistema de informação aos seus clientes escuta a frase: “não era isso que eu queria!” Isto acontece porque os desenvolvedores não conseguiram levantar com os usuários suas verdadeiras necessidades.

Este problema de comunicação pode ter diversas causas: linguagem especializada de ambas as partes, desconhecimento da área de atuação pelos desenvolvedores, preocupações com a tecnologia empregada ao invés das necessidades dos usuários, etc. Na fase inicial do projeto, a dificuldade de comunicação entre clientes e equipe de desenvolvimento é a principal causa de defeitos que serão encontrados no produto final.

Para enfrentar os problemas de comunicação entre desenvolvedores e usuários, foram desenvolvidos, ao final da década de 1970, vários métodos onde o desenvolvimento de sistemas é baseado na dinâmica de grupo.

Na forma tradicional de desenvolver sistemas os analistas entrevistam os usuários, um após outro, tomando notas que são mais tarde consolidadas e então validadas com o usuário, finalmente se transformando em um documento de análise.

O JAD, Joint Application Design, ou Método de Projeto Interativo, substitui as entrevistas individuais por reuniões de grupo, onde participam representantes dos usuários e os representantes dos desenvolvedores.

Quando o método é aplicado de forma correta, os resultados alcançados ultrapassam os objetivos imediatos da obtenção de informação dos usuários e cria um ambiente de alta sinergia na equipe, onde todos se sentem comprometidos com as soluções encontradas. Esse comprometimento permite que todos se considerem “proprietários” e “colaboradores” no desenvolvimento do sistema.

#### **V.9.3.1 O Objetivo do Método**

O objetivo do método é extrair informações de alta qualidade dos usuários, em curto espaço de tempo, através de reuniões estruturadas para alcançar decisões por consenso.

#### **V.9.3.2 Os Componentes**

O **líder de sessão** tem como tarefa número um conduzir o grupo para soluções de consenso. Esse líder de sessão age como **facilitador**, um servidor neutro dentro do grupo que não avalia nem contribui com idéias. A responsabilidade do facilitador é sugerir métodos e procedimentos que ajudem o grupo a concentrar energia em tarefas específicas, garantindo a todos os membros do grupo condições de participar.

O **documentador** é um auxiliar imparcial do líder de sessão, responsável pelo registro das decisões e especificações produzidas. Apenas as informações relevantes são documentadas, segundo orientação do líder de sessão.

O **patrocinador** detém a autoridade formal sobre as áreas afetadas pelo sistema, estabelecendo diretrizes e objetivos do projeto.

A **equipe** é responsável pelo conteúdo da sessão, representando as áreas envolvidas no projeto.

#### **V.9.3.3 A Dinâmica**

A base de trabalho é a equipe presente na reunião. Devemos combinar algumas “regras de jogo”, de modo a alcançar o máximo de produtividade. É natural que em um grupo de 15 pessoas surjam discussões, conversas paralelas, interrupções, etc. Em respeito ao tempo precioso dos participantes vamos é necessário estabelecer um código de cooperação.

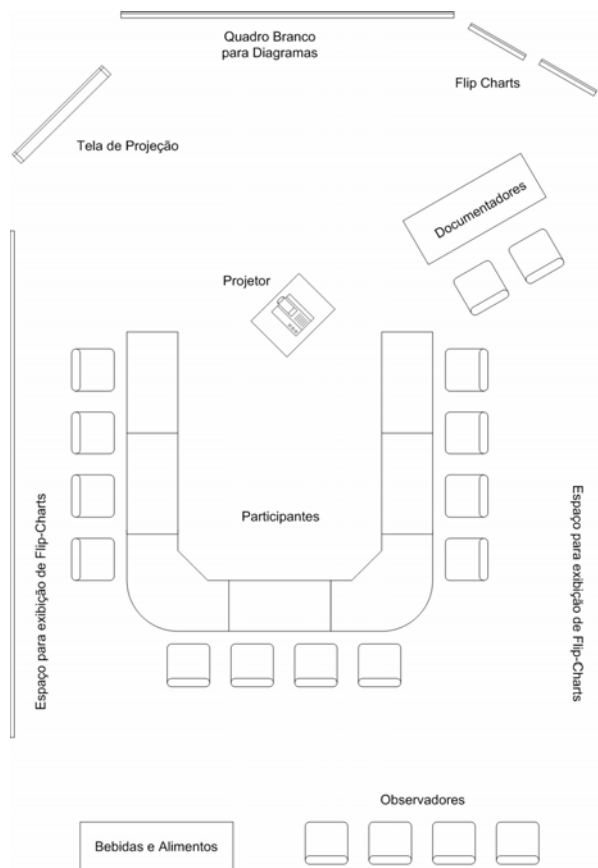
#### **V.9.3.4 O Ambiente**

O Ambiente físico da reunião é fundamental para a produtividade dos trabalhos. Os seguintes aspectos devem ser considerados:

Os participantes devem estar organizados de forma a poderem se olhar e olhar para o líder de sessão. A melhor arrumação é a em forma de ‘U’.

Não devem acontecer interrupções aos participantes.

Todos devem cumprir a agenda, principalmente o início e o fim da reunião.



**Figura 29. Uma sala de JAD bem planejada**

### V.9.3.5 O Consenso

A forma mais produtiva de decisão do grupo é aquela obtida por consenso. Consenso não é a unanimidade de opiniões, mas, sim, a situação em que cada membro concorda que a solução encontrada é a melhor para o grupo e que é possível conviver com ela sem ferir convicções ou valores essenciais.

## V.10 Exercícios

### V.10.1 Projeto 1: Livraria ABC

Baseado em todos os textos disponíveis sobre a Livraria ABC, faça:

1. Uma lista de requisitos funcionais preliminares
2. Uma lista de requisitos não-funcionais preliminares
3. Uma lista de requisitos de informação preliminares

### V.10.2 Projeto de Curso

Para o seu projeto de curso, faça uma lista com:

1. Requisitos funcionais preliminares
2. Requisitos de informação preliminares
3. Requisitos não funcionais preliminares
4. Documente cada requisito dessa lista de acordo os descritores de requisitos mostrados nesse capítulo.

5. Para o seu projeto de curso, prepare:
6. Um roteiro de uma entrevista inicial do projeto
7. Um questionário a ser feito com os usuários atuais do serviço com a finalidade de descobrir sua qualidade

# Capítulo VI. Uma Proposta Inicial

*It isn't that they can't see the solution. It is that they can't see the problem.*

*Chesterton, G. K. (1874 - 1936) in The Point of a Pin in The Scandal of Father Brown.*

Objetivo
Problemas
Oportunidades
Metas
Métricas
Requisitos Iniciais
Descrição Sucinta do Sistema Atual
Restrições
Proposta Inicial

## VI.1 O Primeiro Contato e Os Primeiros Resultados

Quando vamos iniciar o desenvolvimento de um sistema, somos em geral convidados por um cliente em potencial para conhecer seus problemas, seus desejos e propor uma solução.

Essa é uma fase muito difícil para o desenvolvedor, pois precisa tomar muitas decisões com poucas informações. Algumas vezes é obrigado a fornecer uma proposta de trabalho, incluindo previsão de custos ou preço<sup>21</sup>, a partir de uma entrevista curta. Essa situação está muito longe da ideal, onde só teríamos que fornecer uma proposta de trabalho após saber exatamente o que será preciso fazer. Outro problema para o desenvolvedor é que esta é uma fase de investimento. Entre várias propostas apresentadas, apenas algumas serão aceitas. O tempo gasto nas propostas não aceitas é um custo a mais, a ser dividido por todos os projetos aceitos.

Esta fase inicial de negociações deve ter um objetivo: desenvolver um documento chamado “**Proposta Inicial**”<sup>22</sup>. A proposta inicial é o primeiro passo para atingir a proposta de desenvolvimento e pode ser mantida como documento interno se o cliente não exigir uma proposta imediatamente.

O objetivo dessa proposta é construir um quadro claro da situação atual do cliente e uma visão da sua situação futura com o sistema funcionando. Esse quadro permite ao desenvolvedor previsões mais embasadas e ao cliente uma maior confiança nessas previsões.

## VI.2 A solicitação do cliente

Normalmente, o cliente, ao solicitar um software, tem idéia do que necessita que esse software faça, possuindo inclusive um documento descrevendo essa idéia. É nesse

<sup>21</sup> O custo de um sistema é quanto será gasto para o seu desenvolvimento. O preço do sistema é quando será cobrado ao cliente. O custo é função direta do tamanho do sistema, o preço é uma questão de mercado.

<sup>22</sup> Não chamaremos esse documento de proposta de desenvolvimento por considerar que são necessários mais alguns dados para desenvolver uma verdadeira proposta de desenvolvimento

documento, ou a partir das entrevistas iniciais, que o analista deve procurar as principais motivações e necessidades do cliente.

É sempre importante focalizar nas necessidades de negócio do cliente. Muitas vezes o cliente acredita precisar de um sistema para resolver um problema em seu negócio, quando na verdade precisa de outro. Deixando claras as expectativas, teremos clientes mais contentes.

## VI.3 Objetivo do Sistema

O **Objetivo do Sistema** é descrito por uma sentença de poucas linhas que permite identificar imediatamente sua finalidade. A sentença deve ser clara, de forma a permitir uma definição rápida do seu escopo, isto é, da fronteira que define o que faz parte e o que não faz parte do sistema. Deve também esclarecer a razão do projeto existir e ser necessário.

Alguns objetivos razoáveis são:

- “O Sistema deverá controlar a recepção e envio de pacotes pelo setor de cargas”.
- “O Sistema permitirá o gerenciamento de cardápios em uma rede de restaurantes populares, definindo pratos e receitas e verificando sua aceitação”.
- “O Sistema controlará a entrada e saída de funcionários, realizando o serviço de ponto e fornecendo dados para a folha de pagamento”.

Em todos esses objetivos podemos, até certo ponto, que tarefas podem fazer parte e que tarefas não devem fazer parte do sistema<sup>23</sup>.

O objetivo deve identificar junto ao cliente, de forma mais padronizada possível frente ao mercado, que tipo de sistema está sendo desenvolvido. Ao mesmo tempo, deve fornecer informações suficientes que caracterizem de que forma esse sistema é especial. Assim, um bom objetivo exemplo é o seguinte:

“Desenvolver um sistema de controle de vendas para uma loja de materiais de construção que permita encomenda de mercadorias”.

Nesse exemplo descrevemos o sistema de forma bastante geral e reconhecida no mercado (“sistema de controle de vendas”), permitindo uma imediata compreensão do escopo básico do projeto. Logo após, declaramos que ele deve ser específico para um tipo de negócio (“loja de materiais de construção”), ao mesmo tempo reduzindo e ampliando o escopo, em função da área de aplicação. Finalmente, declaramos que deve suportar uma função não necessariamente comum nesse tipo de aplicação, como um requisito primordial (“permita encomenda de mercadorias”), provavelmente diferenciando o sistema da prática normal do mercado.

Não devemos dar vários objetivos a um sistema. Quando isso parece necessário, temos a forte indicação que estamos tratando de mais de um sistema. Ao declarar um

---

<sup>23</sup> Alguns exemplos de objetivos mal definidos:

“O Sistema otimizará o desempenho da empresa na sua área de atuação”

“O Sistema possibilitará o controle dos clientes”

objetivo devemos evitar o uso das conjunções “e” e “também”, ou ainda outra construção que leve a representar mais de uma idéia. Quando um objetivo tem mais de uma idéia proposta, geralmente temos na verdade mais de um sistema sendo descrito. É importante não misturar sistemas distintos, principalmente para reduzir o risco do projeto, já que quanto maior for o projeto, maiores serão os riscos envolvidos.

## VI.4 Problemas

Ao conversar com o cliente, principalmente nas entrevistas iniciais, temos a oportunidade de ouvir muitas reclamações sobre o sistema atual, seja ele informatizado ou não. Isso é esperado, pois se não existissem defeitos na forma como o sistema é executado no momento, não haveria necessidade de implementar um novo sistema. Assim, devemos entender que a verdadeira motivação que o cliente tem em chamar uma equipe de desenvolvimento de sistema é a de corrigir os seus problemas, principalmente os que mais afetam negativamente o seu negócio.

Um problema pode ser classificado como:

- De negócio
- Funcional
- Operacional

Um **problema operacional** ocorre quando uma funcionalidade do sistema funciona de forma errada. Por exemplo, na automatização do processo de gerência das contas (pedido e fechamento de conta) de um restaurante, problemas operacionais comuns são: a dificuldade de fechar a conta e os erros de cálculo que acontecem.

Um **problema funcional** ocorre quando o sistema não permite uma funcionalidade. No mesmo sistema de contas de restaurante, por exemplo, pode ser impossível ou muito difícil saber quanto cada garçom vendeu em um dia.

Finalmente, os **problemas de negócio** estão relacionados à manutenção do negócio propriamente dito e podem tanto ser isolados quanto causados por problemas operacionais ou funcionais. Um problema operacional como a demora ao calcular o valor final de uma conta pode causar um problema de negócio como filas na saída do restaurante.

Para identificar problemas, podemos adotar algumas estratégias [B15], como: verificar os resultados obtidos atualmente nos processos e compará-los com objetivos da empresa ou padrões do mercado, observar o comportamento dos empregados e levantar a opinião de fornecedores, clientes e vendedores (representantes ou distribuidores) da empresa. Sinais específicos que podem ser verificados são:

- Quanto às tarefas realizadas, se contém erros, se são feitas vagarosamente, se não são mais feitas como definidas em documentos da companhia, se não são completadas;
- Quanto aos funcionários, se estão desestimulados, se não podem descrever suas responsabilidades e objetivos, se a taxa de demissões é alta.
- Quanto aos parceiros externos (clientes, fornecedores e vendedores): reclamações, sugestões de melhoria, queda nas vendas, vendas com perdas.



Para auxiliar o processo de levantamento de problemas, pode ser criada uma tabela com as colunas: Causa, Resultado, Valor, Processo Causador, Dados causadores, Sugestão de solução.

Problemas do Negócio						
#	Causa	Resultado	Valor	Processo Causador	Dados Causadores	Sugestão de Solução
	Como não podemos analisar planos de negócio alternativos	Não é possível analisar cenários de mercado	Acima de 1 milhão	Planejamento	-	Modelagem de cenários
	Como não sabemos o custo real de produção futura	Não é possível fazer contratos de longo prazo	30% do faturamento poderiam ser passados de curto prazo para longo	Compras	Preços	Sistema de acompanhamento de custos

**Tabela 7. Identificando problemas de negócio**

## VI.5 Oportunidades

As oportunidades são ofertas que fazemos ao nosso cliente. Devido ao nosso conhecimento técnico e tecnológico, normalmente ficamos à vontade para oferecer **oportunidades tecnológicas**. Uma oportunidade tecnológica, como diz o nome, é a oferta de uma tecnologia específica de implementação que oferecerá alguma vantagem ao cliente. Por exemplo, ao implantar um novo sistema de estoque podemos oferecer a entrada e saída de produtos pelo uso de código de barras. A oportunidade tecnológica não altera a funcionalidade que o cliente necessita, mas sim sua forma de implementação.

Algumas vezes também podemos oferecer **oportunidades de negócio**. Uma oportunidade de negócio é alguma funcionalidade não prevista pelo cliente, mas que sabemos ser possível implementar. Devemos ter muito cuidado com oportunidades de negócio, pois elas podem ser, na verdade, falsos requisitos. Um exemplo típico é a proliferação de relatórios em sistemas que na prática usam apenas alguns.

Uma oportunidade de negócio deve ser exaustivamente discutida com o cliente de forma a ficar claro que ela realmente traz benefícios, que esses benefícios são consideráveis, que o risco do projeto não aumenta muito e que ela será realmente utilizada.

Um exemplo que podemos dar é, em um controle de estoque, a funcionalidade de prever que produtos estão próximos de sua data de vencimento. Essa não é uma função “normal” de sistemas de estoque. Exige um custo adicional não só de desenvolvimento, mas também de operação, como identificar a data de vencimento, controlar diferentes datas para um produto, etc. Em muitos contextos, essa função pode parecer interessante mais ser, na prática, inútil. Em uma oficina mecânica, por exemplo, ela pode ser totalmente inútil. Em um grande mercado, ela pode ser bastante útil. Porém em um pequeno mercado, onde o proprietário tem na verdade um controle mental do estoque e precisa do sistema de estoque apenas para fazer um controle legal ou

financeiro, essa funcionalidade pode parecer útil a princípio, mas nunca ser usado no dia a dia.

As oportunidades devem produzir resultados úteis para a empresa, como acelerar processos, eliminar passos desnecessários, reduzir erros na entrada e saída de dados, aumentar a integração entre sistemas, aumentar a satisfação do usuário e facilitar a interação com os parceiros externos da organização (fornecedores, representantes e clientes). [B15]

## VI.6 Metas e suas métricas

Enquanto o objetivo define o que fará o sistema, as metas justificam a sua existência para o negócio.

**Uma meta é um efeito positivo no negócio** do cliente que é esperado com a implantação do novo sistema. Metas são **benefícios** trazidos pelo novo sistema ao negócio. É possível usar os dois termos, meta e benefício, como sinônimos.

A análise das metas permite ao cliente verificar qual a relação custo/benefício da implantação de um novo sistema. Baseado nas metas o cliente é capaz de fazer uma avaliação econômico-financeira, comparando o preço do sistema, ou melhor, ainda, com o custo total de propriedade (TCO – Total Cost of Ownership) do sistema, com o valor equivalente dos benefícios trazidos pelo sistema.

Por exemplo, um sistema que transforme um trabalho de 1 hora por dia de uma pessoa que ganha R\$ 10,00 por hora para 15 minutos, poupa R\$ 7,50 por dia. Isso corresponde a aproximadamente R\$ 165,00 por mês, ou ainda R\$ 1980,00 por ano. Como se admite que um investimento tenha retorno em dois anos, o benefício total causado apenas pela aceleração do processo, em dois anos, seria de R\$ 3960,00. Caso esse fosse o único benefício do sistema, esse valor seria então um limite superior para o TCO.

O uso de metas para nortear o desenvolvimento de sistemas é uma proposta diferente das tradicionais, porque as metas não estão relacionadas a funcionalidades do sistema, mas sim aos resultados obtidos quando inserimos o sistema novo no ambiente.

Assim, devemos definir metas que possam ser verificadas quando o sistema for instalado. Cada meta virá acompanhada de uma **métrica**, uma medida objetiva que permite comprovar que a meta foi alcançada. Metas que não possuem métricas objetivas, como "satisfação do cliente", devem ser evitadas ou devem ser associadas a um instrumento de medida que permita verificar conceitos subjetivos, nesse caso uma pesquisa de opinião.

Ao implantar um sistema de atendimento automático, poderíamos ter como metas:

- Acelerar o atendimento, com a métrica “tempo médio de atendimento”.
- Diminuir o tamanho das filas, com a métrica “tamanho médio da fila”.

Para cada par meta - métrica, podem ser necessários um procedimento de medida e um procedimento de levantamento de dados passados. Isso não é uma prática comum no desenvolvimento de sistemas, porém é algo desejável.

A principal vantagem de associar ao sistema metas que não fazem parte dos requisitos é demonstrar a sua utilidade, isto é, como o sistema fará o cliente ganhar mais dinheiro ou realizar melhor sua tarefa.

Devemos tomar cuidado, porém, com as armadilhas que existem na escolha das metas. Primeiro, é muito comum que um cliente deseje uma meta que não pode ser alcançada por um sistema com o objetivo definido. A questão, nesse caso, se resume a negociar a mudança da meta ou negociar a mudança do objetivo. Como exemplo, podemos citar o caso de um cliente que desejava um sistema de controle de pedidos para os fornecedores baseado em pedidos de clientes e desejava que o sistema diminuísse o prazo de entrega para os clientes. Analisado o funcionamento da empresa, comprovamos que era impossível acelerar o prazo meramente controlando os pedidos. Era possível, porém, fazer uma previsão mais acertada do prazo de entrega e estar preparado para atrasos, mediante o acompanhamento dos pedidos.

Outra armadilha é ter uma meta que é afetada por muitas coisas além do sistema. Em um caso simples, tínhamos a proposta de um sistema de reservas de hotel que se propunha a aumentar a ocupação dos quartos. Ora, o nível de ocupação dos quartos de um hotel depende de muitos fatores, inclusive da economia geral. Entendemos que o sistema poderia ter como meta, por exemplo, “diminuir o número de reservas não cumpridas”. Essa meta é mensurável e pode ser diretamente influenciada pelo sistema (por meio de verificações com o cliente, por exemplo). É interessante notar que a meta selecionada é um dos fatores que afeta a meta proposta inicialmente. Essa é outra armadilha comum, escolher uma meta (e uma métrica) que na verdade é derivada da meta (e da métrica) que o sistema tem condições de atingir.

Se não é possível nenhuma medida, não será possível também saber se a meta foi alcançada, o que a torna supérflua.

#### **VI.6.1 Metas subjetivas**

É possível que sejam definidas metas não mensuráveis de forma objetiva. Isso pode ser resolvido por meio de avaliações subjetivas.

Por exemplo, uma meta comum é “melhorar o atendimento ao usuário”. Essa meta pode, em alguns casos, ser transformada em outra meta, como “diminuir o tempo de atendimento”, diretamente mensurável. Mas também pode ser medida por meio de entrevistas, com avaliações subjetivas, ou observação do serviço.

#### **VI.6.2 Levantando Objetivos e Metas**

A melhor maneira de levantar objetivos e metas é entender simultaneamente: o que o cliente deseja, o que está funcionando agora, quais os problemas atuais e quais oportunidades existem para um novo sistema.

As entrevistas iniciais para levantamento de necessidades de informação são geralmente feitas com executivos. Um bom conjunto inicial de questões que podem ser feitas é apresentado a seguir (sugeridas em Gillenson & Goldberg):

- Quais seus objetivos?
- Quais suas responsabilidades?
- Que medidas você usa?
- Que informações você precisa?
- Quais são seus problemas de negócio?

- Que mudanças você vê no futuro (que vão impactar a infra-estrutura do seu negócio)?
- Quais são os fatores críticos de sucesso?
- Qual a informação mais útil que você recebe?
- Como você classificaria as informações que recebe quanto à adequação, validade, duração, consistência, custo, volume, etc.?

Alguns pontos podem ser notados sobre essas perguntas. A pergunta sobre objetivos muitas vezes pode não ser muito bem respondida, assim a segunda pergunta, sobre responsabilidades, permite uma resposta mais prática e mais fácil de ser dada. A terceira pergunta visa buscar uma compreensão sobre os dados importantes para o entrevistado, abrindo uma sequência de perguntas sobre o tema. A quinta pergunta, sobre os problemas de negócio, é a mais importante do conjunto e deve ser dada a maior atenção e quantidade de tempo disponível. É interessante que o problema seja estruturado em um formato causa-efeito, por exemplo: "por causa da falta de dinheiro, o resultado é que não é possível comprar peças de reposição". Também é importante verificar se a causa primordial do problema é um processo ou um dado. Além disso, o entrevistador deve tentar obter alguma informação de valor (financeiro) sobre o impacto do problema, seja em valores absolutos ou relativos, objetivos ou subjetivos.

### **VI.6.3 Metas em sistemas novos**

Em nossa definição de metas falamos sobre a melhoria do negócio do cliente. Mas o que acontece quando o negócio ainda não existe? Como definir uma melhoria nesse caso?

Claramente, temos que mudar nossa definição nesse caso. O melhor é abandonar o conceito de melhoria, ou seja, um conceito relativo, por um conceito absoluto, como um objetivo de negócio. Assim, em vez da meta ser "Diminuir o tempo de atendimento ao cliente para 2s", passaria a ser "Atender o cliente em 2s".

## **VI.7 Os Requisitos Preliminares**

É importante registrar todos os requisitos que forem percebidos durante essa fase inicial do contato com o cliente. Esses requisitos aparecem informalmente, mas devem ser anotados diligentemente, pois talvez sejam até mesmo esquecidos por parte do cliente (o que não garante que sejam menos importantes, apesar de ser um indicativo).

### **VI.7.1 Definindo o Escopo**

Uma boa estratégia complementar a especificação dos requisitos preliminares é a definição do escopo por meio de uma lista Dentro/Fora (in/out list) [B16]. Essa lista é simplesmente uma tabela contendo tópicos e a indicação se aquele tópico está dentro ou não do escopo do sistema.

Escopo do Sistema		
Tópico	Dentro	Fora
Receber pedido do cliente	✓	
Enviar nota fiscal		✓
Atender pedido parcialmente	✓	
Analisar crédito	✓	

Tabela 8. Exemplo de uma tabela de definição de escopo.

### VI.7.2 Documentando os requisitos iniciais

No **Error! Reference source not found.** discutimos como levantar e descrever os requisitos de um sistema. Esses requisitos, mesmo em forma informal e superficial, devem ser levantados já nessa fase inicial.

O uso de cartões para cada requisito é uma abordagem interessante, pois permite a manipulação dos mesmos de várias formas, como comparação, correção e priorização.

## VI.8 O sistema atual

Uma das tarefas mais importantes é compreender, perfeitamente, como funciona o sistema atual. Desprezar o sistema atual, por mais antigo ou mal feito que ele seja, é um dos erros mais frequentes dos desenvolvedores. Só podemos criar um sistema novo após conhecer perfeitamente o sistema atual, como funciona e porque funciona dessa forma.

Idealmente, deveríamos recuperar o “Modelo Ambiental” do sistema atual. Isso, porém, nem sempre é possível, devido às pressões de tempo e custo que sofremos na vida real. Uma descrição em português pode ser bastante satisfatória para sistemas pequenos. Para sistemas maiores pode ser necessário indicar outras fontes de obtenção de informação, como manuais existentes e os próprios programas.

Nesse ponto nossa abordagem é bem diferente da abordagem essencial tradicional [B17], que defende a criação de um modelo da encarnação atual. Entendemos que o tempo e esforço necessários para levantar o sistema atual de forma detalhada, para depois transformá-lo em um novo sistema, com requisitos bastante diferentes, podem inviabilizar um projeto. Assim, normalmente por pressões do negócio, somos obrigados a tratar cada projeto segundo a metodologia essencial para derivar sistemas novos. Temos de nos perguntar se é válido documentar um sistema obsoleto para implementar um sistema novo. A resposta essencial é sim, pois não envolve o cálculo de custos. A resposta prática, baseada na experiência real de levantar sistemas novos para substituir sistemas já existentes é não. Não temos tempo, recursos ou pessoas para isso.

### VI.8.1 Problema do sistema atual

Após o levantamento do sistema atual, devemos apontar, baseado nas reclamações dos clientes e em nossas observações, quais são os problemas do sistema atual.

Novamente é importante lembrar que os problemas de negócio são mais importantes que os problemas técnicos. Muitas lojas hoje em dia utilizam sistemas feitos em MS-DOS<sup>24</sup> porque eles atendem perfeitamente seus requisitos de negócio.

Os problemas atuais, principalmente quando relacionados ao negócio, podem ser os principais fornecedores de metas para o sistema. Assim, se o problema for lentidão, o aumento do desempenho é uma meta importante. Da mesma forma, se o problema for a dificuldade de utilização, a meta pode ser facilitar a utilização do sistema e as métricas podem estar relacionadas ao tempo de aprendizado ou ao número de erros na entrada de dados.

## **VI.9 Visão do novo sistema**

Devemos tentar responder como vai funcionar o novo sistema em uma descrição simples, em linguagem corrente. Chamamos essa descrição de **Visão** do novo sistema. Essa visão deve ser escrita com forte apoio do cliente, senão pelo próprio cliente.

Normalmente a Visão e a descrição do sistema atual têm o mesmo nível de abstração dentro de uma mesma proposta inicial.

A visão pode incluir o protótipo de algumas telas do novo sistema, com a finalidade de mostrar a diferença do sistema novo para o velho ou ainda mostrar como será o comportamento de uma nova finalidade.

A visão do sistema pode incluir não só o funcionamento do sistema, mas também expectativas de comportamento e de efeitos do sistema no negócio. Deve ficar claro que a visão do sistema é uma declaração do usuário, não necessariamente um comprometimento do desenvolvedor. Isso, porém, deve ficar claro na documentação.

A visão do sistema inclui também os requisitos já detectados, informalmente, pelo analista. Como descrito no capítulo anterior esses requisitos podem ser divididos em requisitos funcionais, requisitos de informação e requisitos não funcionais. Obviamente só estamos interessados em requisitos verdadeiros.

### **VI.9.1 Oportunidades para o novo sistema**

Devemos incluir em nossa proposta oportunidades que detectamos a partir do nosso conhecimento do que é factível atualmente ou em futuro próximo.

As oportunidades que detectamos para um novo sistema estão normalmente ligadas a novas tecnologias ainda não utilizadas pelos clientes.

### **VI.9.2 Pontos Críticos ou Pontos Chave**

Os pontos críticos (ou chave) de sucesso para um projeto são aquelas questões que, não estando diretamente relacionada ao desenvolvimento propriamente dito, são essenciais para o bom andamento do projeto.

Exemplos: compromisso de certos funcionários, fornecimento de certa informação, chegada de alguma máquina ou software, compromisso de entrega de dados ou equipamentos pelo cliente, etc.

Os pontos críticos devem ser levantados detalhadamente, pois os compromissos do desenvolvedor só poderão ser cumpridos caso sejam resolvidos satisfatoriamente.

---

<sup>24</sup> Sistema operacional simples antecessor do Microsoft Windows.

### VI.9.3 Restrições

Muitos sistemas têm restrições, que devemos considerar em nossas propostas. Um tipo importante de restrições são as exigências de implementação, como banco de dados, linguagem, sistema operacional, etc.

Quanto mais cedo forem detectadas as restrições, mais cedo o analista evitará que haja desperdício de recursos pela equipe de desenvolvimento.

## VI.10 Construindo um Glossário

Uma das atividades mais importantes da análise é compreender o domínio da aplicação. Essa compreensão só pode acontecer se o analista souber o significado exato das palavras típicas do negócio do cliente. Assim, desde o início da análise o analista deve construir um glossário, ou seja, um dicionário especializado nos termos do negócio do cliente.

Não podemos enfatizar demais a importância de aprender a linguagem do negócio do cliente. Isso não só facilita a comunicação como dá ao cliente uma confiança maior no analista.

## VI.11 Proposta Comercial

Se necessário, a proposta inicial se encerra com os termos comerciais sendo propostos ao cliente, incluindo preço, tempo de desenvolvimento, formas de cobranças, etc.

É de praxe no mercado, apesar de não recomendado, o cliente aceitar uma proposta e dispensar a assinatura de um contrato ou discutir os termos legais do contrato enquanto se inicia o trabalho de análise.

### VI.11.1 Calculando Preço e Custo

Antes de começar essa discussão, devemos deixar clara a diferença entre preço e custo: preço é o que cobramos para fazer um sistema, custo é quanto gastamos para desenvolvê-lo.

Não é razoável ensinar como calcular o **preço** de um sistema em um curso de análise, pois esse é um problema de mercado, não um problema de desenvolvimento de sistemas. O que um analista pode fazer é calcular o **custo** de desenvolvimento<sup>25</sup> de um sistema.

Apenas no final de um projeto temos certeza absoluta do custo que tivemos para desenvolvê-lo. Até lá, o que podemos fazer é levantar, de forma mais ou menos educada, uma previsão de custos para o projeto. Essa previsão deve ser atualizada constantemente enquanto o projeto caminha.

Devemos compreender que o grande fator de custo no desenvolvimento de um software é a mão de obra. Normalmente esse custo é levantado em homem-hora ou homem-mês. O uso dessa mão de obra é proporcional<sup>26</sup> a complexidade do projeto, fruto de seu tamanho e de suas exigências operacionais ou funcionais.

---

<sup>25</sup> E ainda implantação, manutenção e operação.

<sup>26</sup> De forma exponencial

Existem várias técnicas de previsão do tamanho de um sistema. No capítulo “Qual o tamanho do software” estudaremos algumas dessas técnicas. Na prática, porém, devemos compreender que a maioria das empresas ainda as desconhece ou não as implementa. Nesse caso, elas acabam utilizando a experiência de seus funcionários para, informalmente, fazer previsões que normalmente se mostram pouco acuradas.

Quanto ao preço, podemos fazer algumas observações. A primeira é que não há necessariamente uma relação direta entre custo e preço. Apesar de muitas empresas de desenvolvimento fazerem uma previsão de custo e calcularem o preço em cima dessa previsão, usando margens de lucro e de risco previamente acordadas, o verdadeiro preço vem do valor de mercado do produto, ou ainda do ganho previsto. Isso pode inclusive ser uma boa oportunidade de negócios. Muitas empresas, ao perceberem que um produto específico vai dar um lucro direto ao seu cliente, propõem fazer esse produto de graça em troca de um percentual sobre o lucro. Em longo prazo isso pode ser altamente vantajoso para a empresa de desenvolvimento, enquanto que para o cliente pode ser a única forma de conseguir um sistema que exigiria um investimento inicial muito alto para seu caixa.

## VI.12 O Resumo Executivo

O resumo executivo deve permitir que o leitor tenha uma visão completa do texto do documento em uma página. Resumos executivos têm esse nome por partir da hipótese que um executivo, ao tomar uma decisão, não tem tempo para ler longos documentos. Na prática eles leriam o resumo executivo e folheariam os documentos.

**Se você nunca fez análise de sistemas, essa proposta pode parecer difícil demais. Isso acontece porque para fazer a proposta inicial devemos fazer, de maneira extremamente simplificada, uma análise de sistema.**

## VI.13 Estrutura da Proposta Inicial

Uma proposta de trabalho pode se configurar de várias formas, em função de que pontos desejamos ressaltar ou em que ordem desejamos apresentá-la. A seguir apresentamos uma estrutura possível para uma proposta inicial que uma empresa de desenvolvimento de software poderia fazer para um cliente.

- Resumo Executivo
- Apresentação do Documento
- Identificação do Projeto
  - Objetivo<sup>27</sup>
  - Identificação do Cliente
  - Identificação do Prestador de Serviço
  - Histórico do Apresentador de Serviço

---

<sup>27</sup> O Objetivo do projeto é implementar o sistema, que tem um objetivo para cumprir no negócio.



- Proposta Técnica
  - Pequena Descrição da Solicitação do Cliente
  - Descrição Sucinta do Sistema Atual
  - Stakeholders
  - Identificação de Problemas
  - Descrição do Sistema Proposto
    - Objetivo do Sistema
    - Objetivos de Negócios e Interesses
    - Metas ou Benefícios
      - Métricas para avaliação das Metas
    - Escopo
    - Visão
    - Requisitos Funcionais Iniciais
    - Requisitos de Informação Iniciais
    - Requisitos Não Funcionais Iniciais
    - Pontos Críticos
    - Restrições
    - Glossário
  - Identificação de Oportunidades
- Proposta Comercial
  - Cronograma Proposto
  - Investimento Proposto<sup>28</sup>
  - Exclusividade
  - Forma de pagamento
  - Reajustes
  - Renegociação
  - Confidencialidade
  - Outras Cláusulas (opcionais)

## VI.14 Exercício

### VI.14.1 Projeto 1: Livraria ABC

Faça uma proposta inicial para a Livraria ABC.

---

<sup>28</sup> Sutilmente, o preço do sistema é proposto como “investimento”, o que de fato é verdade na visão da empresa contratante.

#### **VI.14.2 Projeto de curso**

Os grupos devem fazer uma proposta inicial, de acordo com o item VI.13 e apresentá-la ao professor para discussão e aprovação.

## Capítulo VII. Modelo de Negócio

---

*The sciences do not try to explain, they hardly even try to interpret, they mainly make models. By a model is meant a mathematical construct which, with the addition of certain verbal interpretations, describes observed phenomena. The justification of such a mathematical construct is solely and precisely that it is expected to work.*

**John Von Neumann**

Organograma
Funções de Negócio
Processos de Negócio
EPC
Diagrama de Atividades
Regra de Negócio

A Modelagem de Negócio não faz parte da modelagem essencial ou da modelagem estruturada, mas cada vez mais vem sendo usada como uma ferramenta principal ou de auxílio do processo de desenvolvimento de software, visando o levantamento completo dos requisitos do sistema.

Nesse capítulo trataremos de diferentes formas de modelagem de negócio:

- Organograma<sup>29</sup>
- Modelagem de Funções de Negócio
- Modelagem de Processos
- Modelagem de Regras de Negócio

Um organograma é uma descrição da organização de uma empresa, amplamente divulgada, descrevendo as áreas da empresa e as hierarquias entre elas. O Organograma é ferramenta essencial na compreensão de uma empresa e suas linhas de poder.

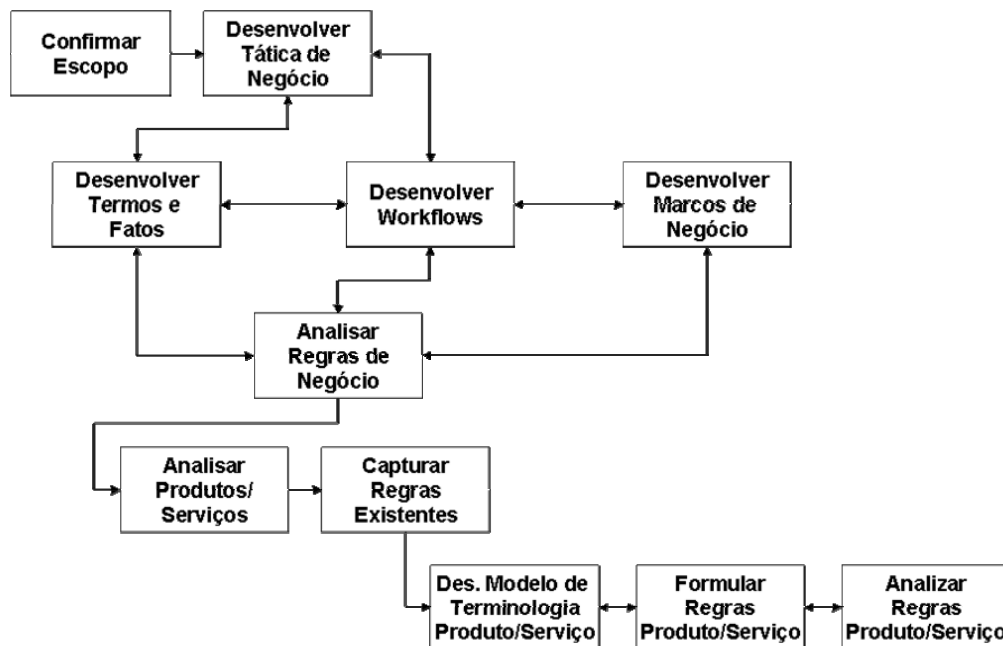
A modelagem de funções de negócio permite a compreensão do funcionamento da empresa sem sofrer a intervenção da forma de organização da empresa. De certa forma, pode ser desenvolvido como tanto como um modelo da encarnação do sistema atual como quanto uma ferramenta de substituição ou complementação da análise essencial.

A modelagem de processos demonstra como funciona a empresa, passo a passo, no seu dia a dia. A partir dela pode ser possível levantar os pontos a serem automatizados de um processo e como os processos realmente realizados diferem dos processos normatizados da empresa.

A modelagem de regras de negócio permite a compreensão da empresa de forma mais detalhada que os modelos anteriores. As regras de negócio podem ser utilizadas para ajudar a levantar o modelo essencial, o modelo conceitual de dados, ou para ajudar a implementá-los. Em alguns métodos, pode até mesmo ser utilizada no lugar desses modelos.

---

<sup>29</sup> O organograma é uma das formas mais simples e antigas de modelar uma empresa.



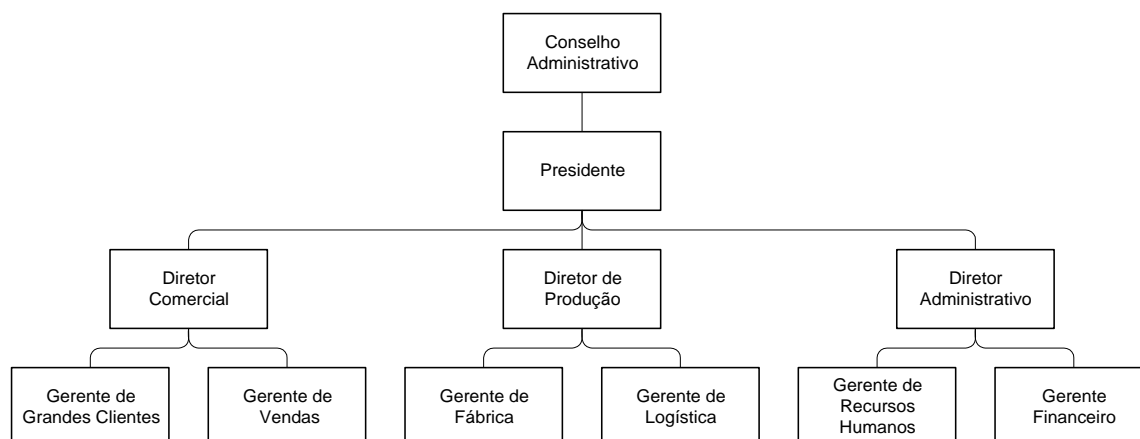
**Figura 30. Passos da Modelagem de Negócios adaptado de Ross e Lam [B19].**

## VII.1 O Organograma

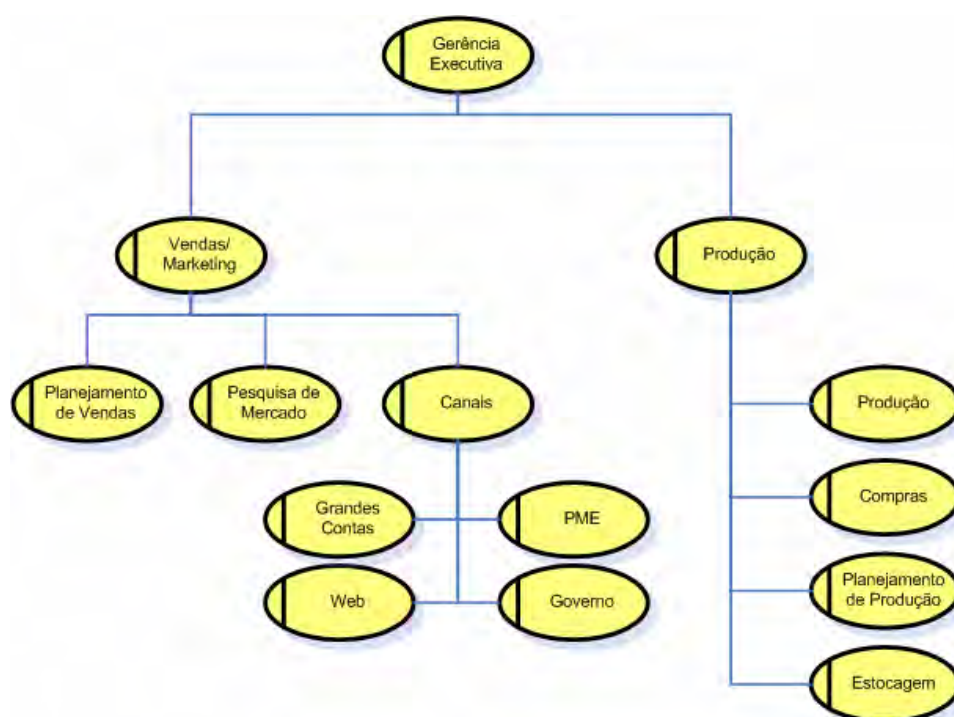
Organogramas são diagramas em árvore que descrevem cargos, por meio de retângulos, e linhas hierárquicas, por meio de linhas. Alguns autores utilizam uma notação levemente mais complicada com o objetivo de descrever diferenças sutis em uma organização.

Em geral o analista não precisa levantar o organograma, pois a empresa já o possui, mas é comum que haja algumas mudanças. Na verdade, não é trabalho do analista de sistemas construir o organograma da empresa, porém ele precisa conhecê-lo para melhor desenvolver o seu trabalho. Para isso é importante obter esse documento junto ao cliente, e verificar não só a hierarquia de cargos, mas também quem ocupa cada cargo, e como entrar em contato com cada um dos membros da organização que possa ter interesse no sistema.

A importância de conhecer o organograma da empresa se reflete tanto na modelagem propriamente dita, pois ele fornece a descrição da empresa que será convertida para objetos do modelo, como no processo de modelagem, pois a partir do organograma temos o conhecimento de cargos e responsabilidades, definindo pessoas a serem entrevistadas.



**Figura 31. Um exemplo de organograma simples, contendo apenas cargos.**



**Figura 32. Exemplo de organograma simples, contendo departamentos, feito com símbolos da técnica EPC<sup>30</sup>.**

Um organograma pode ser utilizado para representar diferentes formas de subordinação, como a subordinação direta (onde o subordinado deve cumprir as ordens de seu chefe), a assessoria (onde o assessor fornece conselhos e pareceres) e a subordinação funcional (onde o superior pode determinar funções e métodos a outras áreas). Normalmente a subordinação direta é representada por uma linha cheia vertical, a assessoria por uma linha cheia horizontal e a subordinação funcional por uma linha pontilhada.

<sup>30</sup> A técnica EPC será vista ainda neste capítulo

Ao levantar o organograma, pode ser interessante também levantar as descrições dos cargos, se elas existirem (o que não é comum, principalmente em pequenas e médias empresas).

Este texto não tratará do processo de levantamento do organograma, pois isso é mais afeito à administração. Fica, porém, o lembrete de sua importância como documento de referência ao analista.

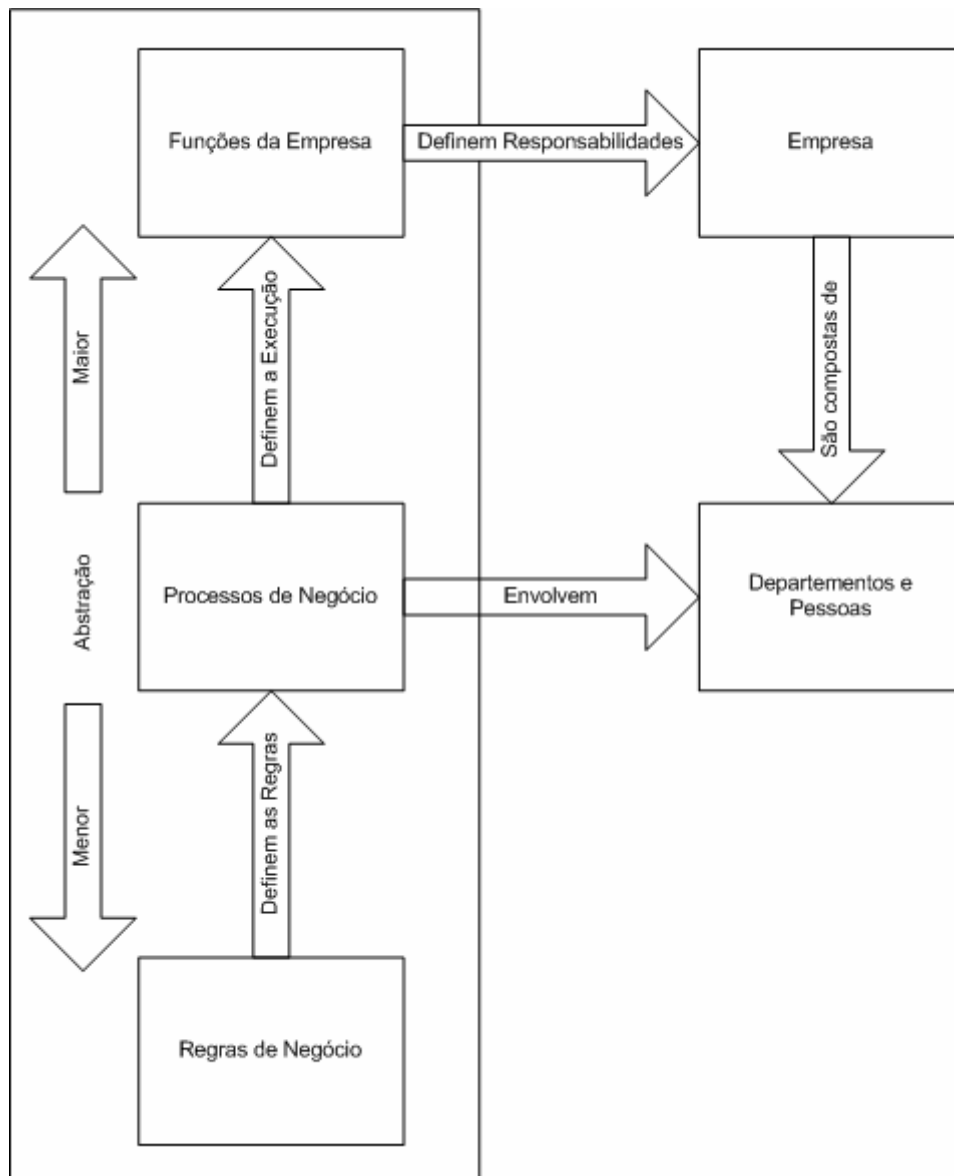
## **VII.2 Níveis de abstração tratados nesse capítulo**

Nesse capítulo analisaremos a empresa do nível mais abstrato para o mais detalhado.

O nível mais abstrato descreve as funções de negócio da organização, sem se preocupar como essas funções são executadas ou em que ordem. Nesse nível, estamos preocupados em definir as responsabilidades da organização, e as entradas e saídas necessárias para cumprir essas responsabilidades.

Em um nível mais detalhado, analisamos os processos da empresa. Nesse nível estamos preocupados em como a organização executa suas funções, com que passos, e por meio de que pessoas.

Finalmente, no nível mais detalhado de todos, descreveremos as regras de negócio que regem esses processos.



**Figura 33. Níveis de abstração analisados nesse capítulo e suas relação com a empresa.**

### **VII.3 Funções de Negócio**

As funções de uma instituição são os grupos de processos que gerenciam um recurso básico da organização [B20] Elas descrevem o que a organização faz, devendo estar de acordo com os objetivos da empresa.

Funções de negócio mantêm a organização em operação, formando um conjunto de atividades (processos) relacionadas que tem como objetivo alcançar a missão ou objetivos da empresa.

Segundo Modell [B4] uma função deve:

- Ser identificável
- Ser definível, por si só e em termos das atividades e responsabilidades associadas.

- Não necessariamente ser mensurável (o que é influenciado pelo seu grau de abstração);

Além disso, ainda segundo Modell, uma função pode:

- Ser uma área principal de controle ou atividade da organização
- Ser composta de uma ou mais subfunções
- Ser realizada em uma ou mais áreas<sup>31</sup>
- Ser realizada por um indivíduo, um grupo, grupos de grupos, áreas da organização ou até por toda a organização.
- Envolver um ou mais atividades distintas, sejam elas dependentes ou independentes.
- Ser identificada e definida mesmo que não seja executada.

Também é possível entender dois tipos de funções: as de negócio, ou seja, aquelas presentes na cadeia de valor da empresa e que têm relação com o aspecto operacional do negócio, e as de administração (ou suporte).

## VII.4 Modelagem de Funções com IDEF0<sup>32</sup>

IDEF0, Integration Definition Language 0, ou “Integration Method for Function Modelling” [B21] é uma forma de representar sistemas, desde máquinas específicas até grandes empresas, por meio de uma rede de funções interconectadas e interfaces entre essas atividades. Esses modelos representam funções do sistema, relacionamentos funcionais e dados que suportam a integração do sistema.

O IDEF0 pode ser feito em vários níveis de abstração. Podemos descrever as funções de uma empresa, como “receber pedidos” ou “produzir encomendas”; ou podemos descrever as funções de uma pequena máquina, como “medir temperatura”.

A característica mais importante do IDEF0 é que ele não descreve como as coisas são feitas e também não dá nenhuma ordem. Ele apenas define as responsabilidades, ou, de certa forma, os requisitos funcionais de um sistema, isto é, que funções devem ser feitas e qual a interface de cada função. Assim, quando precisarmos descrever passos sequenciais, algoritmos ou outros detalhes, devemos usar outro modelo.

### VII.4.1 Introdução ao IDEF0

Segundo o padrão IFIPS 183, “um modelo IDEF0 é composto por uma série hierárquica de diagramas que apresentam, gradativamente, um nível maior de detalhe, descrevendo funções e suas interfaces no contexto de um sistema...”. A descrição a seguir é fortemente baseada e algumas vezes a tradução literal do padrão IFIPS 183.

O principal conceito representado no IDEF0 é a função. Uma função é uma atividade, um processo, uma transformação, ou ainda uma agregação de vários desses

---

<sup>31</sup> Não há necessariamente um mapeamento direto entre funções e o organograma

<sup>32</sup> Algumas imagens dessa seção **não** são originais, porém fazem parte de um documento (IFIP 183) em domínio público (obra do governo americano).



conceitos que acontecem dentro de um sistema. As funções são descritas por caixas que contém um nome e uma identificação.



**Figura 34. No IDEF0, uma caixa representa uma função. Para identificar a função é necessário um nome e um número.**

O nome da função deve descrever de forma breve o que ela faz. Como de praxe em técnicas de Engenharia de Software, utilizamos a forma

*<verbo no infinitivo> <objeto direto>*

para dar o nome da função. Nomes razoáveis para funções, possíveis em diferentes sistemas, seriam: avaliar aluno, corrigir defeitos, preparar pedido, embrulhar pacotes, etc.

O número da função é dado por diagrama. Em cada diagrama, cada caixa recebe um número, que varia de 1 a 6 segundo o padrão.

Como o IDEF0 busca fazer uma representação hierárquica das funções do sistema sendo descrito, uma caixa pode descrever tanto uma função detalhada, como uma função muito abstrata que só podemos definir por meio da composição de outras funções.

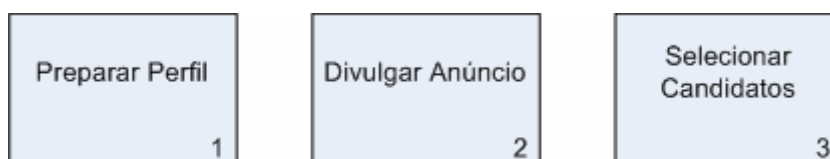
Vamos adotar como exemplo um modelo IDEF0 que descreve o processo de seleção de candidatos em uma empresa. Nessa parte do texto, vamos discutir funções de vários níveis e tentaremos, ao longo do processo, organizar nossos diagramas.

Vamos então escolher o nome do sistema que estamos modelando: “Selecionar Profissionais”. Esse sistema é uma função comum em várias empresas, sendo uma função bastante abstrata, composta de várias outras funções. No nosso caso, existem três funções que compõe “Selecionar Profissionais”: “Preparar Perfil”, “Divulgar Anúncio” e “Selecionar Candidatos”.

Nossas caixas seriam como as das duas figuras a seguir:



**Figura 35. Uma caixa que descreve o sistema Selecionar Profissionais.**



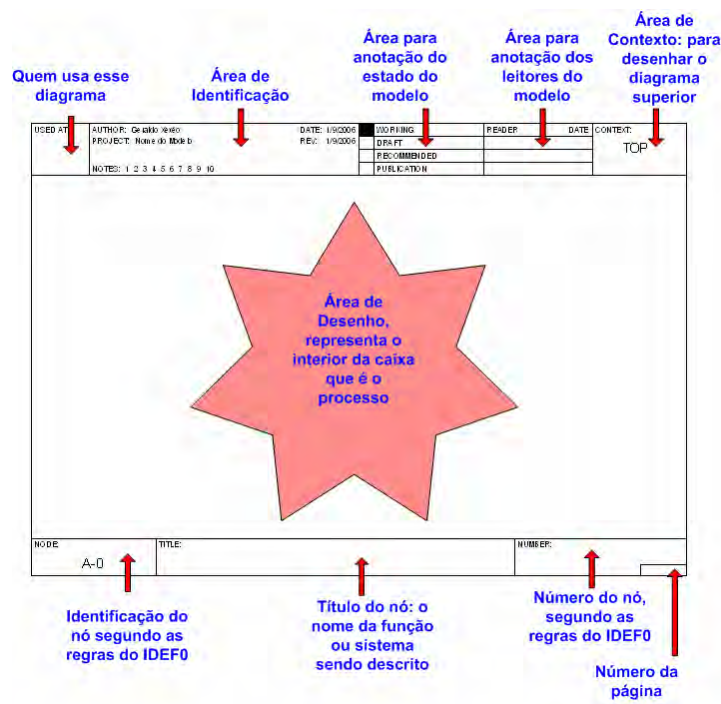
**Figura 36. Possíveis caixas definindo funções para o modelo IDEF0 do sistema “Selecionar Profissionais”**

Nesse ponto vamos incluir um novo objeto do IDEF0, o diagrama. Cada diagrama do IDEF0 também representa uma função. Porém, enquanto as caixas representam uma função como “caixa preta”, um diagrama descreve essa função como uma “caixa branca”. Um diagrama IDEF0 é uma página com o formato da figura a seguir.

USED AT:	AUTHOR: Geraldo Xexéo PROJECT: Nome do Modelo	DATE: 1/9/2006 REV: 1/9/2006	WORKING DRAFT RECOMMENDED PUBLICATION	READER	DATE	CONTEXT: TOP
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						
NODE: A-0		TITLE:			NUMBER:	

**Figura 37. Um quadro de um diagrama IDEF0, segundo o software BPWin (ou All Fusion Process Modeller), que segue basicamente as normas do padrão.**

Esse diagrama tem algumas regiões, que identificamos a seguir.



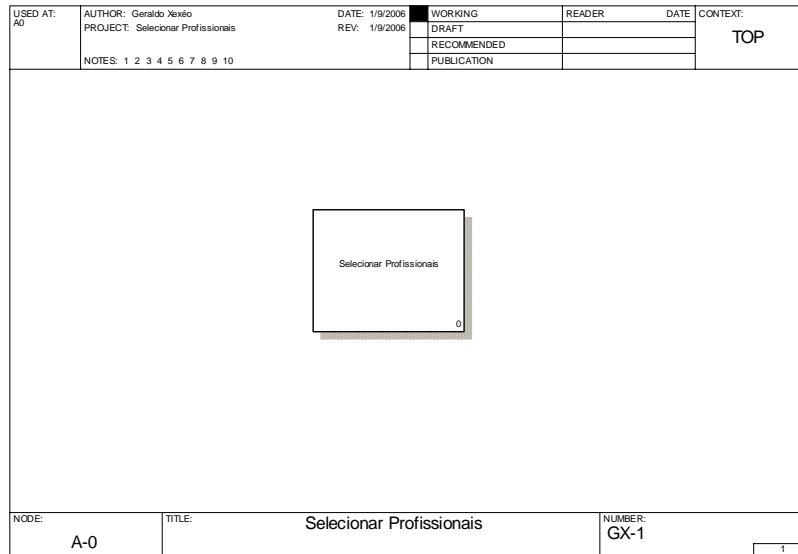
**Figura 38. Áreas do diagrama**

De cima para baixo podemos identificar as seguintes áreas do diagrama:

- USED AT, que indica em que diagramas esse diagrama é mencionado. Normalmente indicamos todos os diagramas filhos.
- Identificação, composta de vários campos, Autor, Nome do Projeto, Data e Data de Revisão.
- Notas: que são números que servem para ser cortados em função da criação de anotações no texto.
- Estado do trabalho, que pode ser “em trabalho”, “rascunho”, “recomendado” e “publicado”
- Anotações para os leitores marcarem que leram o projeto.
- Área de desenho do contexto do diagrama, que mostra um “resumo” do diagrama de nível superior, com a caixa sendo explicada em negro.
- Área de desenho.
- Nome do nó, que segue como regra colocar um “A” na frente do número que representa o caminho até chegar a caixa sendo descrita. Por exemplo, o diagrama que explica a caixa 1, que está no diagrama que explica a caixa 2, que explica a caixa 3 do diagrama A0 será chamado A321.
- Título do diagrama, que é o título da função sendo explicado ou outro título como “Glossário”.
- Número do diagrama, que se começa com as iniciais do criador e tem depois um número seqüencial, pela ordem de criação.
- Número da página do relatório.

Devemos notar que apesar de serem utilizados basicamente para servir na descrição detalhada de uma função, os diagramas do IDEF0 também servem para algumas outras funções, como criar índices ou glossários para a especificação completa.

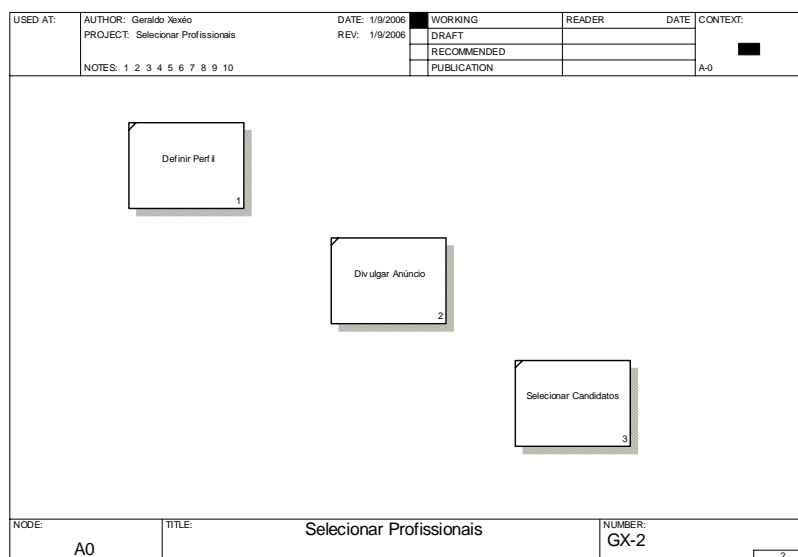
Nosso modelo então deve começar com um diagrama. O primeiro diagrama é sempre o **Diagrama de Contexto** e contém também uma única caixa, que representa todo o sistema. Além disso, esse diagrama tem o mesmo nome da caixa.



**Figura 39. Diagrama de Contexto do IDEF0, contendo apenas a função que representa o sistema completo. Faltam ainda as setas.**

O nome do primeiro diagrama é “A-0”, lido “A menos 0”. Esse nome, apesar de estranho, é padrão. Mais tarde discutiremos de forma mais detalhada a numeração. No diagrama “A-0” só existe a função “0”.

A função “Selecionar Candidatos”, do diagrama A-0, está descrita de uma forma muito geral. Para explica-la nós devemos “explodi-la”, ou seja, devemos criar um novo diagrama que a explique. A partir do diagrama “A-0” e da função “0” nós podemos criar o diagrama “A0”. Nesse diagrama colocaremos as funções que explicam como “Selecionar Profissionais” funciona.

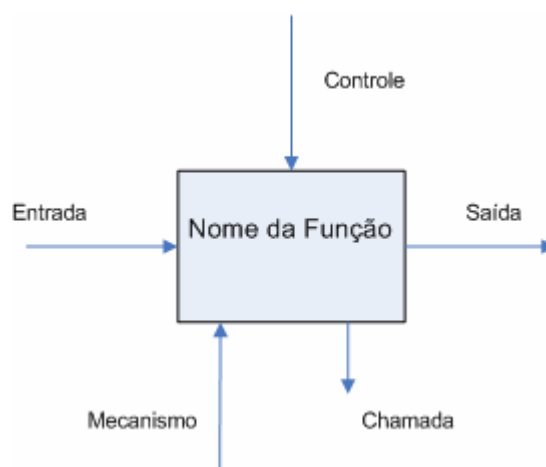


**Figura 40. A explosão do processo “0”, do diagrama “A-0”, é o diagrama A0. Ainda faltam as setas.**

Podemos agora continuar com nossa modelagem. Vendo os dois diagramas acima podemos compreender rapidamente que funções são feitas e a forma como uma função é composta pelas outras três. Porém, ainda pouca informação sobre essas funções: o que elas fazem realmente? Como elas se comunicam?

Para aumentar a informação que temos sobre as funções, nós descreveremos os fluxos de informações e objetos que trafegam entre elas. A função de cada uma das setas é dada pelo seu posicionamento ao redor da caixa da atividade, como descrito na figura a seguir.

- Entradas (setas entrando pela direita) são dados ou objetos que são transformados ou consumidos na saída pelo processo.
- Controles (setas entrando por cima) são condições necessárias para produzir a saída correta, podendo ou não ser transformados na saída. Controles são restrições na operação do processo.
- Uma saída (setas saindo pela esquerda) apresenta um **resultado** do processo, um artefato ou informação criada ou transformada por ele.
- Os mecanismos ou recursos (setas entrando por baixo) são os **meios, equipamentos**, ou mesmo **pessoas**, necessários para a realização da função, porém não são consumidos para produzir a saída.
- É possível que uma seta saia da parte de baixo do diagrama. Isso indica uma “chamada de função”, que na verdade representa que o processo chamador é explicado pelo processo chamado.



**Figura 41. Setas que indicam fluxos de objetos ou informações e em que posições e direções elas são válidas.**

Três tipos de setas entram na caixa e dois tipos de setas saem da caixa. Vamos diferenciá-las um pouco mais:

- É praticamente impossível confundir uma saída com alguma outra coisa.
- Toda caixa deve obrigatoriamente ter pelo menos uma saída.
- Uma chamada de função é também fácil de identificar.
- Um mecanismo não pode ser confundido com Entradas e Controles. Mecanismos são usados para fazer algo, são equipamentos como

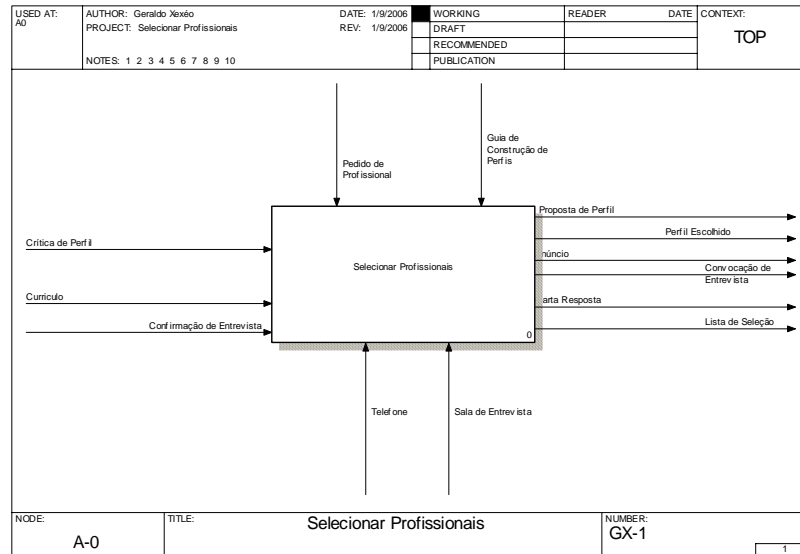
telefones, fax. Eles não são transformados (como uma entrada) e também não podem representar uma informação (como o controle).

O padrão é levemente confuso ao explicar a diferença entre “Entradas” e “Controles”. Vejamos algumas diferenças:

- Entradas são opcionais, controles são obrigatórios.
- Entradas podem ser informações ou objetos.
- Controles são sempre informações ou comandos.
  - Um objeto não pode ser controle.
- Entradas são obrigatoriamente consumidas ou transformadas.
  - Entradas alteram alguma coisa no sistema.
- Controles dirigem (controlam) a função.
- Se uma informação é apenas consultada, como um catálogo, é um controle.
- Controles podem ser consumidos ou não.
- Se não for identificado nenhum controle, uma entrada deve ser “promovida” para controle.
- Em caso de ambigüidade, mantenha a seta como Controle até que seja resolvida.

Um catálogo de preços que é consultado em uma função de venda, por exemplo, é um controle. Uma atividade onde uma decisão é tomada sem que nenhum de seus dados sejam alterados possui apenas Controles.

Além de todas as diferenças e regras de utilização, o padrão também diz que em caso de dúvida entre controle e entrada o analista deve escolher representar a seta como controle. Vamos, então, definir as entradas e saídas de nosso sistemas e ver como fica o diagrama na figura a seguir.



**Figura 42. Diagrama de Contexto do Projeto “Selecionar Profissionais”, agora com entradas, controles, saídas e mecanismos.**

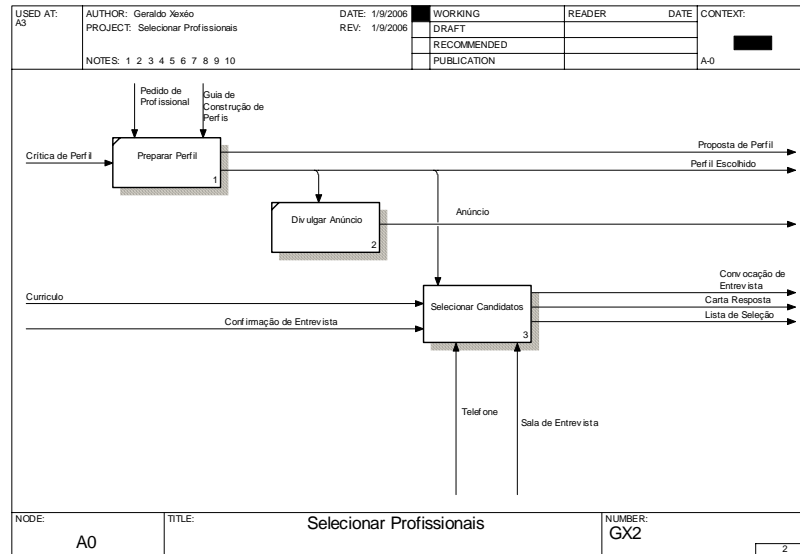
Analisando o diagrama acima podemos ver algumas características do nosso exemplo e também do diagrama IDEF0:

Para selecionar profissionais, é necessário ter as seguintes informações;

- “Pedido de Profissional”,
- “Guia de Construção de Perfil”,
- “Currículo”
- “Crítica de Perfil”
- “Confirmação de Entrevista”

Porém, o diagrama não indica algumas coisas, como o fato que a “Crítica de Perfil” só é entregue ao sistema depois do sistema produzir uma “Proposta de Perfil”, e que se a “Crítica de Perfil” for uma aprovação, o sistema produz o “Perfil Escolhido”.

Aqui chegamos a uma característica das funções descritas pelos diagramas IDEF0: sem conhecer detalhadamente como a função realmente é executada, não podemos dizer a ordem dos fluxos ou se eles são opcionais ou obrigatórios. Isso, porém, não é um defeito, mas sim uma propriedade ligada a necessidade de ter alguma abstração. Vamos ver agora a explosão da caixa “0”, o diagrama “A0”.



**Figura 43. O nó A0 é a expansão da caixa “0” do nó “A-0”.  
Podemos notar que as setas se conservam entre os diagramas.**

No diagrama acima, podemos ver algumas características importantes. É importante prestar atenção em algumas regras sintáticas do diagrama. As setas sempre entram ou saem do lado apropriado das caixas, e sempre partem ou vão em direção da margem ou de outra caixa.

As caixas se comunicam por meio dos fluxos. Os fluxos só dizem que função produz o fluxo e que função consome o fluxo, seja ele de objetos, comandos ou informações. Não há nenhuma suposição de uma função é capaz de invocar a outra, mandar mensagens ou exercer qualquer outra forma de comando. Entradas, saídas, controles e mecanismos são descritas como **responsabilidades** da função, sem nenhuma ordem, obrigatoriedade de uso ou prioridade.

O método IDEF0 não representa a sequência de atividades no tempo, apenas as interações entre as atividades.

Podemos ver também que os fluxos da caixa “0” do diagrama “A-0” são divididos entre as funções que compõe a função “Selecionar Profissional”. Nesse caso, nenhum fluxo é usado em mais de uma caixa, mas isso é plenamente aceitável.

Também podemos verificar que é possível criar fluxos internos, que demonstram a comunicação entre as funções. O fluxo “Perfil Escolhido” possui sub-fluxos internos.

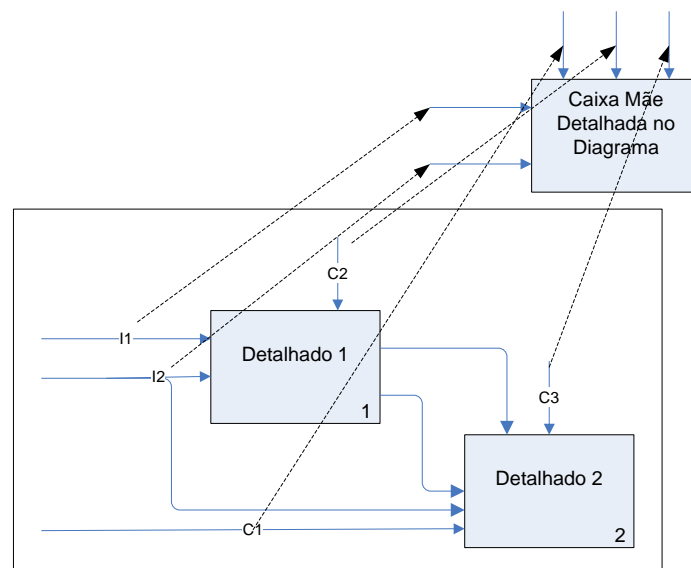
Podemos também aprender a como referenciar um objeto qualquer dos diagramas. Para isso usamos uma notação simples, que será detalhada mais adiante, composta de:

- Número do diagrama: A-0, A0, A1...
- Número da caixa: 1,2,3...
  - Uma caixa “1” em um diagrama “A0” é denotada na forma “A0.1”



- Uma letra para o tipo da seta, seguida de um número, no formato X#, como em C1, O2
  - A letra deve ser uma de:
    - I para entrada (*input*)
    - C para controle (*control*)
    - O para saída (*output*)
    - M para mecanismos (*mechanism*)
  - O número é a ordem seqüencial da esquerda para direita ou de cima para baixo
- Estando claro o contexto, as partes mais gerais do código podem ser abandonadas

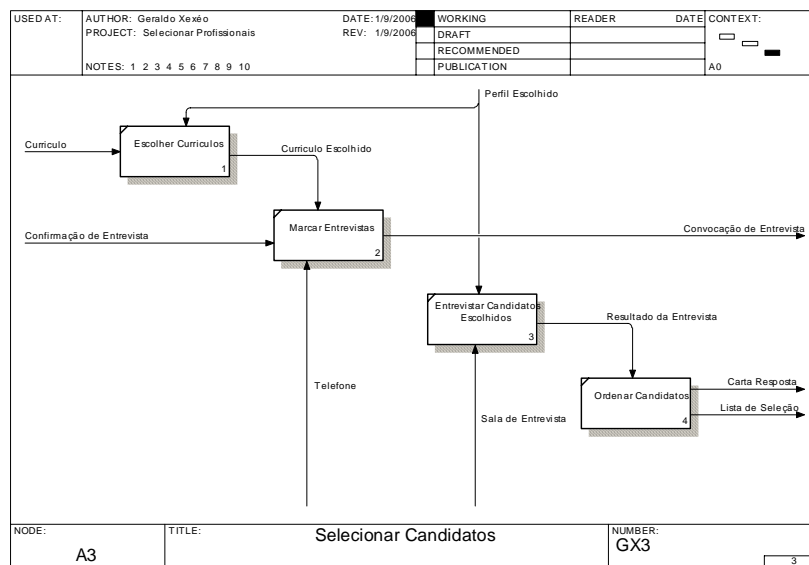
Assim, o código A0.2 representa a caixa “Divulgar Anúncio” e o código A0.3O2 representa o fluxo “Carta Resposta”.



**Figura 44. Exemplo de numeração ICOM e seu significado**

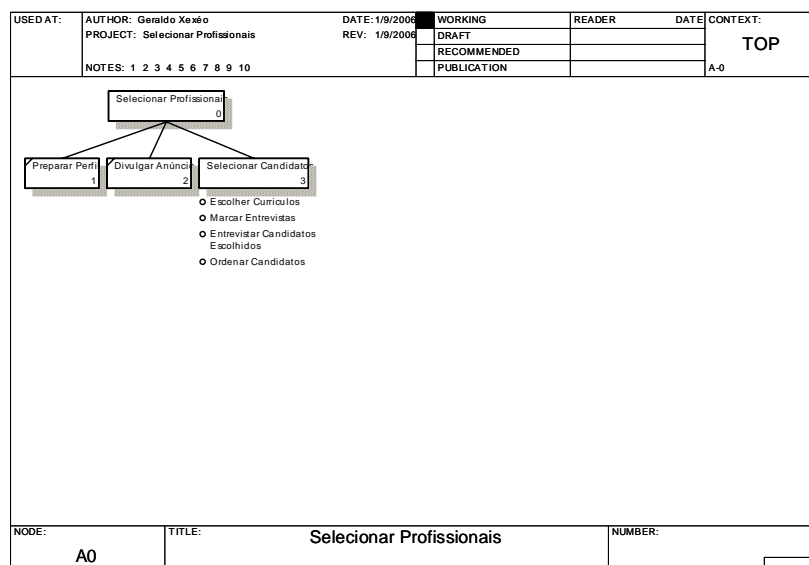
Mais um detalhe que podemos perceber é que a caixa A03.3 não apresenta uma marca no canto superior esquerdo, enquanto que as caixas 1 e 2 no mesmo diagrama apresentam uma linha nesse canto. A linha significa que essas caixas não estão expandidas, e a ausência de linhas significa o inverso, isto é, a caixa possui um diagrama que a explica.

Vejamos então a expansão da caixa A0.3, que é o diagrama A3.



**Figura 45. Diagrama A3 do modelo exemplo.**

Ainda é possível criar um diagrama resumo, que apresentamos a seguir:



**Figura 46. Diagrama resumindo nosso modelo IDEF0 (Árvore de nós).**

## VII.4.2 Sintaxe do IDEF0

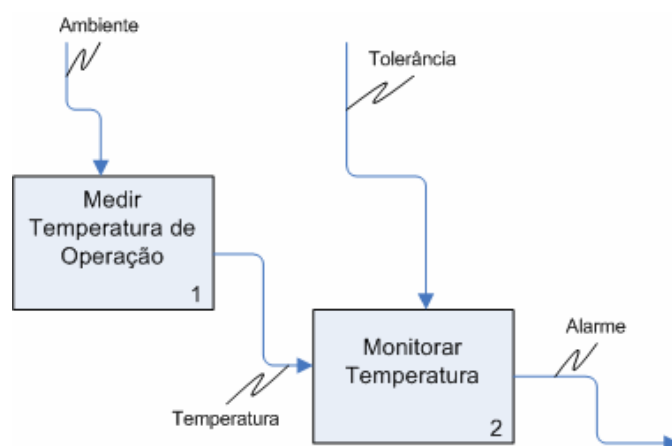
Os componentes da sintaxe de IDEF0 são diagramas (formados de caixas, setas, linhas), textos e glossários.

As funções, definidas como atividades, processos ou transformações, são representadas por caixas, que são conectadas uma às outras por meio de setas com significados distintos, representando dados ou objetos relacionados a cada função<sup>33</sup>. Todas as caixas e conectores são rotulados, sendo que um dicionário deve ser usado

<sup>33</sup> A metodologia IDEF0 é derivada de uma metodologia anterior conhecida como SADT.

para definir detalhadamente cada rótulo. Todas as caixas devem também receber um número (no canto inferior direito).

Diagramas IDEF0 são construídos de forma hierárquica, a partir de um diagrama inicial, chamado A-0 (A menos zero)<sup>34</sup> que sempre contém uma única atividade, numerada 0, a partir do qual são feitos detalhamentos<sup>35</sup> sucessivos. Cada detalhamento é representado por outro diagrama, contendo atividades interligadas, permitindo uma compreensão *top-down* do processo sendo descrito. O método limita o número de subfunções para uma função entre 3 e 6.



**Figura 47. Exemplo, em um fragmento de IDEF0, dos usos de controles e entradas.**

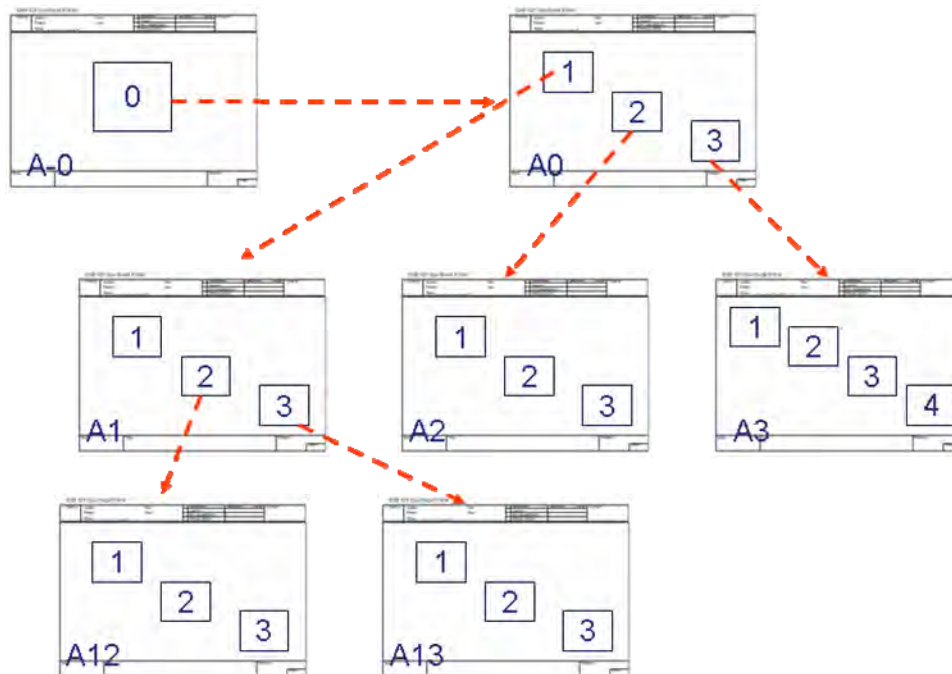
Algumas regras sintáticas:

- Os diagramas são desenhados em formulários padronizados.
- Diagramas são identificados (Node) na forma An, onde n é um número.
  - Um diagrama pode ser apenas para explicação (FEO - ver abaixo) ou conter apenas texto ou glossário. Nesse caso, o nó recebe o seu identificador seguido respectivamente das letras F, T ou G, como em A43F ou A34T.
- O diagrama A-0 (A menos zero) contém só uma caixa (a caixa zero), que é expandida no diagrama A0 (A zero).
  - Pode existir, opcionalmente, um diagrama que coloque o diagrama A-0 dentro de um contexto maior, chamado A-1 (A menos 1).
- O número de um diagrama é formado pelas iniciais do autor e um número seqüencial.
- Caixas denotam atividades, por isso devem ser nomeadas na forma <verbo> <objeto>.
- Cada caixa é numerada adicionando mais um número inteiro entre 1 e 6 (número máximo de caixas em um diagrama) ao número da caixa pai.

<sup>34</sup> O processo inicial é sempre o A-0, não existindo um processo B-0 em nenhum caso. A letra “A” vem de atividade.

<sup>35</sup> Também conhecidos informalmente como “explosões”.

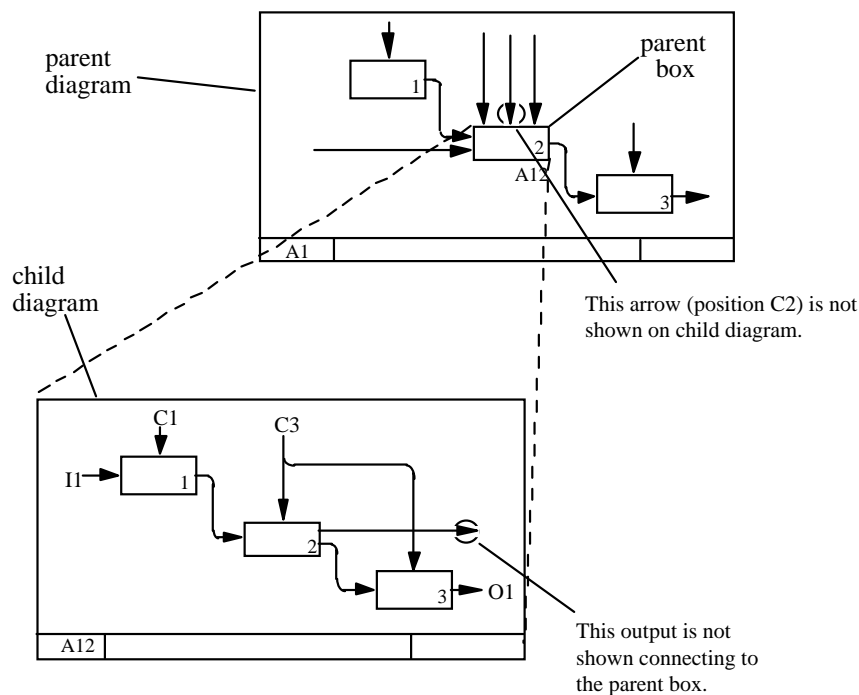
- As caixas são numeradas de 1 a 6, normalmente do canto superior esquerdo em direção ao canto inferior direito (sentido da leitura).
  - Em outras documentações, as caixas são referenciadas pelo nome do diagrama adicionadas do número da caixa (a caixa 1 do diagrama A1 se chama A1.1)



**Figura 48. Exemplo de numeração de diagramas e caixas de acordo com explosões (setas vermelhas). As setas ICOM foram eliminadas para facilitar a leitura.**

- Quando uma caixa é detalhada em outro diagrama, é colocada uma referência a esse diagrama abaixo do canto inferior esquerdo. Essa referência é conhecida como DRE.
- Cada caixa (função) é representada por um rótulo centralizado formado por um verbo ou um verbo-objeto e um segundo rótulo, no canto inferior direito, representando a identificação (“número”) do rótulo.
- Cada diagrama deve conter todas as setas que entram e saem do seu diagrama superior, que podem ser indicadas pela seguinte notação (conhecida como ICOM):
  - Controle: C1, C2, C3..., contados da esquerda para a direita na caixa explodida.
  - A cada revisão deve ser marcado um número de revisão (no diagrama, ver NOTES 1 2 3...).
  - Entradas: I1, I2, I3, contadas de cima para baixo na caixa explodida.
  - Saídas: O1, O2, O3, contadas de cima para baixo na caixa explodida.
  - Mecanismos: M1, M2,... contados da esquerda para a direita na caixa explodida.
- Setas denotam objetos ou dados (por isso devem ser substantivos)

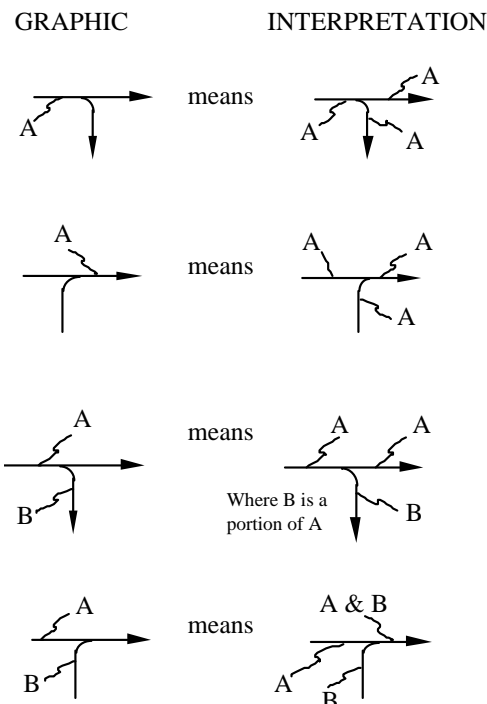
- As setas só fazem curvas de 90°, não apresentam inclinações.
- Setas não representam fluxo, mas sim como os dados e objetos necessários para o funcionamento de uma função são obtidos.
- Setas podem ser “tuneladas”. Isso significa que não apareceram no diagrama filho de uma caixa, mas apenas em “diagramas netos”. Para “tunelar” uma seta coloque parênteses em torno da ponta ou da raiz da seta (formando um “túnel”)



**Figura 49. Exemplo de tunelamento e DRE (na caixa 2 do diagrama A1)<sup>36</sup>**

- Uma seta pode ser dividida ou setas podem ser agregadas. Os segmentos resultantes devem ser nomeados adequadamente para representar as partes. Por exemplo, uma seta “identificação de usuário” e uma seta “solicitação de serviço” podem ser unificadas na seta “solicitação identificada”. O inverso também pode acontecer.
- Se uma seta contém dados e controles, ou se estamos incertos se contém controle ou dados, devemos mostrá-la como controle.

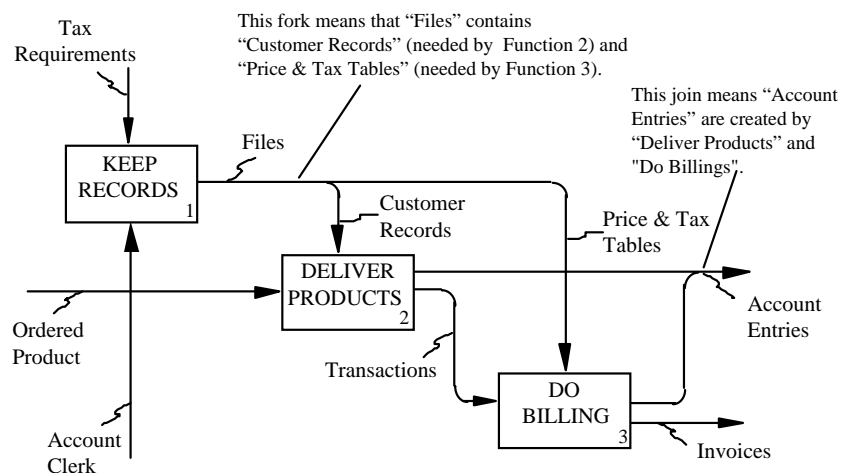
<sup>36</sup> Imagem pertencente a um padrão do governo americano e em domínio público.



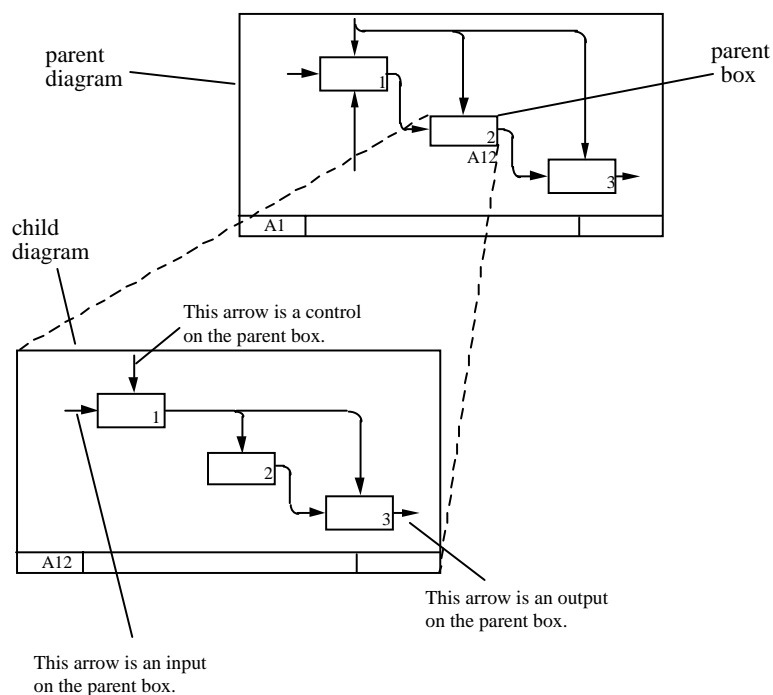
**Figura 50. Fork e join não rotulados têm interpretações padronizadas<sup>37</sup>**

- Uma caixa possui
  - No mínimo 1 seta de controle
  - No mínimo 1 seta de saída
  - No máximo 1 seta de chamada
  - Zero ou mais setas de entrada e mecanismo
- Informação de suporte pode ser colocada em um texto associado ao diagrama.
- Abreviações, jargão, etc., devem ser colocados em um glossário (único para o modelo).

<sup>37</sup> Imagem pertencente a um padrão do governo americano e em domínio público.



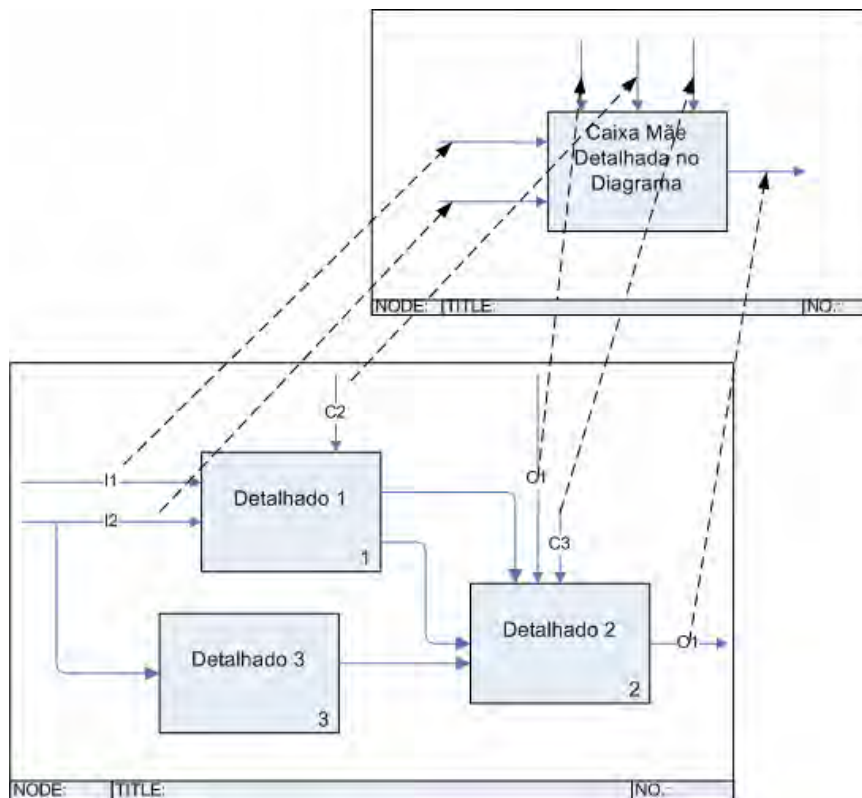
**Figura 51. Conexões entre caixas<sup>38</sup>**



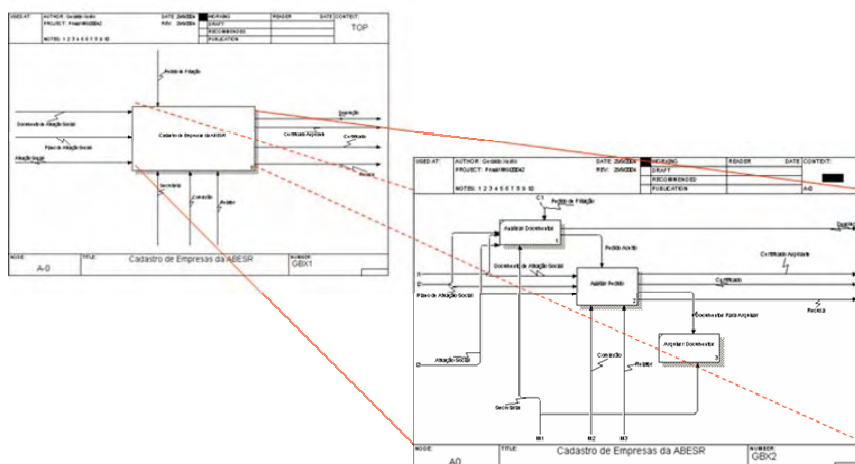
**Figura 52. Relacionamento entre diagramas, com exemplo de DRE na caixa 2 do diagrama A1.<sup>39</sup>**

<sup>38</sup> Imagem pertencente a um padrão do governo americano e em domínio público.

<sup>39</sup> Imagem pertencente a um padrão do governo americano e em domínio público.



**Figura 53. Numeração das setas de acordo com o diagrama superior.**



**Figura 54. A explosão de uma função deve manter todas as setas.**

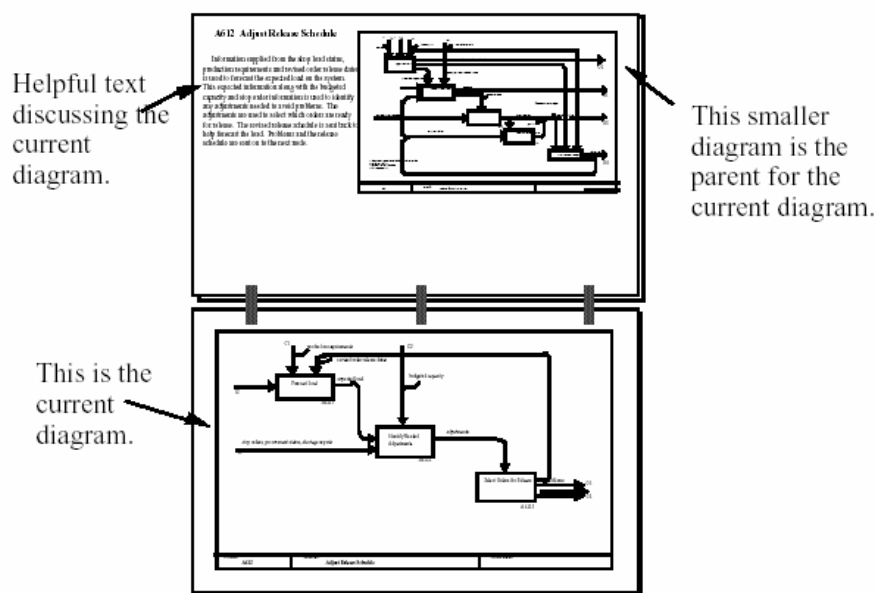
- Diagramas apenas para exposição (FEO – "for exposition only") podem ser usados onde um nível adicional de conhecimento é necessário para entender adequadamente uma área específica do modelo.
- Diagramas FEO não precisam seguir as regras de sintaxe do IDEF0
- Diagramas FEO são numerados com um F no final de seu código, ou seja, do código que teriam se fossem um diagrama normal.
- Ao se referenciar a objetos do diagrama, a seguinte notação deve ser usada:



Notação de referência para o IDEF0	
Notação de Referência	Significado
2I1	Caixa 2 Entrada 1
O2	A seta cujo código ICOM é O2 (Saída 2)
2O2 para 3C1 ou 2o2 para 3c1	A seta de 2O2 para 3C1 (I, C, O ou M podem ser maiúsculas ou minúsculas).
I2 para 2I3 para 2O2 para (3C1 e 4C2)	Da seta com código ICOM I2 para a caixa 2, entrada 3, através da ativação da caixa 2 que fornece a saída 2, para a disponibilidade (por meio de um <i>fork</i> ) dessa saída como controle 1 na caixa 3 e controle 2 na caixa 4.
A21.3C2	No diagrama A21 nesse modelo, veja o controle 2 da caixa 3. O ponto significa “olhe especificamente para”.
A42.3	No diagrama A32, veja a nota de modelo 3.
A42. 3	Notação opcional para “No diagrama A32, veja a nota de modelo 3”, usando barras verticais em vez de uma caixa para identificar a nota.
A42.3	No diagrama A42 desse modelo, veja a caixa 3.
MFG/A42.1	NO diagrama A42 do modelo MFG veja a caixa 1

**Tabela 9. Notação de referência para o modelo IDEF0, segundo IFIPS 183.**

O padrão IDEF0 pede que um modelo seja publicado como no formato dado na figura a seguir.



**Figura 55. Formato de publicação pedido pelo padrão IDEF0<sup>40</sup>**

<sup>40</sup> Imagem pertencente a um padrão do governo americano e em domínio público.

#### **VII.4.2.1 O tunelamento**

Existem duas posições para colocar um tunelamento (na forma de parênteses): na extremidade próxima a função ou na extremidade próxima à borda do diagrama:

Quando colocado em torno da extremidade conectada a função, isso significa que todas as sub-funções daquela função presentes no diagrama inferior possuem, de forma implícita, essa seta.

A seta pode ser retomada, se necessário, nos diagramas de níveis mais baixos, sem nenhum problema (ela “pula” um ou mais níveis do diagrama, do mais abstrato para o menos abstrato).

Quanto colocado em torno da extremidade próxima a borda do diagrama significa que essa seta existe implicitamente em todas as funções mais abstratas (diagramas superiores) que a função sendo descrita.

#### **VII.4.3 Construção de um modelo IDEF0**

Um modelo IDEF0 deve ser construído normalmente da forma *top-down*, partindo do mais abstrato para o mais detalhado. O método *top-down* permite que nos preocupemos primeiro com questões gerais do sistema, como a sua justificativa, que funções deve realizar e, mais tarde, com sua realização. Outra característica importante é a necessidade de delimitar o escopo de análise e descrição do sistema, o que também é apoiado pela técnica *top-down* do IDEF0, já que ela exige que uma descrição abstrata do sistema tenha sua fronteira bem definida, na forma de entradas, saídas, controles e mecanismos {Pierre Nancy, 2004 1998 /id}.

Ele pode ser usado tanto para representar processos já existentes quanto para representar processos novos. No primeiro caso se sugere uma estratégia de construção *bottom-up*, no segundo caso a estratégia *top-down* pode ser mais apropriada.

Um conjunto de diagramas IDEF0, conhecido como um kit IDEF0, tem que responder a duas perguntas: para que serve o sistema e como ele funciona.

##### **VII.4.3.1 Objetivo**

Para começar a modelagem IDEF0 o analista deve primeiro determinar e descrever de forma clara qual o objetivo do modelo, em que ponto de vista as atividades serão descritas e em que contexto isso é feito. Isso funciona como uma especificação de requisitos do modelo que está sendo feito. Quando o objetivo do modelo é atingido, o modelo está completo.

Um objetivo possível é, por exemplo, “identificar oportunidades para consolidar funções já existentes de forma a melhorar o desempenho da organização”. Claro que esse objetivo sofre de um excesso de “linguagem de negócios” que pode ofuscar sua verdadeira utilidade. Normalmente devemos preferir termos mais diretos como “identificar as funções da organização em busca de estudá-las e propor um plano de melhoria de desempenho com possível reestruturação das mesmas”.

##### **VII.4.3.2 Ponto de Vista**

O ponto de vista descreve a perspectiva tomada na construção, revisão e leitura do modelo, definindo, na prática, os limites do modelo e como as atividades do sistemas sendo descrito serão abstraídas ou idealizadas. A partir de um ponto de vista controlamos o escopo e o nível de detalhe de um modelo IDEF0. O ponto de vista é sempre único, apesar das sessões de modelagem incluírem normalmente diferentes participantes com múltiplos pontos de vista.

Uma forma de imaginar um ponto de vista e melhor descreve-lo é entender o IDEF0 como parte de um manual destinado a descrever o funcionamento do sistema para alguma pessoa ou algum grupo no contexto do negócio.

#### **VII.4.3.3 Contexto**

O escopo do modelo é dividido em duas partes: a profundidade e a extensão. A profundidade define o nível de detalhe esperado do modelo. A extensão define as fronteiras do sistema sendo analisado.

É importante a definição inicial do contexto, mesmo tendo consciência que ele pode sofrer alterações (intencionais) durante o curso do processo de modelagem.

O contexto é representado fortemente no diagrama de contexto (A-0), principalmente pela definição de fronteira do sistema indicada pelas entradas (incluindo controles) e saídas.

#### **VII.4.3.4 Regras gerais de construção**

O método sempre se inicia pela definição da caixa inicial (A-0) e sua expansão em um diagrama de primeiro nível (A0). A partir desse ponto, sempre que for necessário expandir uma função será criado outro diagrama filho, mantendo as seguintes regras {Pierre Nancy, 2004 1998 /id}:

- Cada função deve trazer algum valor agregado a suas entradas e controles.
- Cada função recebe um nome na forma verbo no infinitivo + objeto direto
- Os sub-sistemas de uma função devem suportar diretamente a função.
- Cada seta que entra ou sai de uma função deve ser encontrada em seu diagrama de expansão .
- As setas podem entrar ou sair de uma ou mais funções
- As setas pode ser divididas de forma a transportar parte de informação para uma função e parte para outra.
- Em casos especiais as setas podem não aparecer em um diagrama superior, em um processo conhecido como tunelamento, destinado a abstrair informações.
- Cada seta deve receber um nome ou um código que a identifique unicamente.
- Os mecanismos podem ser suprimidos se isso não afetar a compreensão do modelo
- Só devem ser mencionados os elementos necessários para o objetivo da construção do modelo
- As saídas indicam um valor agregado as entradas e controles, ou ainda resultados colaterais, sub-produtos, ou “dejetos” dos processos.
- A borda de um diagrama representa a borda da atividade expandida. Todas as atividades são realizadas nas “folhas”, isto é, na última atividade modelada (mais detalhada). As atividades superiores são apenas abstração que não desempenham nenhum procedimento real.

Algumas heurísticas interessantes para se usar durante a modelagem{Richard J.Mayer, 1992 1999 /id}:

- Questione as fronteiras.
- Essa atividade cai dentro do escopo da atividade superior?
- Esta atividade está conforme o escopo e o ponto de vista estabelecido no projeto?
- Observe os limites numéricos do modelo (3 a 6 sub-funções por diagrama)
- Não procure sempre 6 atividade, descreva as atividades como elas aparecem no mundo real.
- Cuidado com excesso de ligação entre as atividades (teia de aranha), que indica a falta de organização dos nível de abstração das atividades

#### **VII.4.3.5 Passos da construção do modelo**

A seguir, os passos a serem seguidos quando da construção de um modelo IDEF0:

1. Defina objetivo e motivação
2. Responda as seguintes perguntas
3. Por que o processo está sendo modelado?
4. O que esse modelo vai mostrar?
5. O que os leitores desse modelo poderão fazer com ele?
  - Exemplo: “Identificar as tarefas de cada funcionário da loja, entendendo como elas se relacionam em detalhe suficiente para desenvolver um manual de treinamento”
6. Desenvolva as questões que o modelo deve responder
  - Exemplos: “Quais as tarefas do atendente?”, “Quais as tarefas do arrumador?”, “Como os produtos circulam na loja?”
7. Desenvolva o ponto de vista
8. Defina o escopo do sistema
9. Dê um nome ao sistema
10. Use um nome condizente com o escopo definido
  - Normalmente o nome de um sistema utiliza termos bastante genéricos
11. Defina os ICOMs principais
12. Defina as saídas, incluindo as saídas que acontecem quando o processo não acontece de forma satisfatória
  - Todas as saídas possíveis do processo devem estar presente no modelo
13. Defina as entradas

- As entradas devem ser processadas para gerar as saídas
- Normalmente o nome de uma entrada não permanece o mesmo na saída
- Algumas vezes entradas recebem adjetivos como “simples” ou saídas recebem adjetivos como “verificada” para demonstrar que apesar de não haver uma modificação houve um processamento da entrada para a saída.

14. Defina os mecanismos

15. Defina os controles

16. Lembre que todas as atividades possuem ao menos um controle

- Controle existem na forma de regras, políticas, procedimentos, padrões, etc.
- No caso de indecisão entre entrada e controle, modele como controle.

17. Numere as atividades e diagramas

18. Se necessário, decomponha as atividades

19. Repita o processo de modelagem, mantendo a consistência

20. Se necessário, construa modelos FEO (apenas para informação)

- Por exemplo, para indicar outro ponto de vista
- Para ilustrar detalhes que não são suportados pela notação IDEF0

21. Controle o tamanho do diagrama a partir do escopo (principalmente controlando a extensão do diagrama)

22. Controle a profundidade do diagrama a partir do detalhe necessário para o objetivo do modelo.

#### VII.4.4 Exemplo de IDEF0

O texto a seguir representa a descrição de um processo executado em uma empresa de software. O nome desse processo é “Atender Relatório de Bug”. O processo envolve dois departamentos da empresa: o departamento de testes (DT) e o departamento de desenvolvimento (DD). As informações que devem ser guardadas estão sublinhadas. Os eventos iniciais ou finais estão em negrito.

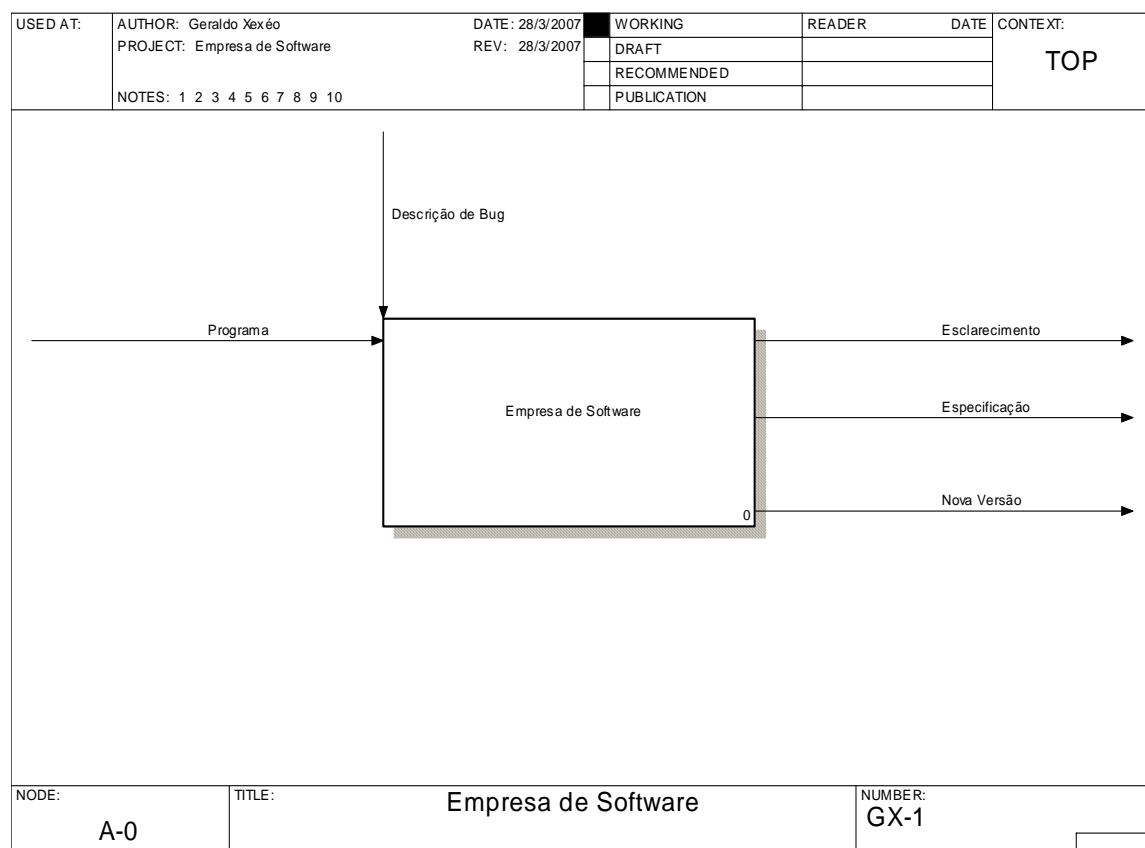
O processo acontece da seguinte forma:

Tudo começa quando um **bug é relatado** ao departamento de testes (DT), que recebe um relatório de bug. O DT deve, então, avaliar a existência do bug. Se o bug não for confirmado, então ele não existe e deve ser feito um esclarecimento do problema para quem relatou o bug. Nesse caso, o processo acaba com um **bug negado**.

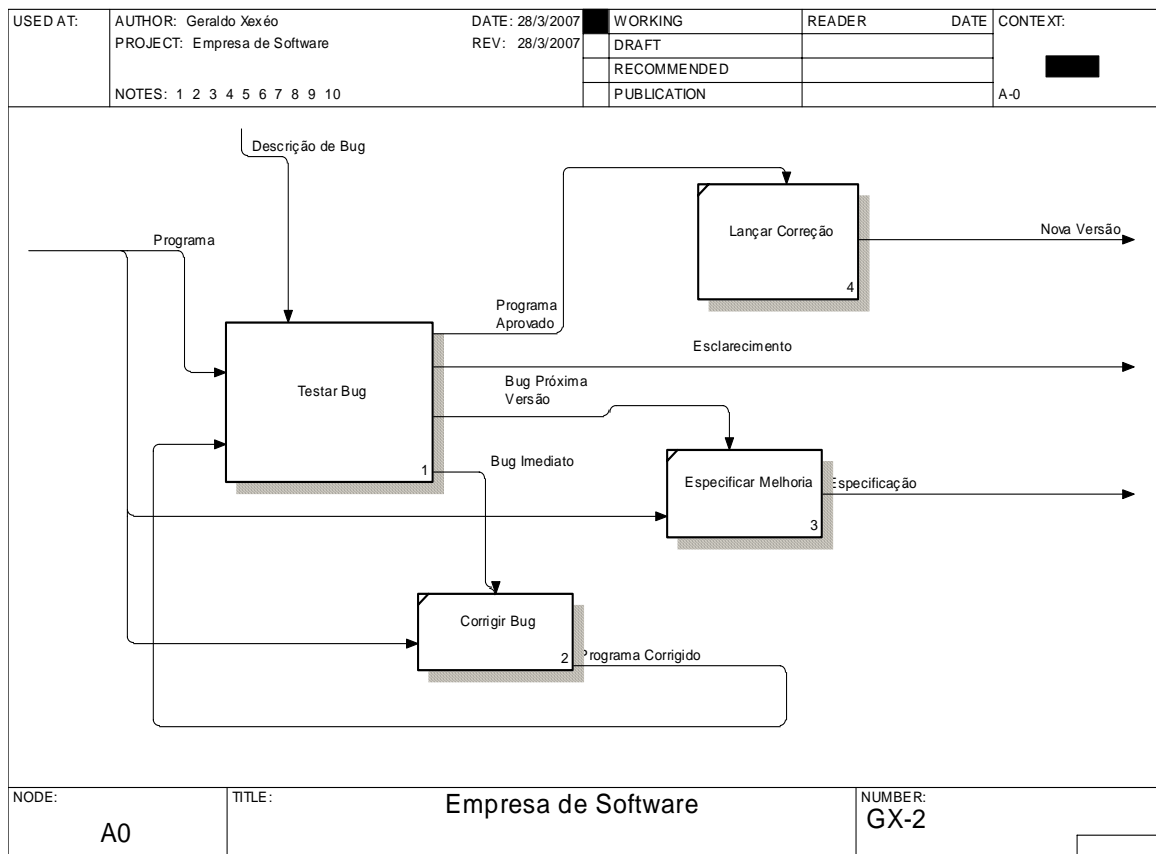
No caso do bug ser confirmado, então o DT deve determinar a prioridade do bug. Novamente, duas opções são possíveis: o bug tem prioridade imediata ou prioridade apenas para a próxima versão.

No caso de prioridade para próxima versão, o departamento de desenvolvimento (DD) prepara uma solicitação de melhoria e o processo é encerrado com o **bug aceito** (mas não corrigido).

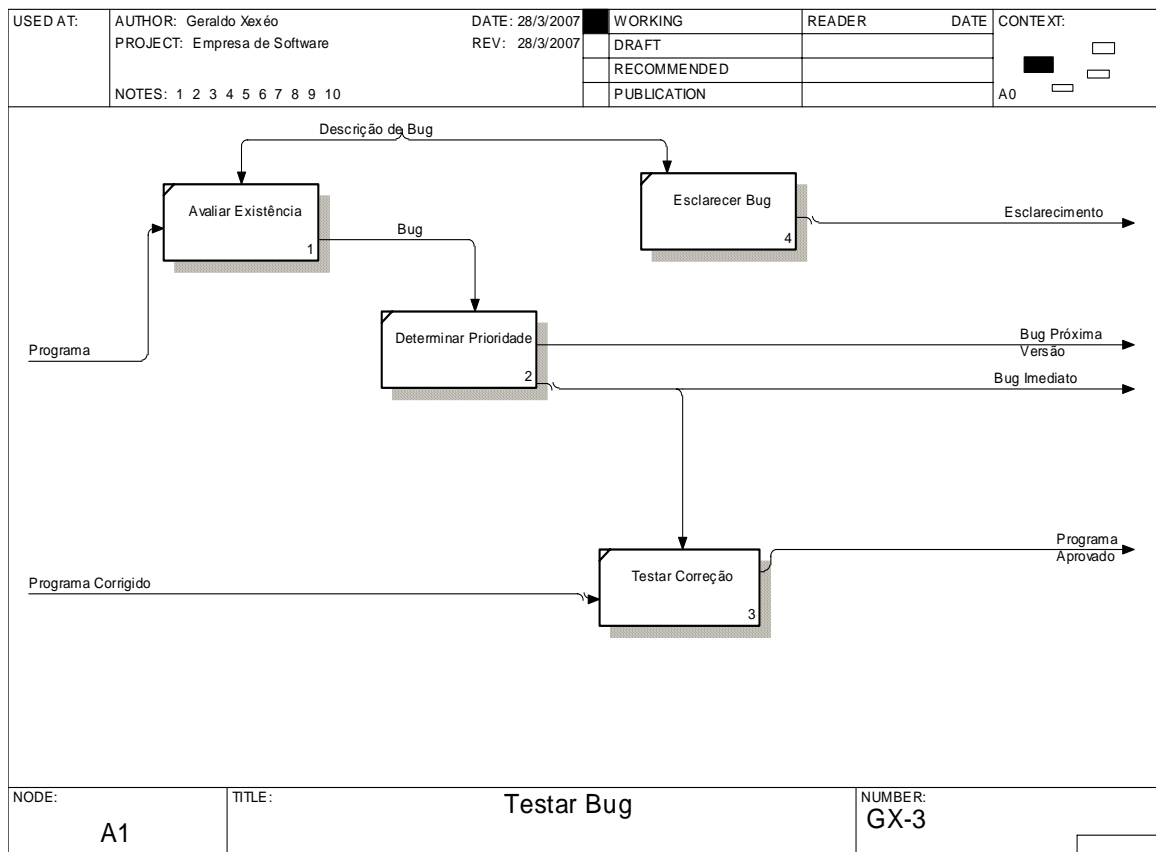
No caso de prioridade imediata, enquanto o DT prepara os Casos de Teste para o bug, o DD corrige o problema (isso é feito em paralelo). Quando os casos de teste e a correção estão prontos, o DT deve testar a correção. Caso a correção determine que o bug foi resolvido, o DD deve lançar uma nova versão do software e o processo se encerra com o **bug corrigido**. Caso a correção determine que o bug não foi resolvido ou foi parcialmente resolvido, então ele deve voltar para a avaliação de prioridade.



**Figura 56. Diagrama de Contexto para o texto anterior.**



**Figura 57. Diagrama de nível 0 para o texto anterior**



**Figura 58. Diagrama A1 para o texto anterior.**

## VII.5 Processos de Negócio

Processos de negócio são grupos de decisões e atividades, logicamente relacionadas, requeridas para o gerenciamento de recursos da empresa<sup>41</sup>.

Podemos entender “processos de negócio como uma sequência de passos e decisões, iniciadas em resposta a um evento de negócio, que alcança um resultado específico e mensurável, tanto para o consumidor do processo como para outros interessados (*stakeholder*).”[B22] Além disso, é necessário que identifiquemos instâncias específicas dos resultados.

Não é trivial identificar processos, pois eles acontecem dentro da organização de forma esparsa, provavelmente envolvendo diversas pessoas e departamentos. Também não é trivial representar processos, pois corremos vários riscos, como fazer uma representação muito complexa ou muito simples, ser impreciso ou utilizar o método de forma errada.

Normalmente, sistemas de informação são utilizados para automatizar processos de negócios. Pode ser necessário, antes de fazer o levantamento de

<sup>41</sup> Esta é a definição do BSP



requisitos de um sistema, levantar como funciona o processo onde ele está inserido ou que vai substituir.

Nesse tipo de modelagem estamos preocupados com a forma em que os processos são executados dentro da empresa. Existem várias formas de se tratar a descrição de processos atualmente, variando em diferentes níveis de complexidade.

## VII.6 Fluxogramas

Fluxogramas são provavelmente a forma mais tradicional de modelar processos. Atualmente, fluxogramas são poucos utilizados, tendo sido substituídos por outras formas, semelhantes, que foram criadas com a finalidade de evitar problemas comuns encontrados na criação dos fluxogramas.

É importante frisar que fluxogramas podem ser utilizados em vários níveis do desenvolvimento de sistemas. Seu uso mais comum, no passado, era na especificação de algoritmos, mas esta prática está totalmente superada, sendo normalmente substituído por programas em linguagens de alto nível. Seu uso na especificação de processos também está em franca decadência, nesse caso o que se vê é a sua substituição por diagramas mais modernos (incluindo o uso de fluxogramas em diagramas de raia<sup>42</sup>).

## VII.7 EPC

EPC é a sigla em inglês para *Event Driven Process Chain* (Cadeia de Processos Dirigida por Eventos). Esse método é parte simplificada do método ARIS usada para modelagem de processo e tem grande aceitação no mundo, estando muitas vezes associado à implantação de sistemas de ERP SAP/R3.

Nesse método, um processo é modelado segundo fluxo de eventos e funções.

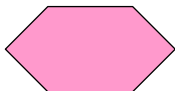





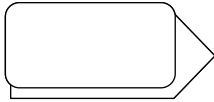
As principais primitivas, descritas na figura abaixo, são:

- **Funções**, que representam atividades, decisões, tarefas, processamento de informações ou outros passos do processo que precisam ser executadas.
  - Possivelmente
    - São iniciadas ou iniciadas ou habilitadas por eventos,
    - Geram eventos
    - Consomem recursos,
  - Exigem gerenciamento, tempo, e atenção.
  - Podem representar:
    - Atividades tangíveis
    - Decisões (mentais)
    - Processamento de Informações

---

<sup>42</sup> swimlane diagrams

- Um processo que é descrito por outro diagrama EPC.
  - Nesse caso, as ferramentas CASE fornecem alguma marca indicativa de que a função pode ser expandida.
- **Eventos**, que representam situações, ou estados do sistema, antes ou depois da execução de uma função.
  - Eventos podem ser
    - uma pré-condição
    - uma pós-condição para uma função.
  - Um evento não consome tempo nem recursos por si só.
- **Conectores Lógicos**, que permitem a unificação e separação de fluxos segundo os conceitos de E, OU ou OU-exclusivo.
- **Caminho**, que indica que os próximos passos são descritos por meio de um outro diagrama .

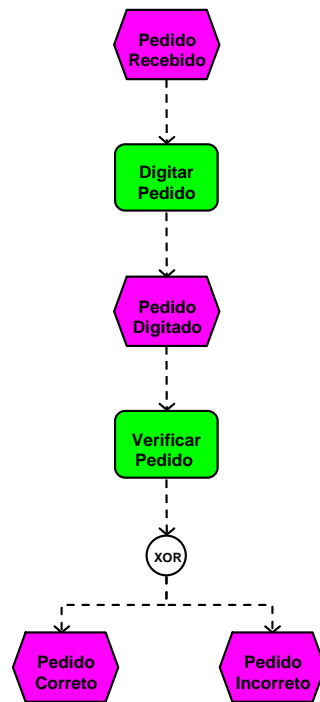
Tipo	Símbolo	Definição
Evento		Um Evento descreve uma ocorrência que causa um efeito (função)
Função		Uma função descreve uma transformação (uma mudança no estado do sistema)
Conectores	   XOR    AND    OR	Um conector estabelece conexões lógicas entre eventos e funções
Fluxo		Um fluxo descreve uma relação lógica ou temporal entre funções e eventos
Caminho		Um caminho estabelece uma relação entre processos.

**Figura 59. Principais componentes de um EPC**

EPCs (e eEPCs) são modelados semanticamente como Redes de Petri. O leitor interessado pode encontrar na Internet vários documentos tratando do assunto e demonstrando problemas semânticos no uso de algumas construções.

### VII.7.1 Uso Básico

No diagrama abaixo, podemos ver um exemplo simples de EPC seguindo as regras básicas de sintaxe.



**Figura 60. Exemplo de um EPC de um processo de recebimento de pedido**

A seguir, descreveremos as formas básicas de uso dos componentes de um diagrama EPC.

#### VII.7.1.1 Processos

A seguir, apresentaremos algumas regras básicas.

O nome de um processo é sempre da forma:

*<verbo no infinitivo> <objeto direto>*

Como, por exemplo, na figura a seguir:



**Figura 61. Exemplo de um processo.**

#### VII.7.1.2 Eventos

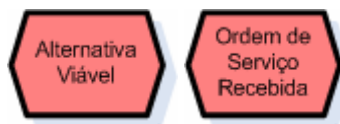
Um evento não tem uma regra fixa, porém, na maioria dos casos segue a sintaxe:

*<Sujeito> <Verbo na voz passiva>*

Ou, mais simplesmente:

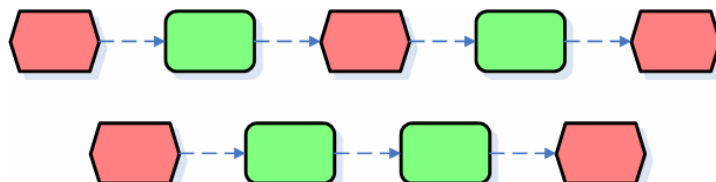
*<Substantivo> <Adjetivo>*

Como os exemplos da figura a seguir:



**Figura 62. Exemplos de eventos**

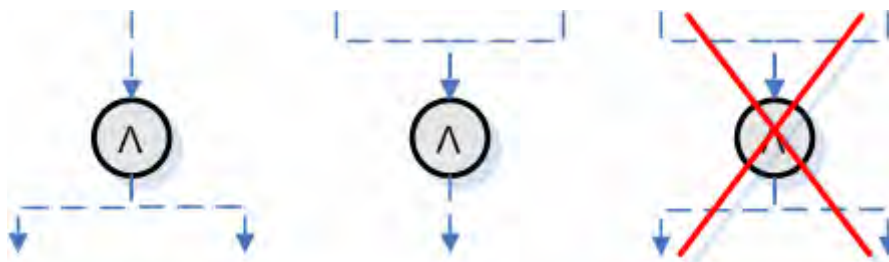
Segundo a versão original de EPCs, sempre deveria haver um evento entre dois processos. Atualmente é permitido que uma seqüência de processos não tenha nenhum evento entre eles. Logo, os diagramas das figuras a seguir podem ser usados como equivalentes.



**Figura 63. Duas cadeias que podem ser usadas de forma equivalente na notação atual de EPC. O evento intermediário, como não serve para indicar caminho, pode ser dispensado.**

#### VII.7.1.3 Conectores

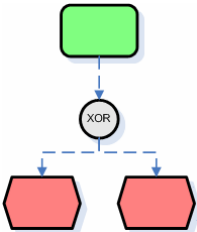
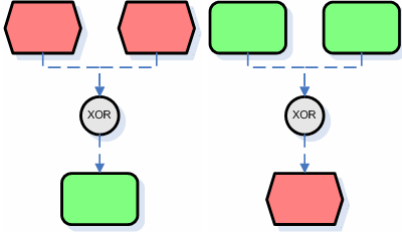
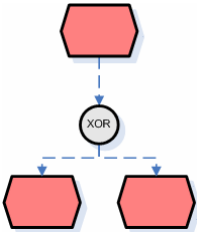
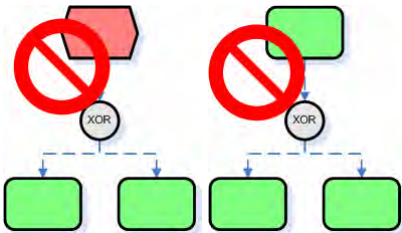
Os conectores E, OU e OU-EXCLUSIVO funcionam de duas formas: como divisores de caminho (*split*) e como junção de caminhos (*join*). Não é possível utilizar um conector simultaneamente nas duas formas.



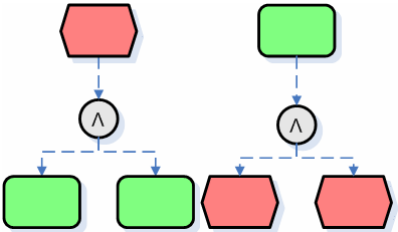
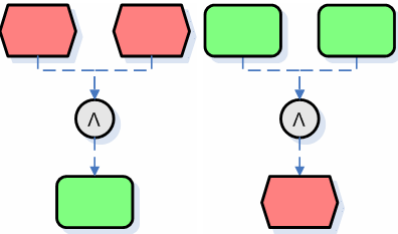
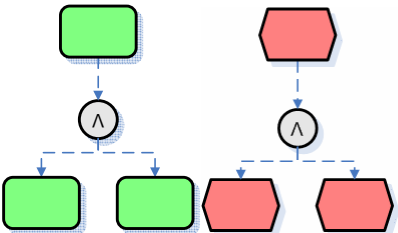
**Figura 64. Um conector só pode ser utilizado na forma de divisor ou junção, e nunca das duas formas ao mesmo tempo.**

De acordo com as regras sintáticas para EPCs, é possível que um processo produza um ou mais eventos simultaneamente, pelo conector E, ou não, pelos conectores OU ou OU-EXCLUSIVO. Já um evento só pode habilitar um grupo de processos simultaneamente, pelo conector E, não sendo viável que de um evento se tenha uma opção de caminho, não sendo possível a partir de um evento alcançar diretamente um conector OU ou OU-EXCLUSIVO.

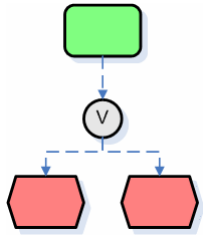
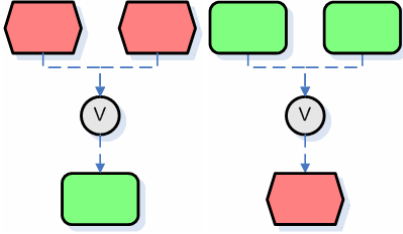
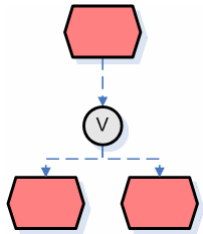
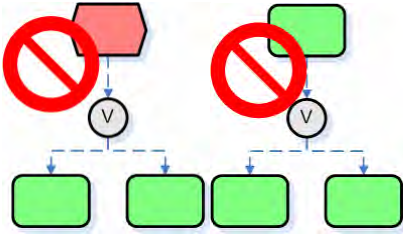
As figuras a seguir apresentam as configurações permitidas e proibidas para o uso de conectores. Sempre que apresentamos 2 eventos ou 2 processos é possível utilizar mais desses componentes.

	<p>Configuração permitida para o conector OU-EXCLUSIVO (XOR), funcionando como marca da necessidade de escolher entre dois ou mais caminhos (como um if-then-else ou case).</p> <p>Os eventos indicam que caminho deve ser seguido. Os eventos <b>não podem acontecer</b> ao mesmo tempo.</p>
	<p>Configuração permitida para o conector OU-EXCLUSIVO (XOR), funcionando como ponto de convergência (join) entre dois caminhos que não serão atravessados simultaneamente.</p>
	<p>Configuração possível, mas não comum para o EPC.</p>
	<p>Configurações <b>não</b> permitidas para o conector OU-EXCLUSIVO (XOR), pois <b>não é possível</b> escolher que caminho seguir.</p>

**Tabela 10. Configurações para o conector OU-EXCLUSIVO (XOR).**

	<p>Configuração permitida para o conector E, funcionando como marca da necessidade de seguir simultaneamente dois ou mais caminhos.</p> <p>Como os caminhos são obrigatórios, não há problema quanto a falta de eventos que indiquem que caminho seguir.</p>
	<p>Configuração permitida para o conector E, funcionando como ponto de convergência (join) entre dois caminhos que serão atravessados simultaneamente, ou seja, sendo um ponto de <b>sincronismo</b>.</p>
	<p>Configurações possíveis, mas não comuns para o EPC.</p>

**Tabela 11. Configurações para o conector E. Não há configurações não permitidas**

	<p>Configuração permitida para o conector OU, funcionando como marca da necessidade de escolher entre dois ou mais caminhos.</p> <p>Os eventos indicam que caminho deve ser seguido. Os eventos <b>podem acontecer</b> ao mesmo tempo, sendo que nesse caso vários caminhos podem ser seguidos simultaneamente.</p>
	<p>Configuração permitida para o conector OU, funcionando como ponto de convergência (join) entre dois caminhos que podem ou não serão atravessados simultaneamente.</p> <p>Esta utilização deve ser evitada, pois não é possível determinar quando o conector deve deixar o processo continuar.<sup>43</sup></p>
	<p>Configurações possível, mas não comum para o EPC.</p>
	<p>Configurações <b>não</b> permitidas para o conector OU-EXCLUSIVO (XOR), pois <b>não é possível escolher que caminho seguir</b>.</p>

**Tabela 12. Configurações para o conector OU.**

Conectores em branco podem ser utilizados para representar em um diagrama mais simples um conjunto de conexões muito complexas. Veja o exemplo nas figuras a seguir.

<sup>43</sup> Esse é um problema reconhecido e em aberto em relação a semântica do EPC.

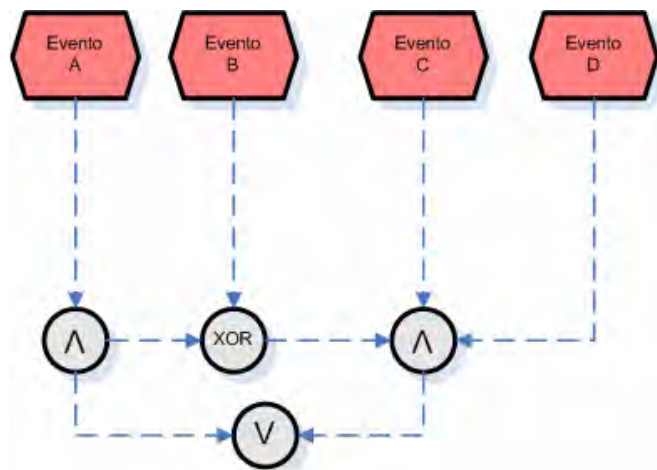


Figura 65. Exemplos de decisão complexa.

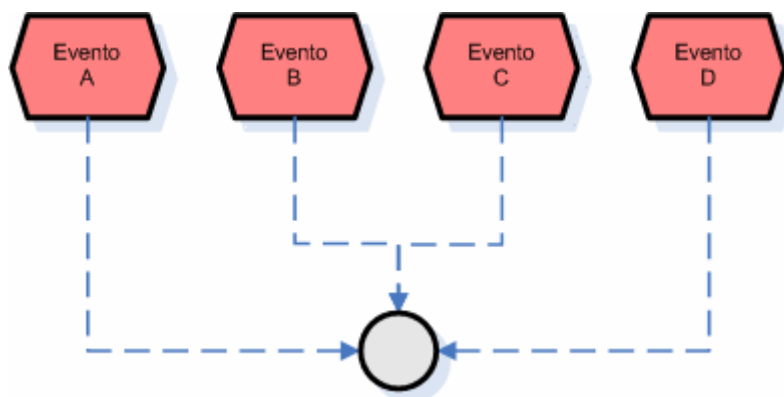
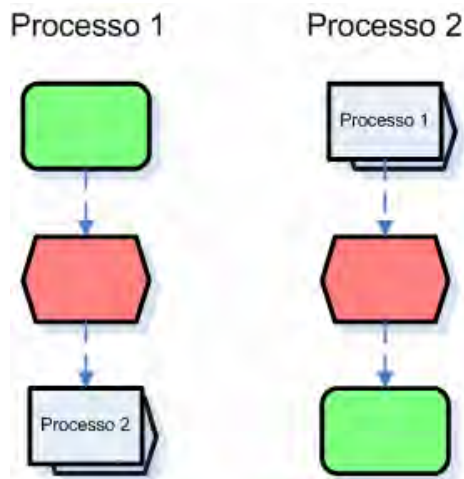


Figura 66. Exemplo de uso de conector em branco para esconder uma decisão complexa.

#### VII.7.1.4 Caminhos

Os caminhos são usados para indicar que um processo acontece quando outro processo acaba. Caminhos são sempre conectados a eventos, devendo aparecer antes ou depois deles, e recebem o nome do processo origem ou destino. Na figura a seguir é possível ver um exemplo de sua utilização.





**Figura 67. Como indicar que um processo é continuação lógica de outro processo. No “Processo 1” indicamos um caminho para o “Processo 2”, e nesse processo indicamos que o caminho é proveniente do “Processo 1”.**

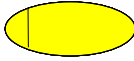




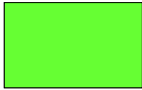

### VII.7.2 eEPC

eEPC é a sigla em inglês para *Extended Event Driven Process Chain* (Cadeia de Processos Dirigida por Eventos). Nessa extensão é possível declarar mais algumas informações sobre o processo sendo descrito.

Esses elementos adicionais funcionam basicamente como comentários ao processo que está sendo documentado. Assim, depois de descrito o processo pelo método não estendido, colocamos sobre eles novos elementos documentando informações como quem realiza o processo, que informação utiliza, que produtos gera ou consome, etc...

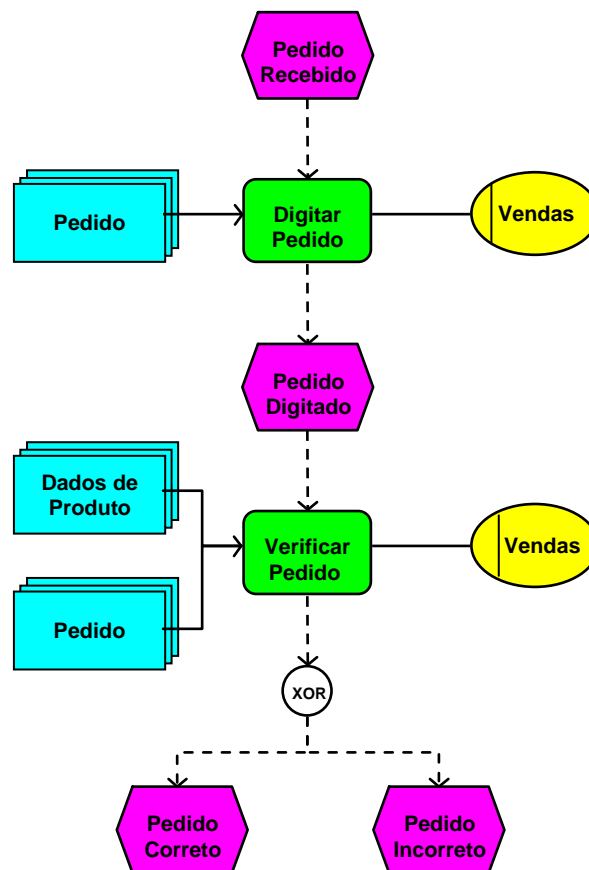
Os principais elementos adicionais em um eEPC são:

- Unidades Organizacionais, que representam departamentos envolvidos em um processo.
- Pessoas, que representam pessoas ou papéis envolvidos em um processo.
- Informação ou dados, que representam informação utilizada ou gerada em um processo.
- Produtos ou serviços, que são gerados ou consumidos pelo processo.
- Objetivos, que representam o motivo da realização de um processo ou tarefa

Tipo	Símbolo
Unidade Organizacional	
Informação	
Pessoa ou Cargo	
Fluxo de Informação	
Relações Organizacionais	
Produto ou Serviço	
Objetivo	

**Figura 68. Elementos complementares dos diagramas eEPC.**

A seguir, apresentamos um exemplo do mesmo diagrama EPC para demonstrar os usos dos elementos adicionais.



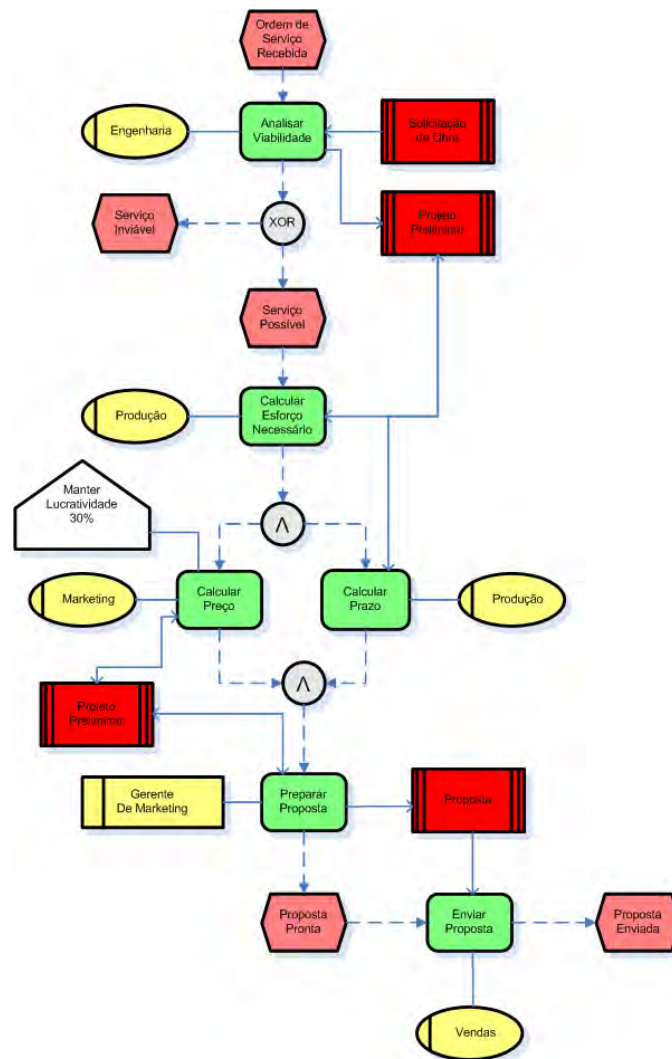
**Figura 69. Exemplo de eEPC, a partir do EPC anterior. Os símbolos suplementares podem variar de acordo com a ferramenta case sendo usada.**

Algumas formas dos diagramas EPC estendidos apresentam várias versões. Por exemplo, o símbolo de informações apresenta pelo menos 3 versões diferentes, como na figura a seguir.



**Figura 70. Diferentes versões para informação**

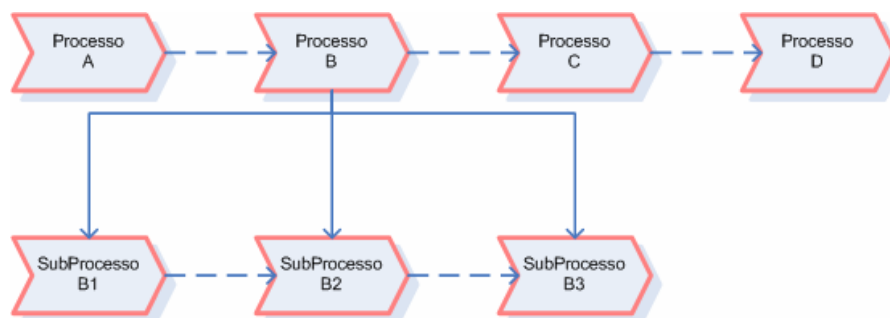
A figura a seguir apresenta um exemplo usando alguns símbolos diferenciados.



**Figura 71. Um exemplo de EPC com símbolos de informação diferenciados, e ainda um objetivo indicado.**

### VII.7.3 Diagramas de Resumo

Também é possível desenhar diagramas representando o resumo de um processo, como o exemplo a seguir.

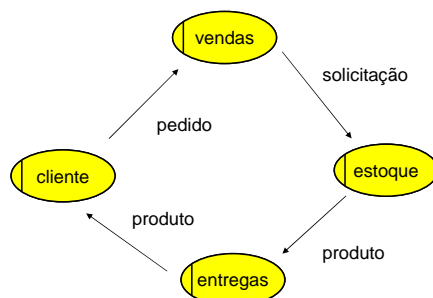


**Figura 72. Um resumo de processo. A linha tracejada indica fluxo de controle, a linha cheia indica divisão hierárquica.**

### VII.7.4 Formas diferentes dos diagramas

É possível desenhar os EPCs de diferentes formas. Uma dessas formas permite que iniciemos apenas com as comunicações entre unidades, como é mostrado

na figura a seguir. Isto permite um conhecimento inicial do processo que pode ser muito útil na sua discussão durante reuniões ou entrevistas.



**Figura 73. EPCe baseado apenas em unidades da organização.**

Os mesmos símbolos também podem ser usados para construir organogramas.

### **VII.7.5 EPC e 5W2H**

Um evento indica quando (*when*) algum processo, função ou tarefa deve ser iniciado.

Uma função ou tarefa indica o quê (*what*) deve ser feito.

Uma unidade organizacional indica quem (*who*) deve fazer.

#### **VII.7.5.1 Passos para construir modelos EPC/EPCe[B23]**

Identifique os eventos que iniciam as funções, que servem como gatilhos para o processo se iniciar. Normalmente vem de “fora para dentro” do processo.

Identifique as funções do processo, associando-as aos eventos que as iniciam e sua sequência.

Decomponha as funções, verificando se são ações lógicas simples ou compostas, executadas por uma ou mais pessoas (ou ainda um sistema de computador). Verifique também se a função é uma transação isolada ou pode ser dividida em partes, se pode ser interrompida em um momento específico e se existe um evento que a interrompa ou que a faça funcionar novamente.

Analise os eventos novamente, definindo-os e refinando-os se necessário. Garanta que são necessários e suficientes para iniciar a função. Analise se existem casos especiais nos quais as funções acontecem ou não. Use operadores lógicos para montar as relações entre os eventos.

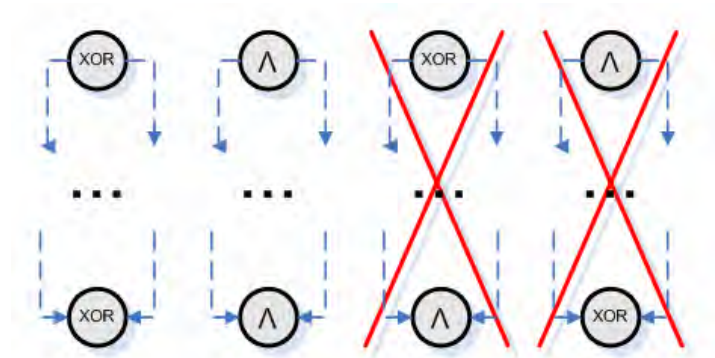
Identifique os eventos de finalização e as saídas (tanto de material quanto de informação). Procure identificar quem processos e pessoas no resto da organização que dependem do processo sendo analisado.

EPCs podem ser muito pequenos ou enormes, dependendo unicamente do tamanho do processo que está sendo mapeado.

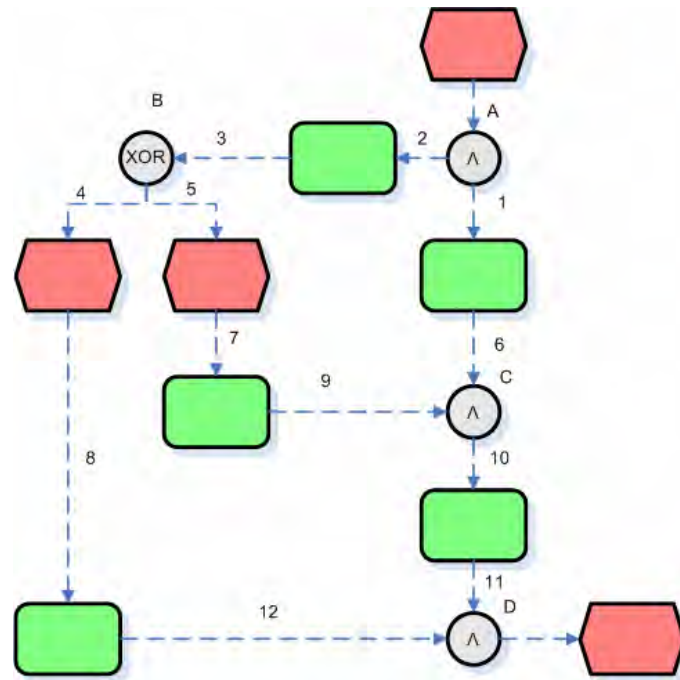
### **VII.7.6 Regras de ouro de EPCs[B23]**

- Não existem nós isolados
- Funções e eventos têm apenas uma entrada e uma saída

- Operadores lógicos contêm vários fluxos de entrada e um de saída, ou um único fluxo de entrada e vários de saída.
- Conexões entre operadores lógicos são acíclicas.
- Dois nós só podem possuir um único link entre eles
- Existe um evento inicial e um evento final
- Eventos não tomam decisões, logo só possuem uma saída.
- Evite o uso de OU como junção, pois sua semântica não é clara.
- Cuidado com modelos complexos, que podem levar a *deadlocks*, principalmente com o uso do operador E.
- Mantenha o diagrama estruturado. Sempre que dividir um caminho com XOR ou E, feche o caminho com o mesmo símbolo.



**Figura 74. Manter os diagramas estruturados significa fechar cada bloco de caminhos com um conector do mesmo tipo que abriu esse bloco. Isso evitará deadlocks.**



**Figura 75.** O modelo acima, demonstra um *deadlock*. Como comentário, os números identificam as setas e as letras identificam os conectores<sup>44</sup>. No conector XOR (B), um dos caminhos 4 ou 5 será escolhido. Porém, se for escolhido o caminho 5, o sistema para de funcionar no conector E (D), pois esse E nunca será satisfeito (já que 4-8-12 não será percorrido). Caso seja escolhido o caminho 4, o conector E (C) nunca será satisfeito (pois 5-7-9 não será percorrido), e o sistema vai parar em (C), esperando 9, e (D), esperando 11.

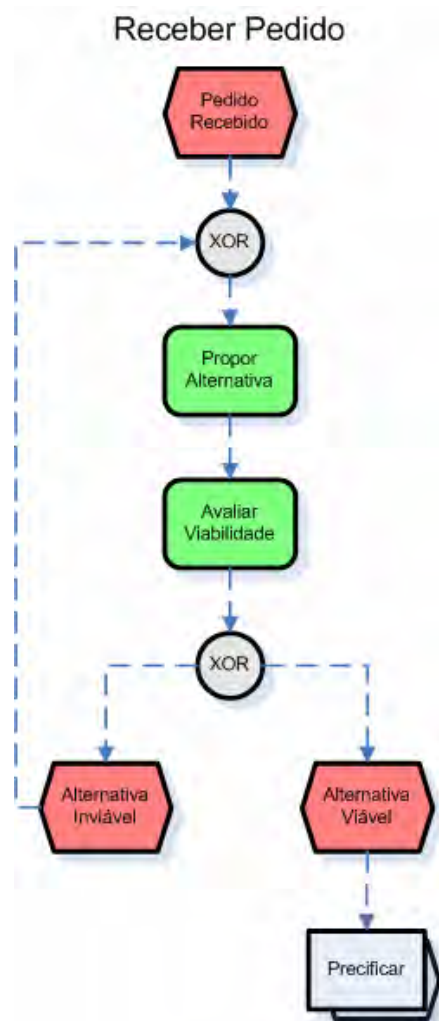
### VII.7.7 EPC e Loops/Laços

Por diferentes motivos, laços arbitrários não funcionam bem com EPCs. Alguns textos explicitamente proíbem laços, outros não apresentam exemplos, desconsiderando-os implicitamente. Porém, é possível descrever laços em EPML, a linguagem XML para descrever EPCs.

Fazemos as seguintes recomendações quanto ao uso de laços nos diagramas EPC:

- Evite os laços
  - Use apenas os laços estritamente necessários
- Use apenas laços simples, baseados em XOR
  - Busque usar laços apenas em processos de correção e similares.

<sup>44</sup> Isso não faz parte da notação, está sendo usado apenas para explicar o *deadlock*.



**Figura 76.** Um EPC válido, com um loop simples baseado em XOR. Também é dado um exemplo de como conectar esse EPC a um outro processo.



### VII.7.8 Algumas sentenças em EPC

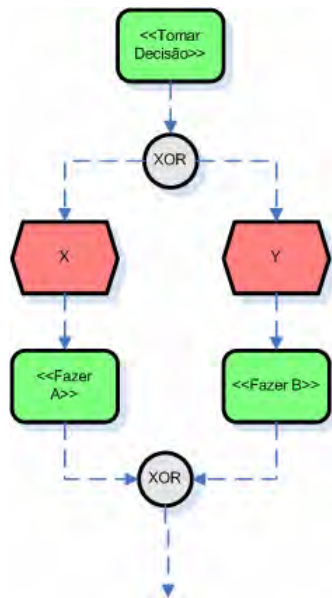


Figura 77. Descrição EPC para “Se X então Fazer A, Se Y, então Fazer B”

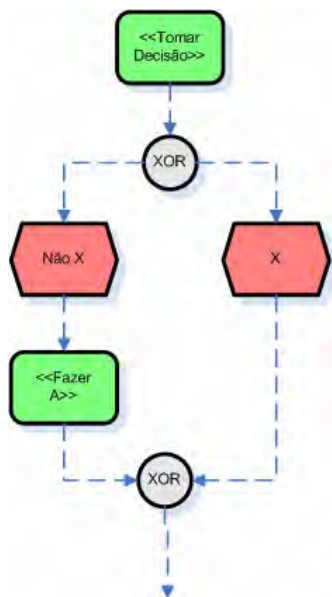


Figura 78. Descrição EPC para “Se Não X então Fazer A”

### VII.7.9 Exemplo

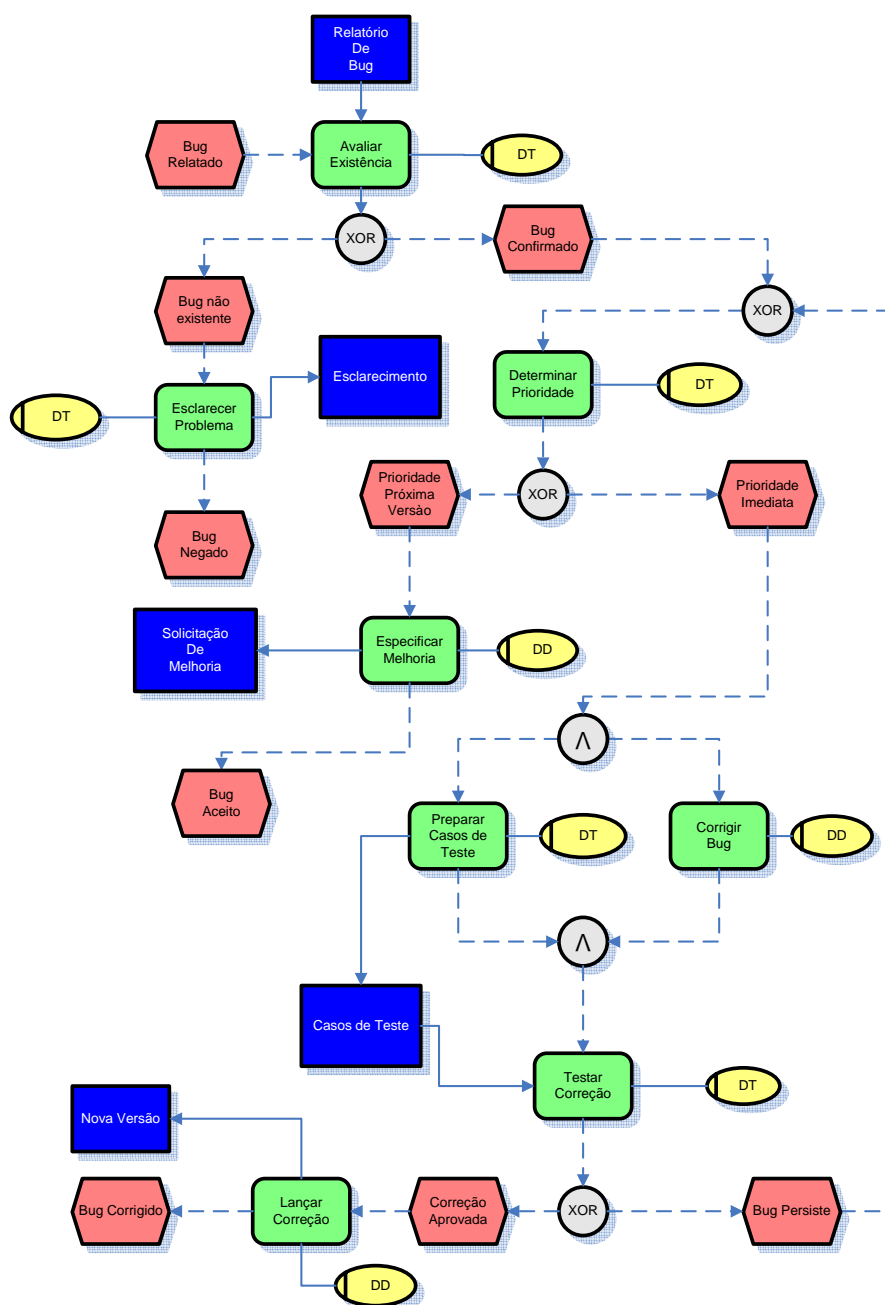
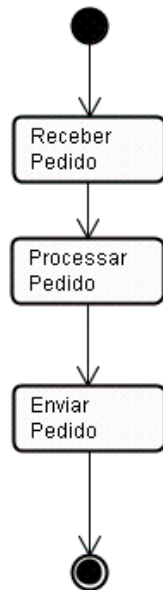


Figura 79 EPC para o texto apresentado em VII.4.4

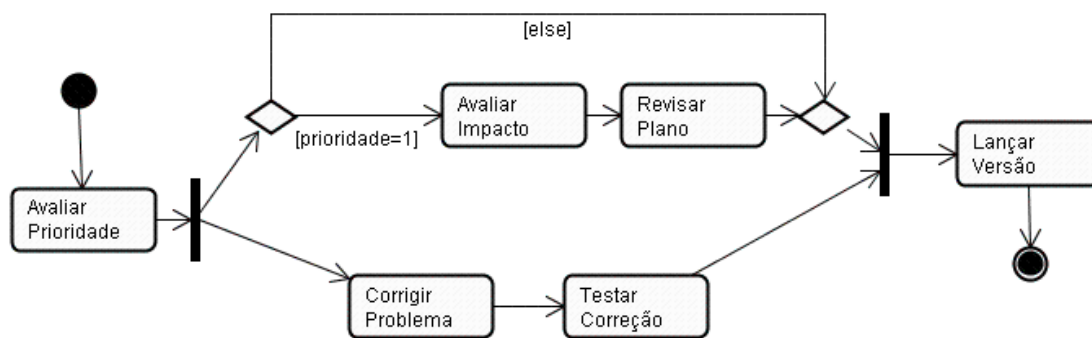
## VII.8 Diagramas de Atividade (UML 2.0)

O Diagrama de Atividade (DA) é uma das formas que UML [B24] propõe para modelar os aspectos dinâmicos de um sistema, sendo basicamente um tipo de avançado de fluxograma mostrando como o controle e dados fluem entre atividades. A partir da versão 2.0 um DA tem a semântica de uma Rede de Petri.

Segundo o padrão da UML 2.0, modelar uma atividade tem como ênfase modelar coordenação de comportamentos de mais baixo nível, as ações. Isso significa modelar a sequência e a condição em que esses comportamentos ocorrem.



**Figura 80. Exemplo de um Diagrama de Atividades simples, com uma sequência de três ações.**



**Figura 81. Exemplo de um diagrama de atividades mais complexo, contendo decisões e paralelismo.**

### VII.8.1 Nós, vértices

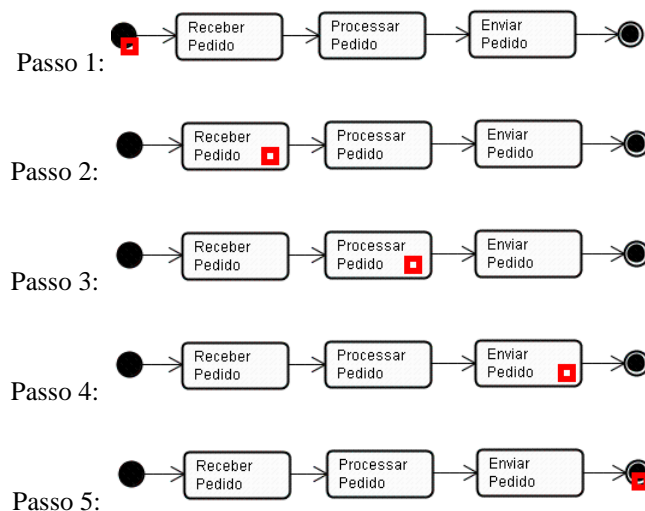
Um DA é um grafo composto de nós e arestas direcionadas (isto é, que partem de um nó e chegam em outro nó, como uma seta). Os nós representam os passos em uma atividade e podem ser nós executáveis (ou ações), nós de controle ou objetos. As arestas representam fluxos, de dados ou de controles. Na Figura 80 podemos ver três tipos de nós (nó de início de atividade, nó de fim de atividade e três ações) e um tipo de vértice (de fluxo de controle).

A partir da especificação UML 2.0, Diagramas de Atividades são semelhantes a Redes de Petri. O significado disso pode ser descrito da seguinte forma: em qualquer momento, um ou mais nós de um DA podem estar marcados com “tokens”, isto é, “marcas”. Uma marca pode ser entendida, de forma geral, como dizendo que aquele nó “está ativo” ou “é o passo corrente”.

A semântica de uma atividade é baseada no fluxo de tokens. Um token contém um objeto, um dado ou uma indicação de controle e está presente em um nó específico da atividade. Quando um nó começa a executar, ele aceita tokens de todos ou apenas alguns das arestas que apontam para ele. Quando termina a execução de um

nó o token é removido desse nó e oferecido para todos ou apenas alguns das arestas que partem dele.

Por exemplo, na Figura 82 podemos ver um token caminhando entre os vários nós do diagrama, de acordo com

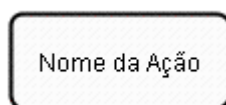


**Figura 82. Um “token” vai caminhando no Diagrama de Atividades, indicando o nó ativo a cada instante.**

## VII.8.2 Ações, Objetos e Fluxos

O componente básico do Diagrama de Atividades é a **ação**<sup>45</sup>. Uma ação representa um passo simples que não é mais decomposto dentro do modelo da atividade sendo descrita. É importante notar que uma ação é simples apenas do ponto de vista da atividade sendo modelada naquele instante, mas pode implicar em muitos outros passos detalhados (e muitos outros níveis de atividades) em outros níveis de abstração mais detalhados. Em especial, uma ação pode representar uma chamada para outra atividade. As atividades, dessa forma, são reutilizáveis, mas as ações só existem no contexto da atividade em que aparecem.

Uma ação é descrita em um DA na forma de um retângulo com os cantos arredondados e um rótulo, com seu nome, no meio.



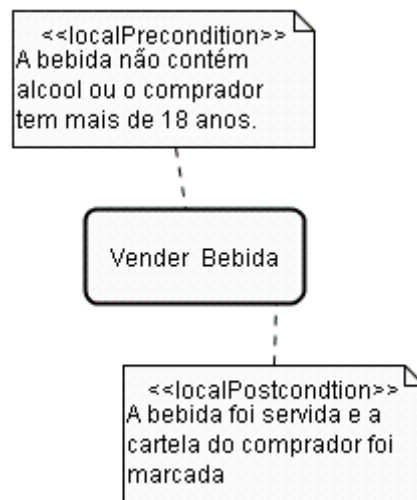
**Figura 83. Símbolo para uma ação (com texto).**

Pré e pós condições podem ser indicados usando notas (comentários) ligados a ação, com as palavras chaves <<localPrecondition>> e <<localPoscondition>>, como mostra o exemplo a seguir. Uma pré-condição sempre deve ser verdade antes da ação iniciar, enquanto uma pós-condição sempre será verdade após a ação ser executada.

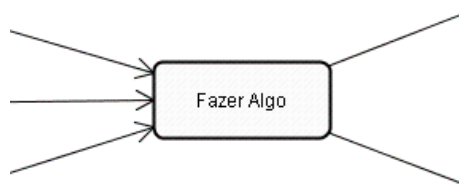
Em relação a semântica do DA, uma ação só se inicia quando todos as arestas que chegam nela contém tokens. Quando a execução da ação está completa, ela

<sup>45</sup> As ações são um conceito novo em UML 2.0, tomando o lugar dos conceitos *ActionState*, *CallState* e *SubactivityState* existentes na UML 1.5.

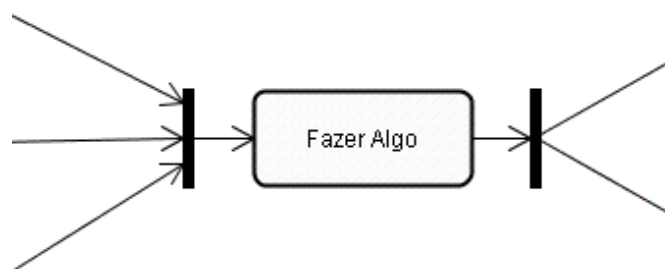
oferece tokens para todas as arestas saindo dela. É interessante notar que se vários *tokens* estão disponíveis em uma mesma aresta, todos são consumidos.



**Figura 84.** Exemplo de uso de comentários para indicar pré e pós condições.



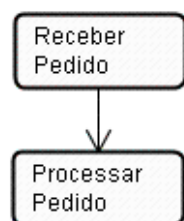
**Figura 85.** A ação “Fazer Algo” só se inicia quando todas as setas que chegam nela estão habilitadas. Quando ela termina, habilita todas as setas que partem.



**Figura 86.** A descrição da ação “Fazer Algo”, feita na figura anterior, equivale a usar um *join* e um *fork* na sua entrada e saída, respectivamente.

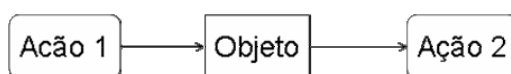
Uma atividade é então um conjunto (ou sequência) de ações, coordenadas de alguma forma. As arestas, ou fluxos, servem para indicar como as ações são sequenciadas. Existem dois tipos de fluxos: fluxos de controle e fluxos de dados/objetos.

Os fluxos são indicados por meio de setas. Os fluxos de controle são indicados por setas simples e transportam apenas “tokens” de controle, como na Figura 87.

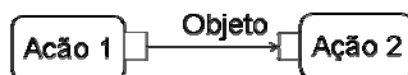


**Figura 87 Notação para um fluxo de controle, usando apenas uma seta simples.**

Um fluxo de objetos é representado por meio de três notações possíveis, apresentadas na Figura 88. Na primeira notação o objeto pertence ao fluxo. Na segunda notação, aparecem os “pins”, que podem ser de entrada ou de saída, alternativamente. Por um fluxo de objetos só pode passar um “token” de objeto. Na última notação, o objeto é “elidido”.



(notação com um objeto explícito)



(notação usando “pins”)



(notação com o objeto indicado)

**Figura 88. Notações alternativas para fluxos de dados ou objetos. Na primeira o objeto aparece explicitamente. Na segunda, são usados “pins”, as pequenas caixas junto as ações, e a seta recebe um rótulo com o nome do objeto ou dado. Na terceira o objeto é só indicado, mas não identificado.**

Um fluxo de objeto entrando em uma ação representa um dado ou objeto necessário para a ação executar.

Na notação anterior apresentamos mais um tipo de nó, o objeto. Um objeto pode ser usado de muitas formas, sendo a primeira delas representar um objeto que passa por um fluxo de dados. Nesse caso, o objeto guarda apenas um token. Mais adiante no texto veremos outros uso para nós do tipo objeto.

Nome do Objeto

**Figura 89. Representação de um objeto**

Uma ação, para iniciar, deve ter disponíveis tokens em todos os seus fluxos de entrada, sejam de dados ou de controle<sup>46</sup>. Ao terminar, deixa tokens disponíveis em todos os seus fluxos de saída<sup>47</sup>.

Cada fluxos pode conter uma **expressão de guarda**, ou simplesmente uma **guarda**. Uma guarda é uma expressão lógica que indica se a seta pode ou não ser usada. A partir da versão 2.0, setas do DA não podem mais indicar eventos ou ações. As expressões de guarda são particularmente usadas junto aos nós de decisão.

Os fluxos apresentam algumas outras características que apresentaremos mais adiante no texto.

### VII.8.3 Controle

Para caracterizar o comportamento de um diagrama de atividades é necessário controlar a sequência de execução das ações de alguma forma. O DA fornece dois mecanismos básicos para isso: a escolha de um entre vários caminhos possíveis e o seguimento de vários caminhos possíveis simultaneamente (paralelismo). Esses comportamentos, e outros necessários a uma melhor descrição de uma atividade, são descritos por nós de controle.

Os nós de controle podem ser de sete tipos, conforme a tabela a seguir:

Tipo do Nó	Gráfico correspondente
Início	
Fim de Fluxo	
Fim de Atividade	
Fork, ou início de paralelismo	
Join, ou sincronismo	
Decisão	
Merge, unificação	

**Tabela 13. Tipos de nós de controle e seus gráficos**

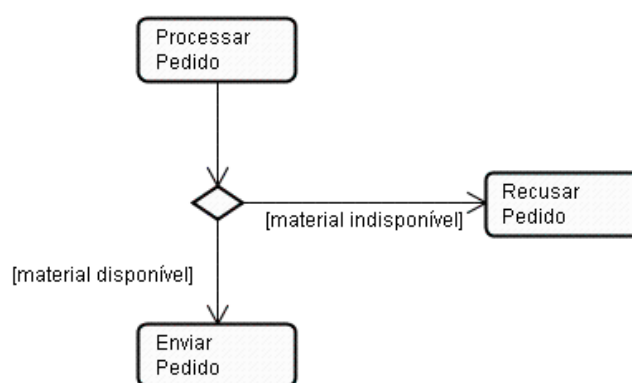
<sup>46</sup> Funcionando na prática como uma sincronização (join) implícita.

<sup>47</sup> Funcionando na prática como uma paralelização (fork) implícita.

Um DA se inicia no “nó de **início**”. Podem existir vários desses nós, e todos são ativados simultaneamente. Um nó de início é indicado por um círculo preto (Tabela 13). De acordo com o padrão 2.1, um token é colocado em cada nó de início quando a atividade inicia.

Os nós de “**fim de fluxo**” e “**fim de atividade**” servem, respectivamente, para indicar o fim de um fluxo de controle ou o fim de toda a atividade. Quando um token chega a um nó de fim de fluxo, o token é destruído e o caminho seguido por ele acaba. Quando um token chega a um nó de fim de atividade todos os tokens são destruídos e atividade é encerrada.

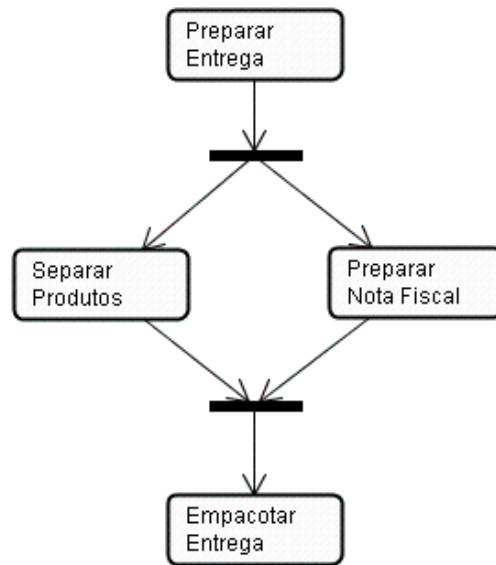
É possível indicar a possibilidade de tomar caminhos diferentes em função de uma **decisão**. Isso é indicado por um losango, sendo que cada caminho possível deve receber como rótulo uma expressão de guarda que indique a decisão. A partir da versão 2.0 o nó de decisão passou a ser obrigatório, não sendo possível representar uma decisão diretamente a partir de uma ação. Pela semântica do DA, o nó de decisão recebe um token e o envia pela aresta que contém uma expressão de guarda que seja verdadeira. Segundo o padrão, apenas uma expressão de guarda será escolhida. Caso várias expressões de guarda sejam verdadeiras, não existe uma semântica definida.



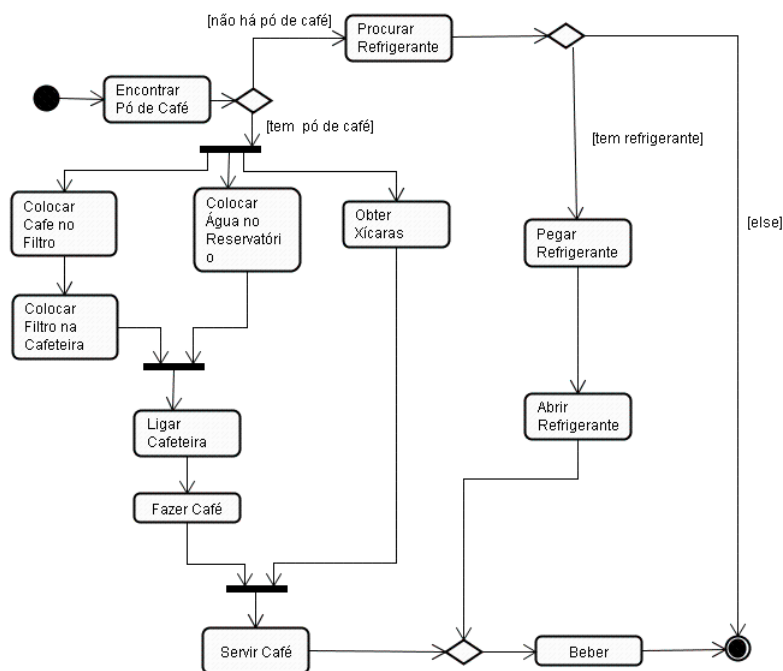
**Figura 90. Fragmento de diagrama de atividade mostrando uma decisão.**

Os nós “fork” e “join” permitem a execução paralela de ações, e sua possível sincronização (*fork* e *join*) futura. É importante lembrar que uma sincronização (*join*) sempre espera por todas as arestas terem tokens disponíveis, e as consome simultaneamente (o que evita *deadlocks*).





**Figura 91. Exemplo de caminhos em paralelo e sincronização.**  
**“Empacotar entrega” só poderá executar após “Separar produtos” e “Preparar Nota Fiscal” completarem.**



**Figura 92. Exemplo de diagrama de atividades descrevendo o processo de tomar um café ou um refresco em um intervalo de trabalho, segundo a versão 2.1 do padrão UML. Note a necessidade de um nó de unificação antes da ação “Beber”. Caso os fluxos que entram nesse nó entrassem direto na ação “Beber”, essa nunca seria executada (*deadlock*), pois seria necessário que os dois fluxos contivessem tokens, o que nunca poderá acontecer, já que apenas um dos caminhos será escolhido.**

#### VII.8.4 Interrupções, Exceções e Sinais

Em alguns sistemas é importante modelar a capacidade de receber e emitir sinais. Por exemplo, durante o processamento de um pedido, a empresa pode receber um sinal que indica o seu cancelamento.

Outra capacidade importante é a modelagem de exceções. Na figura a seguir mostramos uma exceção que interrompe um processo ao recebimento de um sinal de cancelamento.

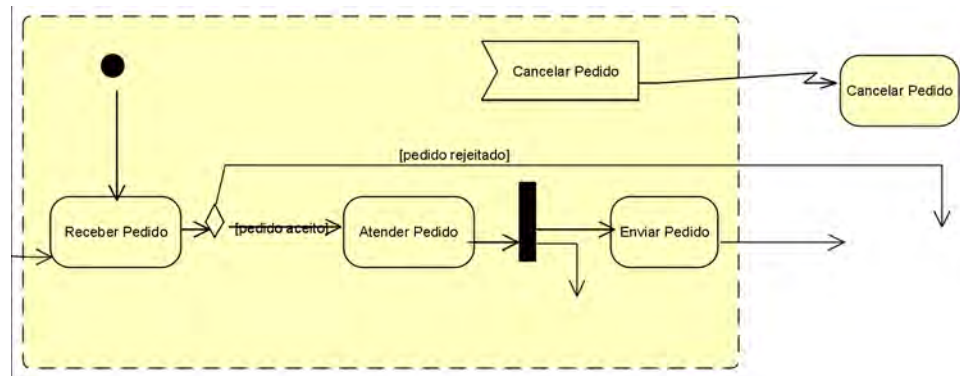


Figura 93. O detalhe de diagrama (UML 2.0) acima apresenta uma área onde pode acontecer uma interrupção, indicada pela ação de recepção de eventos “Cancelar Pedido”. Caso isso aconteça, será lançada uma exceção que invocará a ação “Cancelar Pedido”. A exceção é indicada pela seta com formato de raio. Uma exceção interrompe todas as ações dentro da área de interrupção.



Figura 94. Símbolos para envio de sinais e recepção de eventos (sinais) em UML 1.5

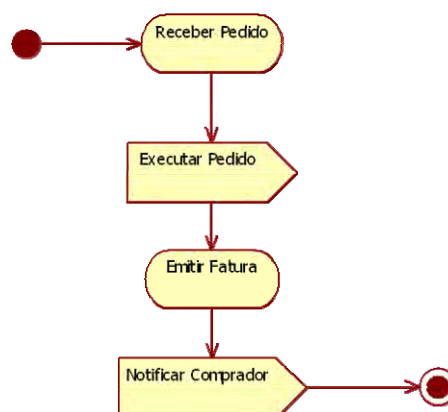


Figura 95. Exemplo de envio de sinais (UML 2.0).

#### VII.8.5 Diagramas de Raias

Qualquer diagrama que passe a idéia de um fluxo de execução, como um fluxograma ou um diagrama de atividades, pode ser construído dentro de um espaço

que modele alguma partição dessas atividades. Normalmente o que se faz é utilizar colunas (ou linhas) para modelar os agentes que realizam a atividade específica, dando a impressão de “raias de natação” ao diagrama (*swimlanes*).



Figura 96. Exemplo de raias com partição hierárquica.

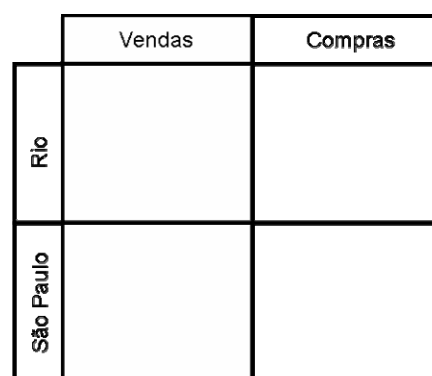


Figura 97. Exemplo de raias com partições múltiplas.

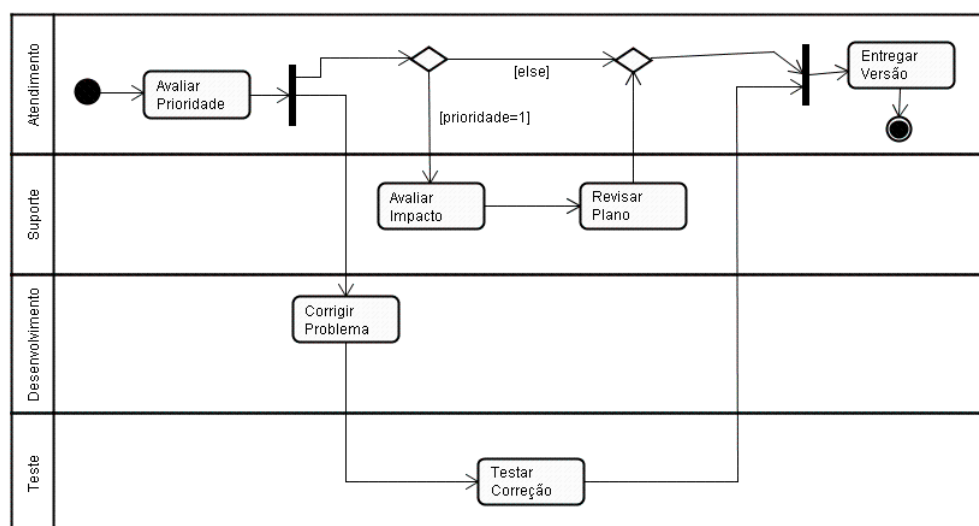
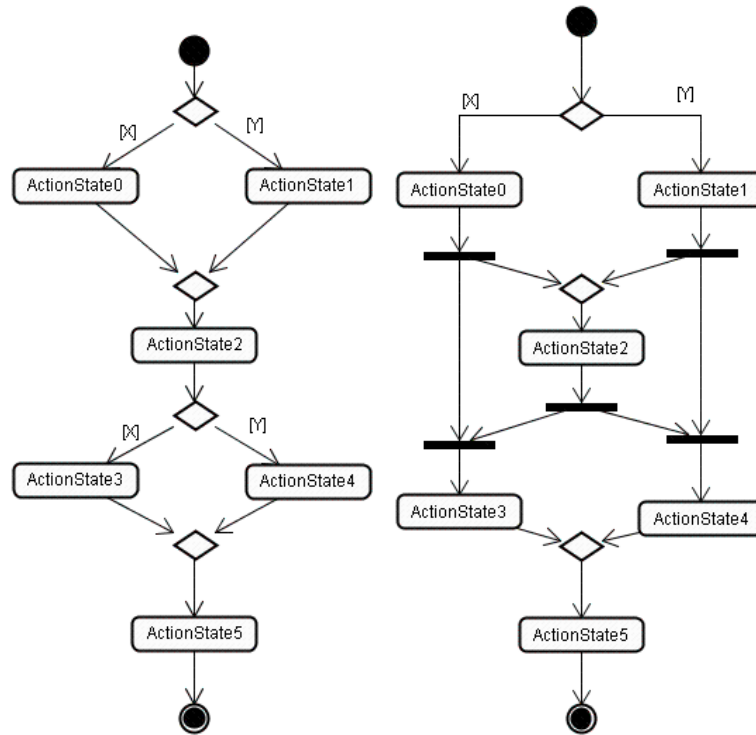


Figura 98. Exemplo de diagrama de atividades com raias

A seguir apresentamos dois diagramas interessantes se comparados. Ambos descrevem um mesmo comportamento final, porém com implementações diferentes. Deixamos ao leitor o desafio de ver como as seqüências de ações realizadas serão sempre as mesmas.



**Figura 99** Os dois Diagramas de Atividade acima apresentarão a mesma seqüência de ações para uma mesma entrada, porém utilizando implementações diferentes.



Rule Group”<sup>48</sup>, que produziu alguns documentos [B26;B27] que forneceram a estrutura básica que estamos apresentando aqui. Todas as definições são ou versões dos originais em inglês.

Uma regra de negócio pode ser de três categorias.

- **Declarações Estruturais**, um conceito ou a declaração de um fato que expressa algum aspecto da estrutura da organização. Podem ser termos simples ou fatos relacionando esses termos. Normalmente são descritas por meio de um diagrama de entidades e relacionamentos<sup>49</sup>.
- **Declarações de Ação**, que descrevem aspectos dinâmicos do negócio, sendo uma expressão de uma restrição ou de uma condição que controla as ações de uma organização.
- **Derivações**, a declaração de um conhecimento que é derivado a partir de outro.

### VII.9.1 Declarações Estruturais

Inclui os termos de negócios e fatos relacionando termos.

#### VII.9.1.1 Definição de Termos de Negócios

“O elemento básico de uma regra de negócio é a linguagem utilizada para expressá-la. A definição das palavras utilizadas nessa linguagem descreve como as pessoas pensam e falam” [B26].

Normalmente um projeto só começa realmente a progredir quando a equipe de desenvolvimento compreende o discurso dos clientes. Para isso, nas primeiras entrevistas ou reuniões, é feito um esforço para levantar um glossário de termos, e, mais tarde, muitos desses termos podem aparecer no Modelo Conceitual de Dados do sistema.

Um exemplo tirado de um sistema governamental:

- **Contribuinte**: é a pessoa física ou jurídica responsável pelo pagamento de um imposto.

A definição de um termo muitas vezes envolve uma relação com outros termos, como no exemplo acima.

Um termo pode ser um **tipo** (uma classe) ou um **literal** (uma instância). No caso de regras de negócio costumamos trabalhar principalmente com tipos. Um tipo especial de tipo é um **sensor**, que representa algo que detecta e reporta valores que mudam constantemente no ambiente (mundo externo). Existe um sensor especial, o **relógio**, que relata a passagem do tempo, cujo valor é sempre o instante corrente (data e hora corrente).

Os termos definidos são reunidos em um glossário e em um dicionário de dado.

---

<sup>48</sup> Originalmente “The Guide Business Rules Project”

<sup>49</sup> Não sendo necessariamente igual ao modelo conceitual de dados, mas podendo fornecer elementos para esse.

### VII.9.1.2 Declaração de Fatos

A partir dos termos, devemos construir sentenças que descrevam o negócio a partir das relações entre termos e da estrutura criada por essas relações. Normalmente esses fatos são caracterizados nas entrevistas e reuniões, a partir de declarações do cliente de como o negócio funciona.

Fatos relacionando termos são bastante fáceis de serem encontrados. Muitas vezes encontramos primeiro um fato e depois analisamos o significado dos seus termos.

As declarações estruturais podem declarar atributos, generalizações ou participações. Uma participação, por sua vez, pode ser um papel, uma agregação ou uma associação simples.

Exemplos:

Tipo de Fato	Exemplo
Atributo	DRE é um atributo de aluno
Generalização	Aluno de graduação é um tipo de Aluno
Papel	Um aluno pode ser representante de classe
Agregação	Uma turma precisa ter alunos
Associação simples	Um aluno deve fazer provas

Tabela 14. Tipos de Fatos e exemplos

### VII.9.1.3 Declarações estruturais e o modelo de dados

Termos e fatos estabelecem a estrutura de um negócio. Esta estrutura é normalmente descrita em um modelo de dados. Assim, a maior parte do trabalho inicial com as regras de negócio estruturais pode ser descrita por meio de um modelo de dados conceitual, tema tratado no próximo capítulo.

### VII.9.1.4 Exemplos

A seguir damos alguns exemplos de declarações estruturais, para um sistema acadêmico imaginário:

- Alunos são pessoas matriculadas em um curso
- Um Aluno de Graduação é um tipo de Aluno
- Um Aluno de Pós-Graduação é um tipo de Aluno
- Um Curso é construído por um conjunto de Cadeiras
- Uma Cadeira é ministrada por um Professor
- Um Professor é um tipo de Funcionário
- Durante um Período, Alunos podem se matricular em Cadeiras

### VII.9.2 Declarações de Ações (ou Restrições)

Representam as restrições ou condições que as instituições colocam em suas ações. Podem aparecer por força de lei, prática de mercado, de decisão da própria empresa ou ainda outros motivos.

Exemplos:

- Um aluno deve ter um DRE
- Um aluno não pode se registrar em dois cursos que acontecem no mesmo horário

Uma Declaração de Ação pode ser uma condição, uma restrição de integridade ou uma autorização. Uma condição diz que se alguma coisa for verdade, então outra regra deve ser aplicada (se - então). Uma restrição de integridade é uma declaração que deve sempre ser verdade. Uma autorização dá uma prerrogativa ou privilégio a um termo, normalmente permitindo que uma pessoa possa realizar uma ação.

Declarações de ações podem ser de uma variedade de outros tipos. Recomendamos a leitura de

Uma declaração de ação pode dizer que precisa acontecer (controle) ou o que pode acontecer (influência).

### **VII.9.3 Derivações**

São regras que mostram como transformar conhecimento em uma forma para outro tipo de conhecimento, possivelmente em outra forma, incluindo leis da natureza[B27]. Geralmente são regras ou procedimentos de cálculo ou manipulação de dados.

Exemplo:

- O valor a ser pago do imposto predial é 3% do valor venal do imóvel.
- A lista de devedores inclui todos os devedores a mais de dois anos.

### **VII.9.4 Regras e Eventos**

Cada regra de negócio tem a possibilidade de ser violada em um ou mais eventos do sistema.

A questão do que é um evento será respondida mais a frente nesse texto, porém, no momento, basta entendermos que um evento é algo que exige que alteremos os fatos conhecidos pelo sistema (ou seja, um evento exige a alteração de algum dado na base de dados) ou que consultemos esses fatos a fim de informá-los, de alguma forma processada, ao usuário.

Analisando uma regra podemos ver que tipos de eventos são prováveis de necessitarem de alguma atenção do sistema. Por exemplo, suponha que um sistema de vendas para uma empresa possua as regras[B28]:

- Um aluno cliente solicita um produto
- Um vendedor é designado para atender um cliente permanentemente

A descrição acima faz com que nos perguntemos:

- O que acontece quando um cliente faz seu primeiro pedido(e não tem ainda um vendedor associado)?
- O que acontece quando um vendedor se desliga da empresa.

Em todo evento, um conjunto de regras deve ser ativado e cada erro deve ser reportado ao usuário.



### VII.9.5 Descrevendo Regras de Negócio

Existem muitas formas de descrever regras de negócio, de acordo com o grau de formalismo e a necessidade de execução (ou compreensão por serem humanos) que desejamos. A tabela a seguir define quatro formas básicas de descrição.

Fragmento de conversação de negócios	Versão em linguagem natural	Versão em uma linguagem de especificação de regras	Versão em uma linguagem de implementação de regras
Pode não ser relevante	Relevante	Relevante	Executável
Pode não ser atômica	Atômica	Atômica	Pode ser procedural
Pode não ser declarativa	Declarativa	Declarativa	
Pode não ser precisa	Não totalmente precisa	Precisa	
Pode ser incompleta	Pode ser incompleta	Completa	
Pode não ser confiável	Confiável	Confiável	
Pode não ser autêntica	Autêntica	Autêntica	
Pode ser redundante	Pode ser redundante	Única	
Pode ser inconsistente	Pode ser inconsistente	Consistente	

**Tabela 15. Formas de descrever regras de negócio e suas características adaptado de [B29].**

Halle[B29] propõe uma classificação e um conjunto de *templates* que pode ser utilizado para descrever regras de negócio (aqui adaptado para português), apresentado na tabela a seguir.

Classificação	Descrição Detalhada	Template
<b>Termo</b>	Nome ou sentença com uma definição acordada que pode ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceito, classe, entidade,</li> <li>• Propriedade, detalhe, atributo,</li> <li>• Valor,</li> <li>• Conjunto de valores</li> </ul>	<termo> é definido como <texto>
<b>Fato</b>	Sentença que relaciona termos em observações relevantes ao negócio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionamentos entre entidades</li> <li>• Relacionamentos entre entidades e atributos</li> <li>• Relacionamentos de herança</li> </ul>	<termo1> é um <termo2> <termo1> <verbo> <termo2> <termo1> é composto de <termo2> <termo1> é um papel de <termo2> <termo1> tem a propriedade <termo2>
<b>Computação</b>	Sentença fornecendo um algoritmo para calcular o valor de um termo	<termo> é calculado como <formula>
<b>Restrição obrigatória</b>	Sentença que indica restrições que devem ser verdade em informações fornecidas ao sistema (input)	<termo1> deve ter <no mínimo, no máximo, exatamente n> <termo2> <termo1> deve ser <comparação> <termo2> ou <valor> ou <lista de valores> <termo> deve ser um de <lista de valores> <termo> não pode star em <lista de valores> se <regra> então <restrição>
<b>Guideline</b>	Sentença que indica restrições que deveriam ser verdade em informações fornecidas ao sistema (input)	<termo1> deveria ter <no mínimo, no máximo, exatamente n> <termo2> <termo1> deveria ser <comparação> <termo2> ou <valor> ou <lista de valores> <termo> deveria ser um de <lista de valores> <termo> não poderia star em <lista de valores> se <regra> então <restrição>
<b>Conhecimento inferido</b>	Sentenças que expressam circunstâncias que levam a novas informações	se <termo1> <operador> <termo2, valor, ou lista de valores> ... então <termo3> <operador> <termo4> Onde operador pode ser: =, <, =<, >=, <,>, contém, não contém, tem no máximo, tem no mínimo, tem exatamente, etc.
<b>Iniciador de ação</b>	Sentença expressando condições que levam ao início de uma ação	se <termo1> <operador> <termo2, valor, ou lista de valores> ... então <ação>

**Tabela 16. Classificação para regras, definição e templates adaptada de (Halle, 2002).**

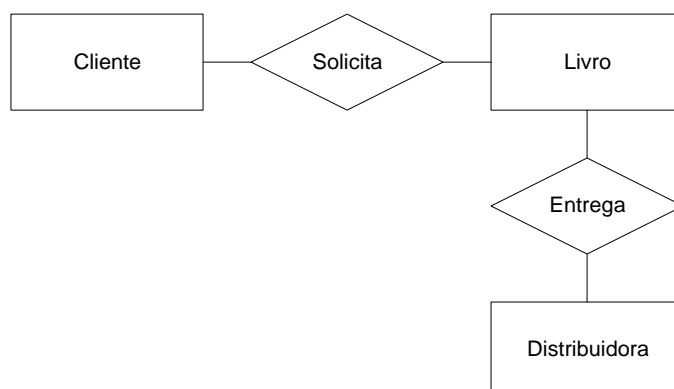
Obviamente, como fizemos aqui, a forma textual é bastante útil. Uma maneira bastante comum é utilizar Diagramas de Entidades e Relacionamentos[B27].

**Deve ficar claro, porém, que a utilização de DER para definir regras de negócio não é igual à utilização de DER para definir o modelo conceitual de dados de um sistema.**

DERs, porém, não representam todas as características das regras de negócio. Ross [B30], propôs uma notação mais complexa, incluindo (muitos) novos símbolos em um DER. Essa notação, porém, foge do escopo desse texto.

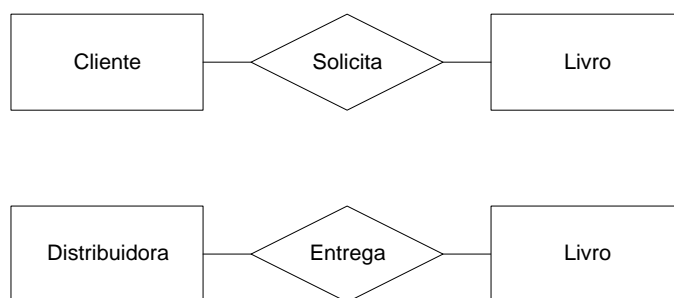
Vejamos a descrição de duas regras para uma livraria (**Figura 101**):

- Um cliente deve pedir livros.
- Livros são entregues por distribuidoras.



**Figura 101. Exemplo de duas regras de negócio descritas utilizando uma notação de DER simplificada.**

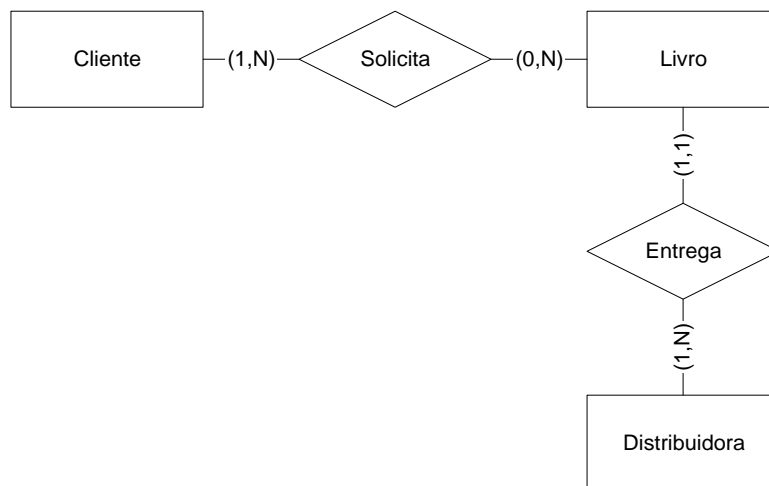
Alguns autores fazem uma descrição regra a regra, como na **Figura 102**.



**Figura 102. Descrição das regras uma a uma.**

As regras de negócio serão utilizadas nos próximos passos para definir modelos mais formais do sistema. Mas podemos, por exemplo, definir a cardinalidade dos termos em cada relacionamento descrito, como na **Figura 103** e no texto a seguir:

- Um cliente pede um ou mais livros,
- Livros podem ser pedidos por nenhum, um ou mais clientes,
- Uma distribuidora entrega um ou mais livros,
- Um livro é entregue por apenas uma distribuidora.



**Figura 103. Regras com cardinalidades.**

É interessante notar que regras de negócio devem ser feitas de forma declarativa, **não** indicando como vão ser implementadas, onde vão funcionar, quem será responsável ou quando devem ser testadas. Desse jeito as regras serão flexíveis o suficiente para ser utilizadas na modelagem do negócio. Como devem ser declarativas, elas também não devem ser escritas como um procedimento.

## VII.10 Outras Ferramentas de Modelagem

O uso de tabelas permite relacionar informações levantadas separadamente. Elas são bastante importantes nas conferências dos modelos.

### VII.10.1 Responsáveis por decisão (Processo x Organização)

Essa tabela associa as pessoas da organização, que foram representadas no organograma, com as funções da empresa, que podem ter sido representadas anteriormente de várias formas, como o diagrama funcional.

O objetivo da tabela é determinar o envolvimento dessas pessoas com as decisões relativas às funções da empresa. Esse envolvimento é determinado em três níveis: principal responsável pela decisão, grande envolvimento com a decisão e, finalmente, algum envolvimento com a decisão.

	Principal responsável pela decisão
	Grande envolvimento com a decisão
	Algum envolvimento com a decisão

**Tabela 17. Tipos de envolvimento com a decisão**

		Processos							
		Vendas				Produção			
		Gerência do Território	Venda	Administração	Pedidos de Serviço	Agendamento	Planejamento	Fornecimento	Operação
Organização	VP de Vendas								
	Gerente de pedidos								
	Gerente de vendas								
	VP Engenharia								
	VP Produção								
	Diretor da Fábrica								

**Tabela 18 Exemplo de uma tabela Processo x Organização**

### VII.10.2 Dados x Processos (CRUD)

Esta tabela é uma das mais interessantes e relaciona as entidades (inicialmente do modelo de conceitual de dados) com os processos que as utilizam, indicando pelas letras CRUD se o processo **C**ria, lê (**R**ead), altera (**U**psert) ou apaga (**D**elete) a entidade.

Uma de suas características principais é que pode ser construída com vários pares linha x coluna, dependendo do tipo de abstração que está sendo usado. No nosso caso usaremos principalmente no mapeamento de ações (CRUD) entre eventos essenciais e entidades (os dois temas serão tratados mais tardes), mas podem ser usados em modelos de negócio (processo x dados utilizados) ou orientados a objetos (casos de uso x objetos). Na prática, é uma tabela de trabalho muito interessante, que permite a visualização rápida da relação entre funcionalidade e dados.

Como usaremos esta tabela para relacionar eventos e entidades, deixaremos esse tema para ser tratado mais tarde, na unificação dos modelos funcional e de dados.

	Dados					
	Dado 1	Dado 2	Dado 3	Dado 4	Dado 5	Dado 6
Processos						
Processo A	CRUD	R	R			
Processo B		CRUD	R		R	
Processo C		RUD	C			
Processo D				C	R	
Processo E				R	C	
Processo F		R			RU	C

**Figura 104. Exemplo simplificado de uma Matriz CRUD**

### VII.10.3 Corrente/Planejado

Esta tabela indica que processos são correntes e que processos estão apenas planejados. Pode ser feita tanto a nível de negócios quanto a nível de sistemas. No primeiro caso estamos interessados nos processos correntes ou implementados no dia a dia da empresa. No segundo caso estamos interessados em processos automatizados.

Corrente x Planejado	
Função	Situação
Cadastro de Cliente	Corrente
Cadastro de Fornecedor	Corrente
Cadastro de Pedidos	Planejado
Criação de Pedidos	Planejado

**Tabela 19. Exemplo de tabela Corrente x Planejado**

## VII.11 Resumo da Modelagem de Negócio

Não há uma forma correta única de se fazer a modelagem de negócio. Recomendamos que sempre seja levantado o organograma da empresa. A seguir, os modelos podem ser escolhidos e levantados de forma adequada a um processo ou projeto específico.

No capítulo vimos, em ordem decrescente de abstração, métodos que podem ser utilizados tanto de forma isolada como unificada. Deve ser levado em consideração que o método IDEF0 faz parte de uma família de métodos que podem ser utilizados juntos (no caso de modelagem de processo existe o método IDEF3, que não usaremos nesse texto por considerarmos o EPC um método superior).

## VII.12 Exercícios

### VII.12.1 Projeto 1: Livraria ABC

Faça todos os modelos de negócios descritos nesse capítulo para a Livraria ABC, da forma mais completa possível.

## Capítulo VIII. Modelo Conceitual de Dados

*Data is not information, Information is not knowledge, Knowledge is not understanding, Understanding is not wisdom.*

*Cliff Stoll & Gary Schubert*

Modelo de Dados
Entidades
Relacionamentos
Atributos
Chave Candidata, Chave Primária
Formas Normais

O Modelo Conceitual de Dados, como o nome diz, é um modelo abstrato que descreve as informações contidas no sistema, ou seja, a memória do sistema. O objetivo final do modelo de dados é a criação da base de dados do sistema, seja por meio de simples arquivos ou sofisticados sistemas de gerenciamento de banco de dados<sup>50</sup> (SGDB).

Em geral, as informações contidas no modelo serão aquelas que o sistema precisa ter para executar uma ou mais função e que não são fornecidas pelo mundo exterior no momento que a função é solicitada, mas sim anteriormente, durante a execução de outra função do sistema. Dessa forma, o sistema precisa “se lembrar” dessa informação entre uma e outra utilização, devendo ela pertencer de sua “memória”.

O modelo de dados é um tipo de requisito do sistema, pois descreve tudo que o sistema tem que “saber” [B28]. Ele estabelece um vocabulário (termos e fatos – entidades e relacionamentos), indica que informação está sendo compartilhada e qual o escopo de conhecimento que está sendo considerado pelo sistema.

Um modelo de dados bem feito é um importante fator de limitação do escopo do sistema, um dos principais objetivos da análise.

É importante notar que modelos de dados organizam representações estáticas do sistema, isto é, eles indicam como são registrados os resultados das operações do sistema, mas não como essas operações são feitas.

A criação do modelo de dados é um processo de especificações sucessivas. Inicialmente descrevemos um modelo do ambiente observado, normalmente descrevendo o mundo como ele é visto pelo usuário. Esse modelo é conhecido como **Modelo Conceitual de Dados**. No final devemos possuir uma descrição na visão do desenvolvedor, descrevendo o mundo de uma forma específica, otimizada para os dispositivos sendo utilizados na implementação do sistema

---

<sup>50</sup> Na análise essencial discutiremos a necessidade de um sistema de ter uma memória que permite ao sistema “se lembrar” de fatos passados ao atender um evento. A modelagem de dados é a técnica que nos permitirá definir como é essa memória, isto é, que informações deve guardar.

(linguagens de programação, SGDB, sistema operacional e hardware), o **Modelo Físico de Dados**. Entre o modelo conceitual e o modelo físico devemos passar por um passo intermediário, onde assumimos compromissos com uma tecnologia específica, mas não com os produtos sendo utilizados. Este passo é conhecido como **Modelo Lógico**. Muitas metodologias de modelagem de dados, como a IDEF1X, utilizam apenas dois passos, o modelo lógico e o físico, assumindo já no primeiro modelo algumas regras típicas do modelo relacional.

A principal forma de modelagem de dados não orientada a objetos, e a forma adotada por esse capítulo, é o Modelo de Entidades e Relacionamentos, ou MER, por meio do Diagrama de Entidades e Relacionamentos, ou DER. No Modelo de Entidades e Relacionamentos contamos com três abstrações para modelar o mundo: entidades, atributos e relacionamentos. De maneira simples, podemos dizer que entidades representam as “coisas e conceitos” do mundo, atributos representam as características dessas “coisas e conceitos” e relacionamentos representam as relações existentes entre essas “coisas e conceitos”.

## VIII.1 Modelos de Dados e Regras de Negócio

Um modelo de dados se inicia de uma forma próxima ao negócio (modelo conceitual) e vai se aproximando, com o decorrer do projeto, de uma forma com alta influência da tecnologia (modelo físico).

O modelo de dados conceitual na forma de um diagrama de entidades e relacionamento pode ser construído diretamente sobre os termos e fatos levantados nas regras de negócio ou, por outro lado, pode ser o mecanismo utilizado para levantar e documentar essas regras.

## VIII.2 A Memória do Sistema

Na análise essencial é importante compreender o conceito de memória do sistema. Para cada necessidade do cliente, como relatórios e tomadas de decisão, o sistema precisa de certa quantidade de dados. Esses dados são sempre fornecidos pelo mundo exterior (pois o sistema não pode “inventar” dados), porém nem sempre no mesmo momento em que a função necessária é realizada. Normalmente, por sinal, um sistema de informações é composto por funções que coletam dados para que sejam, mais tarde, utilizados por funções que fornecem relatórios.

Dessa forma, esses dados necessários para realizar uma função precisam estar em algum lugar. Na análise essencial nós abstraímos a localização e forma física dos dados, supondo que o sistema possui uma **memória**. Com a Modelagem Conceitual de Dados damos a forma abstrata a essa memória, de maneira a entender o que deve estar guardado na memória sem decidir, prematuramente, sua localização e estrutura.

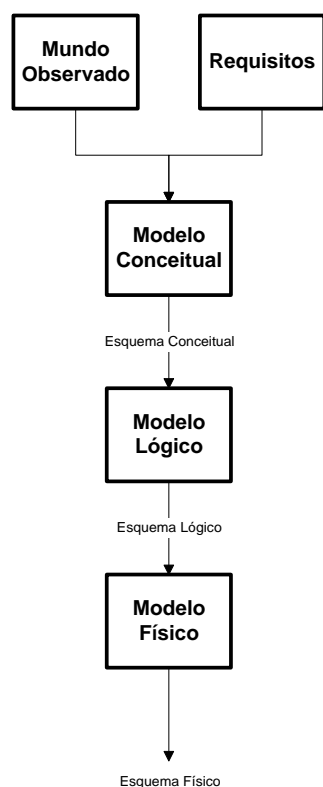
### VIII.2.1 Modelo Conceitual (MC)

O objetivo da modelagem conceitual é fornecer aos desenvolvedores uma descrição abstrata de alto nível, independente de tecnologia, da informação contida no sistema. Essa descrição é conhecida como o **esquema conceitual** da base de dados.



A Modelagem Conceitual de Dados pode ser feita de muitas formas, algumas vezes com sutis diferenças. Alguns autores defendem a “modelagem do domínio”, onde tentamos descrever o domínio de aplicação sendo utilizados, outros tratam diretamente do sistema sendo desenvolvido. Neste texto trabalharemos com uma abordagem mais próxima do sistema sendo desenvolvido, pois estamos buscando uma ferramenta que se encaixe com a análise essencial.

O modelo conceitual é construído a partir da análise de requisitos, em geral simultaneamente ao desenvolvimento da análise essencial. Na prática, o primeiro modelo essencial usará como memórias os objetos descritos no DER.



**Figura 105. Etapas da Modelagem de Dados**

Um dos subsídios mais importantes para a criação do DER é o conjunto de regras de negócio levantadas. Muitas das regras de negócio são representadas diretamente no modelo conceitual. Veremos mais tarde que termos e fatos são candidatos naturais para serem objetos nos nossos modelos conceituais. Não devemos confundir, porém, regras de negócio com modelos de dados. Um relacionamento em uma regra de negócio pode representar uma função do sistema, enquanto um relacionamento no MER representa algo que deve pertencer à memória do sistema.

## **VIII.2.2 Modelo Lógico**

O modelo lógico descreve a informação contida no sistema de acordo com uma tecnologia adotada, sem utilizar, porém, detalhes de implementação. Ele descreve a estrutura do banco de dados que será processado por um SGDB.

Atualmente, o **modelo mais utilizado é o modelo relacional**, porém existe uma tendência à utilização do modelo relacional-objeto ou de outros modelos relacionais estendidos. Além disso, alguns modelos distintos podem ser

encontrados em aplicações especiais, como data-warehousing e sistemas de informação geográfica. O modelo de objetos, considerado por muitos o mais moderno, não tem no momento grande aceitação no mercado.

### VIII.2.3 Modelo Físico

No modelo físico devemos levar em conta não só a tecnologia sendo utilizada, mas também os produtos específicos e a interação do sistema com o ambiente de desenvolvimento e operação.

É nessa etapa que nos preocupamos com as principais questões de desempenho, como escolha de índices, particionamento, etc.

## VIII.3 Modelo de Entidades e Relacionamentos

O Modelo de Entidades Relacionamentos, segundo Paulo Cougo [B31], descreve o mundo como: “...cheio de coisas que possuem características próprias e que se relacionam entre si”.

Essas coisas podem ser pessoas, objetos, conceitos, eventos, etc. Elas são classificadas em **entidades**. Alguns autores preferem o termo **tipo de entidade** ao termo entidade. Nesse texto usaremos os termos entidade e tipo de entidade indiferentemente, para representar a classe. Para representar os objetos específicos, os membros da classe, usaremos o termo **instância**, ou **instância de entidade**. Porém, no discurso normal, a palavra entidade também é muitas vezes usada no lugar de instância.

*A priori*, só exigimos de uma entidade que cada um dos seus membros possa ser identificado distintamente, isso é, tenha identidade própria. Cada coisa distintamente identificada é uma instância.

**Uma entidade representa uma classe de objetos do universo de discurso do modelo<sup>51</sup>.**

Por exemplo, em uma universidade podemos encontrar um funcionário chamado funcionário José e uma aluna chamada Maria. José uma instância da entidade funcionário, enquanto Maria é uma instância da entidade aluna. Funcionário e aluno são os tipos de entidade. Cada instância, então, deve poder ser identificada unicamente.

Estamos aplicando, nesse momento, a abstração de classificação: resumir uma quantidade de características comuns por meio da criação de uma classe. Assim sabemos que todos os funcionários, por serem instâncias de um mesmo tipo, possuem características comuns (como trabalhar na universidade, ter um salário, etc.).

No diagrama de entidade e relacionamentos cada tipo de entidade é representado por um retângulo, identificado pelo nome do tipo.

---

<sup>51</sup> Alguns autores diriam: **um objeto do mundo real**. Porém, entidades podem representar conceitos meramente abstratos que são usados no mundo real, mas não são reais pelo significado estrito da palavra.

Apenas algumas entidades do mundo real (ou imaginário) são de interesse para o sistema. Durante a modelagem conceitual nos preocupamos com as “coisas” que o sistema deve lembrar e colocamos essas “coisas” no modelo de entidade e relacionamentos. Uma entidade deve ser relevante para o objetivo do negócio e necessária para a sua operação.

Cada entidade tem dois tipos de características importantes: seus atributos e seus relacionamentos. Os atributos são características que toda a instância de um tipo possui, mas que podem variar entre as instâncias. Uma instância do tipo “aluno” tem os atributos “nome” e “ano de matrícula”, por exemplo. Atributos caracterizam a informação que deve ser guardada sobre uma entidade. Só devemos colocar como atributos aquelas informações que o sistema precisa lembrar em algum momento. Assim, uma instância de “aluno” não precisa ter o atributo “nome do animal de estimação” em um sistema acadêmico, pois apesar de ser algo importante para o “aluno” propriamente dito, não tem importância alguma para o sistema.

Cada característica deve possuir um **domínio**. O domínio indica o conjunto de valores válidos para a característica. No caso de “nome”, geralmente aceitamos qualquer sequência de caracteres, enquanto no caso de “altura” podemos aceitar apenas valores reais positivos menores que 2,5.

Atributos eram originalmente descritos por círculos no modelo E-R. As notações mais modernas anotam os atributos dentro dos retângulos da entidade a que pertencem.

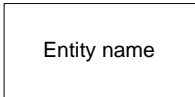
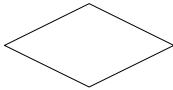

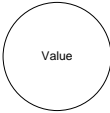
Finalmente, como indica o nome do modelo, entidades podem se relacionar entre si. Essa característica é a principal força do modelo de entidades e relacionamentos, pois permite que, de certa forma, “naveguemos” no modelo.

Podemos indicar relacionamentos apenas pelas entidades envolvidas, como “cliente-pedido”, ou usar um termo que descreva o relacionamento “cliente solicita pedido”.

Modelos de Entidades e Relacionamentos para serem completos exigem também um conjunto de restrições. Algumas dessas restrições, como a cardinalidade dos relacionamentos que veremos a seguir, podem ser descritas em algumas (ou todas) notações. Porém, a maioria das descrições é muito complexa para ser descrita em um diagrama. Nesse caso são necessárias anotações ao diagrama descrevendo as descrições. Isso pode ser feito em linguagem natural ou em alguma notação formal específica, dependendo de escolhas da equipe de projeto ou do método utilizado.

## VIII.4 O Diagrama de Entidades e Relacionamentos

Diagramas de Entidades e Relacionamentos descrevem o mundo em geral ou um sistema em particular de acordo com os objetos que o compõe e os relacionamentos entre esses objetos.

Figura	Significado
	Entidade
	Relacionamento
	Ligação entre entidades, por meio de um relacionamento, com a descrição da cardinalidade.
	Atributo

**Tabela 20. Figuras básicas de um diagrama de Entidades e Relacionamentos segundo Peter Chen**

Existem muitas notações para Diagrama de Entidades e Relacionamentos. A notação original foi proposta por Chen e é composta de entidades (retângulos), relacionamentos (losangos), atributos (círculos) e linhas de conexão (linhas) que indicam a cardinalidade de uma entidade em um relacionamento. Chen ainda propõe símbolos para entidades fracas<sup>52</sup> e entidades associativas.

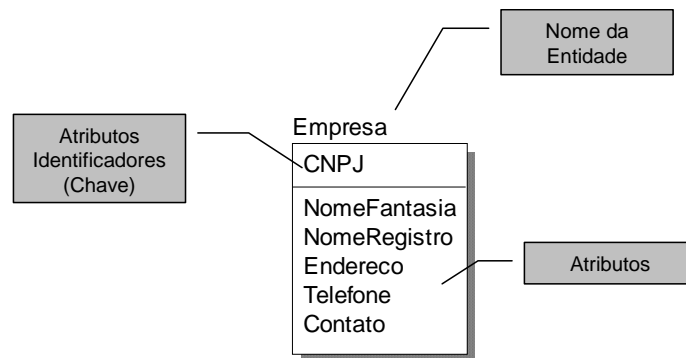
As notações modernas abandonaram o uso de símbolos especiais para atributos, incluindo a lista de atributo, de alguma forma, no símbolo da entidade. Consideramos as notações como as mais interessantes na atualidade:

- IDEF1X, utilizada pela ferramenta ERWIN, bastante difundida no mercado
- Engenharia de Informação, bastante difundida e também presente como notação alternativa no ERWIN.
- Notação de Setzer, difundida no Brasil por seu autor.
- Notação de Ceri, Bertini e Navathe [B32], pouco difundida, mas com aspectos teóricos interessantes.
- Uso da UML para representar modelos de dados não-orientados a objetos.

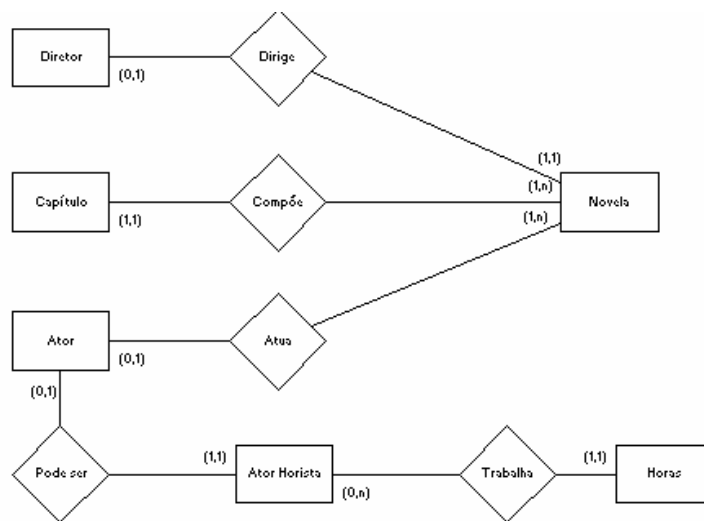
Toda a notação moderna tem como característica importante definir a cardinalidade mínima e máxima em uma relação, não utilizar um símbolo especial para relacionamentos, mas sim a linha, e descrever atributos dentro do símbolo de entidades.

---

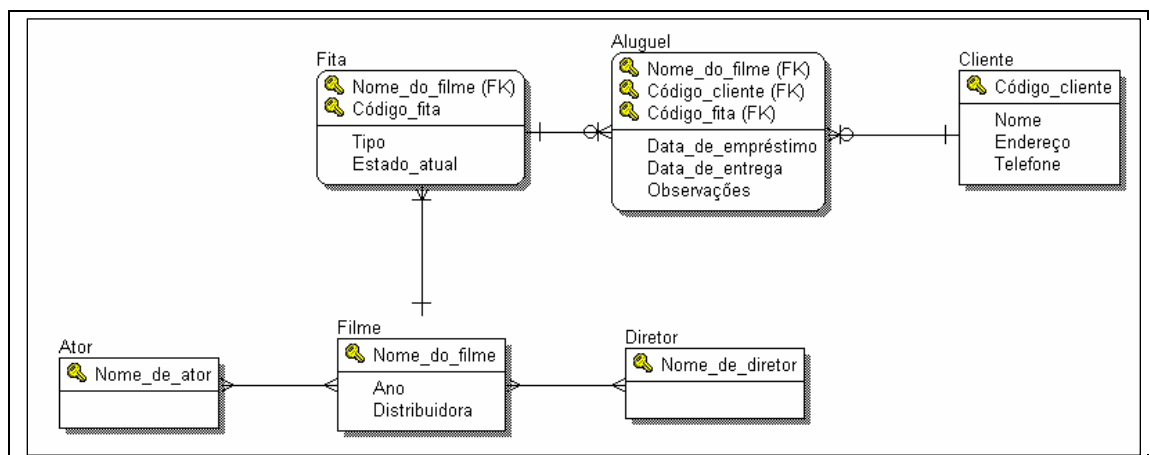
<sup>52</sup> Deploramos o termo entidade fraca, que leva os alunos a acreditar que não devem existir entidades fracas em um DER, associando o termo “fraco” ao conceito de errado,



**Figura 106.** Uma entidade pode ser representada também dessa forma, bem mais moderna e compacta que a proposta original. Esta é a notação utilizada no software Erwin (tanto no modelo IDEF1X e quanto na Engenharia da Informação). Os atributos identificadores ficam acima de uma linha divisória.



**Figura 107.** Um exemplo simples de DER, sem atributos.



**Figura 108.** Um exemplo de DER usando a Notação da Engenharia da Informação, feita com o software ERWIN. Os ícones ajudam a identificar as chaves (já identificadas pela sua posição sobre a linha divisória).

### VIII.4.1 Exemplo de Modelo E-R

O modelo a seguir, utilizando a notação de Bertini et al. [B32], pode ser lido da seguinte forma:

- Entidades do modelo: Diretor, Novela, Capítulo, Ator, Ator Horista e Hora
- Um diretor dirige no máximo uma novela, podendo não dirigir nenhuma, e uma novela é dirigida por um e apenas um diretor.
- Um capítulo compõe uma e apenas uma novela e uma novela tem no mínimo um capítulo, podendo ter um número ilimitado deles.
- Um ator atua em uma novela, podendo não atuar em nenhuma e uma novela tem ao menos um ator, podendo ter vários.
- Um ator pode ser um ator horista e um ator horista é obrigatoriamente um ator.
- Um ator horista trabalha de zero a várias quantidade de horas, mas uma quantidade de horas é trabalhada por apenas um ator.

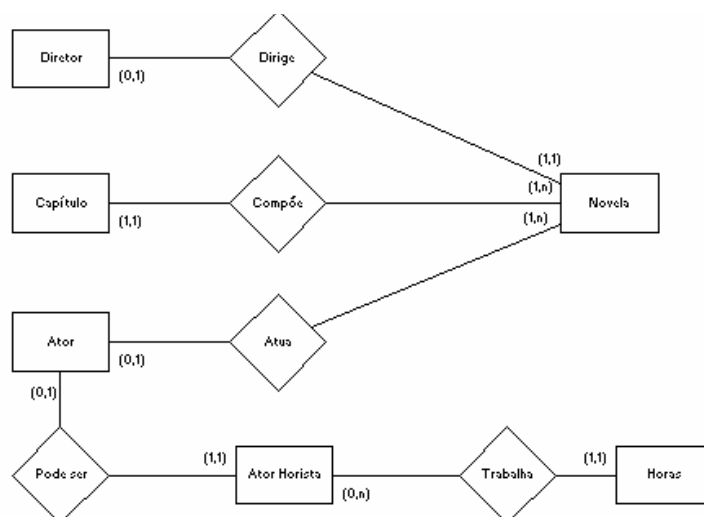


Figura 109. Exemplo de modelo conceitual

No modelo anterior não apresentamos nenhum atributo. A notação original para atributos, o uso de círculos ligados aos retângulos que representam as entidades, complica muito o diagrama. As notações mais modernas anotam os atributos dentro dos retângulos.

## VIII.5 Desenvolvendo o Modelo Conceitual

Desenvolver um modelo conceitual correto para um sistema, completo e consistente, não é uma tarefa fácil. Já desenvolver um modelo conceitual razoavelmente correto, que dê uma idéia do sistema e do negócio e que, de forma evolutiva, resulte em um modelo conceitual correto, é uma tarefa razoavelmente fácil para um analista experiente. Para o analista de sistemas iniciante, porém, parece uma tarefa extremamente difícil.

Isso acontece porque o modelo conceitual de dados exige duas coisas: um alto grau de abstração e a internalização, pelo analista, de conceitos bastante

vagos, como “entidades” e “relacionamentos”. Assim, o analista iniciante precisa seguir algumas estratégias para entender melhor como desenvolver um modelo conceitual.

A primeira estratégia é a estratégia dos exercícios e exemplos. Nada é tão útil ao aprendizado como colocar a mão na massa. Os exemplos, por seu lado, servem não só como orientação geral, mas também como exemplos de pontos específicos da modelagem e de como especialistas resolvem problemas de modelagem, sejam eles simples ou complicados.

A segunda estratégia é desenvolver uma lista de dicas de trabalho. Essas dicas funcionam para o analista como as pistas funcionam para um detetive, mostrando que caminho seguir até encontrar a solução do problema.

## VIII.6 Entidades

**Uma entidade é uma pessoa, objeto, local, animal, acontecimento, organização ou outra idéia abstrata sobre a qual o sistema deve se lembrar alguma coisa. Cada instância de uma determinada entidade tem características similares (mas não iguais), o mesmo comportamento e uma identidade própria.**

O primeiro passo na determinação das entidades é o levantamento dos candidatos à entidade. Durante as entrevistas e reuniões de análise de sistema, vários objetos e conceitos serão descritos como parte do sistema. Algumas vezes esses objetos são bastante concretos, como um “produto” dentro de um “estoque”, outras vezes são descritos como documentos que guardam alguma informação, como uma “nota fiscal”, outras vezes são abstratos, como um “curso”.

No discurso fluente durante uma entrevista, entidades são geralmente substantivos ocupando o papel de sujeito ou objeto, enquanto relacionamentos geralmente são encontrados na forma de verbo. Muitas vezes uma regra de negócio, como “alunos cursam turmas” ou “clientes fazem pedidos” nos indica entidades e relacionamentos<sup>53</sup>.

Outro sinal importante da necessidade de uma entidade é o fato de algo que precisa ser lembrado representar um conceito ou idéia completa. Em um sistema acadêmico precisamos nos lembrar do nome do aluno, da data de matrícula do aluno, do curso em que está o aluno, etc. O “aluno” é a nossa idéia completa que aparece várias vezes, algumas vezes caracterizado por seu nome, outras vezes por seu curso. É um bom candidato a entidade.

Alguns autores propõem uma determinação bottom-up das entidades, sugerindo que elas sejam construídas pela partição de todos os dados atômicos que o sistema deve lembrar (nome de aluno, data de matrícula do aluno, etc.). Assim, construiríamos uma lista de atributos para depois agrupá-los em entidades.

---

<sup>53</sup> Novamente, lembro que apesar de usarmos a notação E-R para descrever regras de negócio, estamos falando de duas atividades diferentes e que tem resultados diferentes (apesar de poderem, por coincidência terem o mesmo resultado).

Preferimos, porém, uma abordagem de busca direta das entidades. Um sistema com poucas dezenas de entidades pode ter centenas de atributos, o que torna tudo bem mais confuso.

Segundo Shlaer e Mellor [B33], uma entidade pode estar em cinco grandes categorias:

- Objetos tangíveis
- Papéis exercidos
- Eventos
- Interações
- Especificações

Podemos facilmente ver porque objetos tangíveis são bons candidatos a entidades: normalmente, sistemas de informação falam em algum momento de objetos tangíveis, como produtos e equipamentos. Algumas vezes, porém, um objeto tangível, como uma pessoa, assume uma função ou papel específico, como aluno ou professor.

Eventos, ou interações, acontecem em algum momento do tempo e representam classes importantes de entidades. Um exemplo de evento é uma “reunião” em uma agenda. Normalmente eventos exigem atributos como data e duração.

Exemplos típicos de interações são: “contratação de serviço” ou “venda de produto”. Interações são semelhantes a relacionamentos ou a objetos tangíveis ou eventos, sendo muitas vezes representadas dessa forma.

Finalmente, especificação são tipos especiais de entidades que classificam outra entidade. Um bom exemplo é “fábrica”, que é uma especificação para “automóvel”. Geralmente, especificações também podem ser implementadas como um atributo na entidade especificada, sendo essa uma decisão de análise.

Já Coad, ao buscar uma forma mais objetiva de modelar objetos, sugere que busquemos inicialmente 4 tipos de objetos (que podemos entender como entidades):

- Momentos ou Intervalos: um momento ou um intervalo representa qualquer coisa que precisa ser acompanhada, por motivos de negócio ou legais, e que acontecem em um instante de tempo ou por um período de tempo. Muitas vezes pode ser mais fácil começar nossa análise por esse tipo de entidade, pois estamos tratando de atividades de negócio que devem exigir a participação das outras entidades. Exemplos são: aulas, consultas, contratação, etc.
- Papéis: representam papéis assumidos pelas pessoas que estão envolvidas com o sistema sendo analisado. Cuidado, pois não são apenas os usuários, nem representam os cargos que as pessoas ocupam nas empresas necessariamente. Exemplos são: aluno, professor.
- Pessoas, Locais ou Coisas: representam os objetos tangíveis e localidades. Exemplos são: sala, automóvel.



- Descrições: são basicamente as especificações propostas por Shlaer e Mellor. Modelos de um produto é um bom exemplo.

Ross [B28] sugere três tipos de entidade:

- Entidades Núcleo (Kernel): que representam is conceitos mais básicos do domínio do problema e que não dependem de outras entidades para existir.
- Entidades Dependentes: que representam conceitos que são naturalmente dependentes de outra entidade específica (e apenas uma) para sua existência, normalmente associados a aspectos de outra entidade que são multi-valorados (como produtos e suas quantidades em um pedido).
- Entidades de Associação: que representam conceitos que são naturalmente dependentes de mais de uma entidade para sua existência.

James e Suzanne Robertson [B34] sugerem algumas regras para que verifiquemos se um conceito deve ser realmente escolhido como uma entidade:

- Toda entidade deve ter um papel único e definido no negócio, se você não pode explicá-la, provavelmente não precisa se lembrar dela.
- Entidades devem ter ao menos um atributo que as descrevam, e é preferível que tenham vários.
- Entidades devem ter mais de uma instância. Se a instância é única, então não deve ser uma entidade, mas uma informação constante, que é parte do negócio da empresa (uma regra de negócio?).
- Entidades devem possuir instâncias unicamente identificáveis.
- Entidades não possuem valores, apenas atributos possuem valores.
- Pessoas e organizações que interagem com o sistema são candidatos a entidade quando precisamos nos lembrar alguma coisa específica sobre elas, para gerar relatórios ou processar dados entrados. Isso não se aplica a “logons” ou “passwords” utilizados para a segurança do sistema, pois segurança é um problema tratado no projeto físico. Devemos aplicar essa regra em relação à necessidade de identificação e endereçamento, por exemplo.
- Relatórios raramente são entidades. Normalmente eles são apenas os resultados de um processo que acessa várias entidades.
- Linhas de relatório geralmente são entidades. Nomes de colunas indicam entidades ou seus atributos. Porém, nenhum valor calculado ou derivado é atributo ou entidade.
- Substantivos em regras de negócio são normalmente entidades
- Produtos, quando não são únicos, são normalmente entidades.
- Papéis, como funcionário, atendente, apostador, etc., são bons candidatos para entidades.
- Um grupo de dados que se repete em uma entrada ou saída de dados é normalmente uma entidade (ou mais).

### **VIII.6.1 Onde encontrá-las**

Além de encontrá-las em entrevistas e em regras de negócio, podemos utilizar alguns documentos para encontrar entidades:

- Relatórios
- Formulários de entrada de dados
- Arquivos, tanto de papel quanto no computador.
- Fichas, como fichas de cadastro, de empréstimo, etc.
- Pedidos, requisições e documentos do gênero.
- Documentos contábeis e fiscais, como nota fiscal.
- Planilhas de dados, em papel ou eletrônicas.
- Listagens, registros, agendas, protocolos e outros documentos de trabalho.
- Sistemas já existentes
- Bancos de dados já existentes

Outra forma de encontrar entidades é buscar sistemas semelhantes já resolvidos e padrões de projeto<sup>54</sup> ou padrões internacionais sobre o assunto sendo tratado.

### **VIII.6.2 Descrevendo Entidades**

É extremamente importante a descrição precisa de cada entidade<sup>55</sup>, pois sua descrição não serve só de documentação, mas também de teste para verificar se entendemos realmente sua presença no sistema.

Uma boa descrição de entidade conter os seguintes itens:

- Nome, incluindo uma listagem de sinônimos e homônimos<sup>56</sup>
- Definição
- Exemplos
- Atributos (veremos a seguir)
- Relacionamentos (veremos a seguir)
- Eventos que a utilizam (veremos no próximo capítulo)
- Correlação, descrevendo outras partes da análise que se referem a ela.
- Regras e exceções relacionadas a essa entidade, incluindo regras de negócio.
- Outros comentários e observações
- Uma idéia da quantidade esperada de instâncias no sistema

---

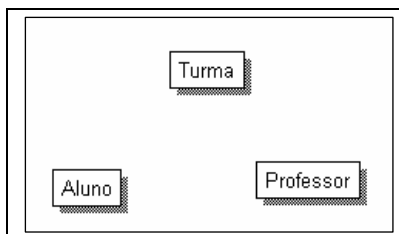
<sup>54</sup> Como no excelente livro Princípios de Modelagem de Dados de David Hay[B35].

<sup>55</sup> Devemos confessar que não temos a mesma preocupação com atributos, por exemplo.

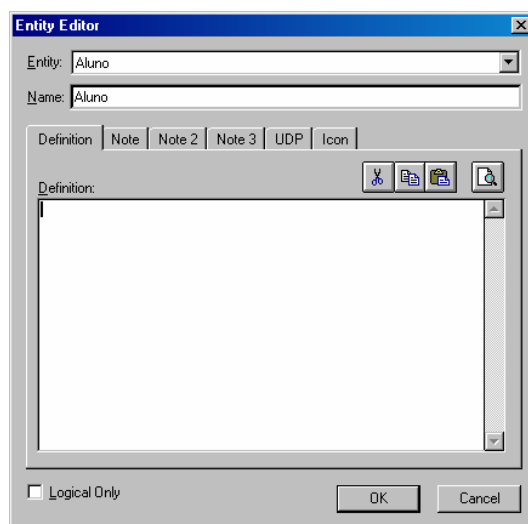
<sup>56</sup> Homônimos são objetos diferentes porém com o mesmo nome

Durante a definição devemos tentar responder várias perguntas, procurando deixar claro o porquê dessa entidade fazer parte do sistema. Assim devemos nos preocupar em dizer o que é essa entidade, o que faz e para que está no sistema, quando algo é ou não é uma dessas entidades, quando passa a ser ou deixa de ser, ou se é permanentemente.

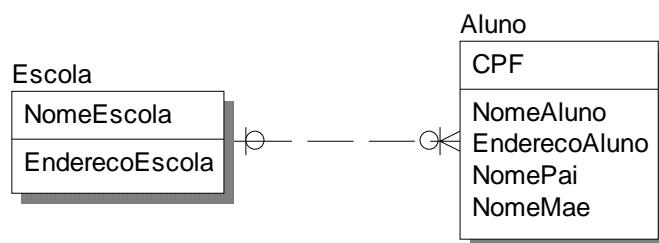
Quando algum elemento passa de uma entidade para outra devemos tomar bastante cuidado para descrever as ações necessárias para tal fato.



**Figura 110. No início da modelagem podemos ter apenas entidades isoladas**



**Figura 111. Uma tela descrevendo uma entidade no software ERWIN 3.5. Atenção para o fato que apesar de não cumprir todos os nossos requisitos em campos distintos, apresenta vários campos de anotação.**



**Figura 112. Como veremos mais adiante, segundo a notação da Engenharia da Informação, apresentamos nessa figura duas entidades que se relacionam: Escola e Aluno.**

## VIII.7 Relacionamentos

A principal característica das entidades que compõe um sistema é se relacionarem umas com as outras. É impossível imaginar uma entidade isolada em um sistema de informação. Toda entidade deve possuir ao menos um relacionamento que a coloque em contato com as outras entidades do sistema.

Relacionamentos representam que existe alguma conexão entre entidades dentro do negócio sendo analisado [B34]. Cada relacionamento deve ser também uma regra de negócio e é utilizado em pelo menos um processo que lida com as entidades envolvidas.

Relacionamentos indicam a possibilidade de buscar um grupo de entidades a partir de outra entidade. Assim, permite encontrar os “visitantes” que “emprestaram” um “livro” específico (navegando de livro para clientes), ou descobrir que “produtos” um “cliente” “pediu” (navegando de clientes para livros). Indicam também que precisamos nos lembrar de algo que envolve, simultaneamente, duas ou mais entidades do sistema, e que essa lembrança só faz sentido quando todas as instâncias envolvidas são recuperáveis simultaneamente ou sequencialmente.

Existem muitos relacionamentos comuns, encontrados em muitos sistemas, como “compõe” (peças compõe máquinas), “é um” (bicicleta “é um” meio de transporte), “faz” ou “gera” (cliente faz ou gera pedido), “atende” (visita atende solicitação de reparo), “usa” (cliente “usa” produto), etc.

O relacionamento “é um” é tão comum, e tão útil, que foi escolhido como um relacionamento especial em muitos métodos derivados da Modelagem Entidade e Relacionamento original. É a relação de herança, onde dizemos que uma entidade “herda” todas as características de outra entidade. A herança equivale à abstração de generalização/ especificação.

Existem duas formas básicas de herança. Na herança exclusiva dividimos uma classe em categorias. Essa forma de herança traz poucas dificuldades na modelagem e é conhecida como separação em categorias. Uma pessoa, por exemplo, pode ser dividida em duas categorias, a dos homens e a das mulheres. Quando a divisão não é exclusiva, ou seja, quando é possível que uma instância de uma entidade específica seja classificada em duas (ou mais) de suas subclasses, temos alguns problemas que devem ser resolvidos na modelagem lógica. Por exemplo, uma pessoa pode ser aluno e professor simultaneamente em uma faculdade.

Também é possível que existam instâncias que não fazem parte de nenhum dos tipos de entidade especializados, mas fazem parte do tipo geral. Isso também exige um tratamento especial durante a modelagem lógica.

Nós dizemos então que:

- A cobertura é total, se cada elemento da classe genérica é mapeado em ao menos um elemento das subclasses.
- A cobertura é parcial, se existe ao menos um elemento da classe genérica não mapeado nas estruturas das subclasses.
- A cobertura é exclusiva, se cada elemento da superclasse é mapeado em no máximo um elemento das subclasses.

- A cobertura é sobreposta, se existe um elemento da superclasse mapeado em mais de um elemento das subclasses.

Devemos tentar obter apenas heranças totais e exclusivas, pois são mais fáceis de serem tratadas.

Dado um grupo de entidades candidatas a construir um relacionamento de herança, devemos analisar se existe um atributo ou relacionamento que é aplicável a apenas um subconjunto dessas entidades, se simplificamos o modelo e se aumentamos sua compreensão. Ou seja, devemos usar a herança para aumentar a semântica do modelo sem causar excesso de informação.

Outro relacionamento tão comum que mereceu um tratamento especial em muitos métodos é o relacionamento “é parte de”. Esse relacionamento equivale à abstração de composição. É normal que utilizemos esse relacionamento apenas quando a parte só existe em função do todo, porém não é uma exigência muito forte.

Relacionamentos podem unir indiferentemente entidades do mesmo tipo ou entidades de tipos diferentes. Quando relaciona entidades do mesmo tipo dizemos que é um auto-relacionamento. Ao especificar um auto-relacionamento devemos ter mais cuidado em declarar os papéis das entidades no relacionamento, além de atentar para não produzir um *loop* infinito no relacionamento.

Normalmente trabalhamos apenas com relacionamentos entre duas entidades. O método original de Chen permitia relacionamentos múltiplos. Atualmente transformamos relacionamentos múltiplos em entidades.

O mesmo acontece com o uso de atributos no relacionamento. Apesar do método original permitir, atualmente criamos uma entidade para representar esse relacionamento.

Bertini et al. [B32] mostram algumas operações que, aplicadas a um modelo e-r, criam diagramas diferentes que podem representar uma mesma realidade. Assim, algo que foi representado como uma entidade em um modelo pode ser representado como duas em outro, ou um relacionamento em um modelo pode ser transformado em uma entidade que se relaciona com as entidades originais (ou vice-versa) sem que haja uma representação falsa da realidade. Pode acontecer de uma ou outra representação ser mais interessante em um contexto.

Relacionamentos podem ser condicionais ou incondicionais, isto é, uma entidade pode ser obrigada a ter um relacionamento com outra ou não. Por exemplo: um automóvel é obrigatoriamente fabricado em uma fábrica, mas nem todos os livros em uma livraria já foram vendidos. Como veremos adiante, o fato de um relacionamento ser opcional é representado pela definição da cardinalidade mínima do relacionamento, que pode ser 0 ou 1.

Também é importante notar que existem também relações que ocorrem entre relacionamentos. Dois relacionamentos podem ocorrer sempre juntos (contingentes) ou nunca ocorrer juntos (mutuamente exclusivos). Existem métodos que permitem anotar diretamente no diagrama essas características, porém são pouco utilizados.

**Tudo que não puder ser anotado no diagrama deverá ser anotado em um documento associado.** O principal tipo de anotações são as regras de negócio que funcionam como restrições, como “um professor só pode dar aulas para

alunos da escola em que trabalha”. Restrições são geralmente impossíveis de desenhar diretamente no diagrama<sup>57</sup>.

Normalmente associamos restrições a ciclos no diagrama. Por exemplo, se temos que fazer pedidos de livros para uma editora, então temos um relacionamento entre livro e pedido, um entre livro e editora e um entre editora e pedido, formando um ciclo. A restrição é que “um pedido só pode conter livros da editora indicada no pedido”. É possível desenhar o diagrama sem ciclos, eliminado, por exemplo, a ligação entre pedido e editora, porém aconteceriam duas coisas: primeiro teríamos que escrever uma restrição que é possivelmente mais complexa (“um pedido só pode conter livros da mesma editora”), segundo não teríamos nenhuma indicação no diagrama que o pedido é feito para a editora, exigindo uma nova regra. Finalmente, a falta do ciclo funciona também como falta de indicação que existe uma restrição, pois todo ciclo é um aviso de restrição<sup>58</sup>.

### VIII.7.1 Cardinalidade

Para bem representar um relacionamento, devemos indicar a cardinalidade desse relacionamento, isto é, quantas vezes uma instância da entidade pode se relacionar com instâncias de outras entidades.

Veja por exemplo o relacionamento “mãe-filha”. Uma filha só pode ter uma mãe, mas uma mãe pode ter várias filhas.

Existem três tipos básicos de relacionamentos: o 1:1, um para um, o 1:N, um para muitos, e o N:M, muitos para muitos. Nesse caso só estamos falando da cardinalidade máxima. A cardinalidade máxima indica quantas vezes uma entidade pode aparecer em um relacionamento.

No relacionamento 1:1 cada entidade só pode se relacionar com uma entidade do outro conjunto. Geralmente indica semelhança, igualdade, utilização conjunta, etc.

No relacionamento 1:N cada entidade de um conjunto pode se relacionar com várias entidades do outro conjunto, mas as entidades do segundo conjunto só podem se relacionar com uma entidade do primeiro conjunto. Geralmente indicam relações de posse, hierarquia ou de composição.

No relacionamento N:M qualquer número de relacionamentos é válido. Podem indicar várias coisas, como eventos, contratos, acordos, ligações temporárias como empréstimos e aluguéis, etc. É normal aparecerem também quando o relacionamento é do tipo 1:1 ou 1:N em certo momento ou período (como o aluguel de uma fita de vídeo), mas se deseja manter a história de todos os relacionamentos.

Quando falamos também da cardinalidade mínima usamos notação de par ordenado, (0,1):(1,N) por exemplo, onde o primeiro número do par indica a cardinalidade mínima e o segundo a máxima. A cardinalidade mínima indica uma exigência da participação de uma instância da entidade em relacionamentos. A

---

<sup>57</sup> Ross, porém, propõe uma linguagem gráfica que permite a definição de restrições. A linguagem é muito complexa e não existe ainda nenhuma ferramenta CASE que a suporte.

<sup>58</sup> Mas a ausência de um ciclo não significa que não existe restrição.

cardinalidade mínima 0 em ambos os lados indica a existência própria de ambos os objetos. A cardinalidade mínima 1 pode indicar a necessidade de um objeto pertencer ou ser criado por outro.

É comum evitarmos relacionamentos onde ambos os lados exijam como cardinalidade mínima “1”. O motivo é que um par de entidades só pode ser colocado na memória do sistema em uma mesma transação, não permitindo que primeiro coloquemos a instância de uma entidade na memória e depois uma instância relacionada da outra entidade.

Temos então os seguintes tipos de relacionamentos:

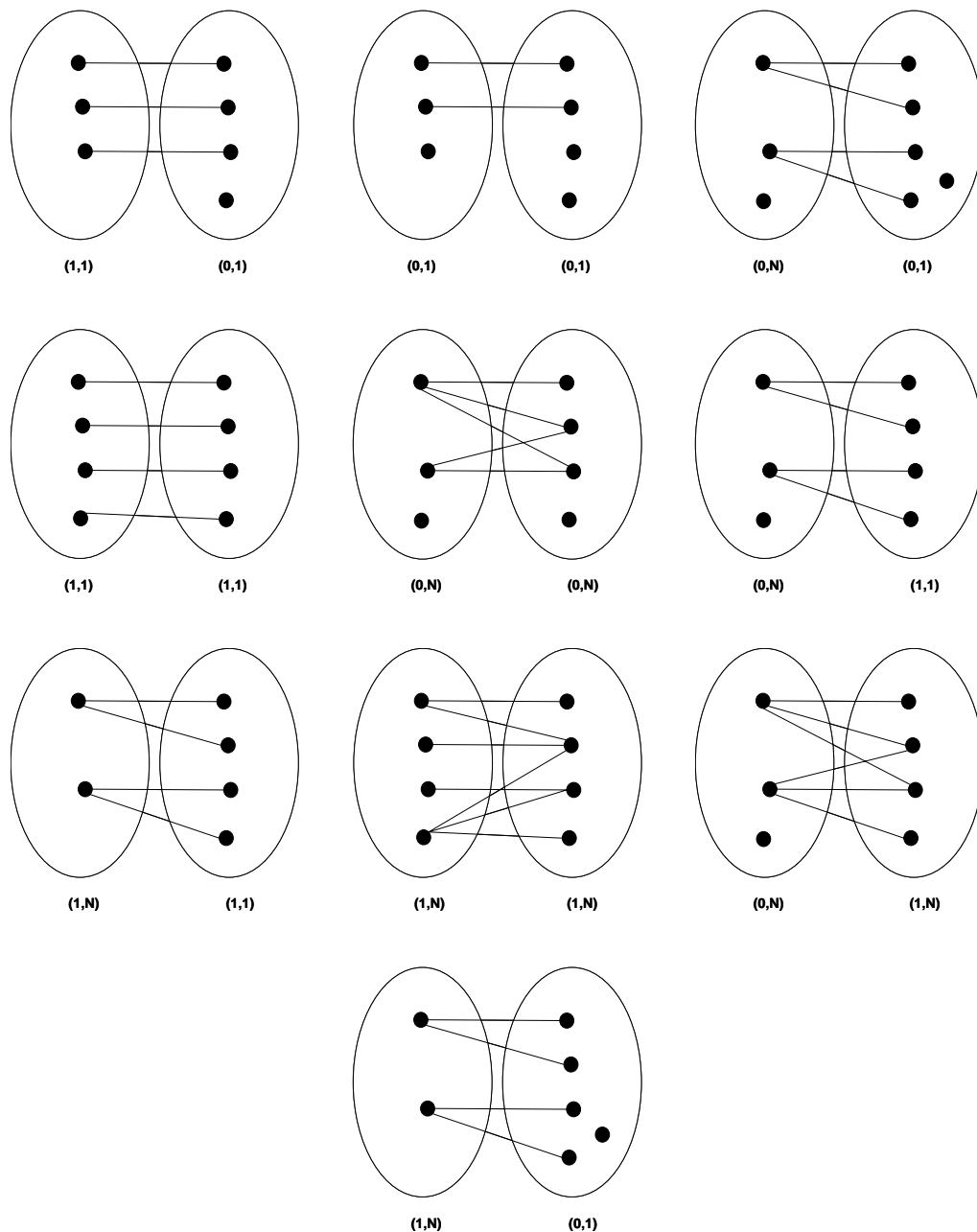
- Relacionamentos um para um.
  - $(0,1):(0,1)$ 
    - Esse relacionamento significa que uma instância do primeiro conjunto pode ou não se relacionar com uma instância do segundo conjunto, porém pode ter apenas um relacionamento. O mesmo vale do segundo conjunto para o primeiro.
    - Esse relacionamento é encontrado quando é possível formar pares entre duas entidades, mas esses pares são opcionais.
    - Um exemplo seria o caso da alocação cabines e reboques de caminhões em uma empresa de aluguel de viaturas. Cabines e reboques podem ser trocados arbitrariamente. Em certo momento, cada cabine só pode ter um reboque e vice-versa. Além disso, algumas vezes uma das partes fica guardada na garagem enquanto a outra é utilizada.
    - Outro caso que podem mostrar são auto-relacionamentos desse tipo. Uma igreja ou um templo, por exemplo, pode ter um catálogo de frequentadores e querer saber quem é casado com quem (e quem é solteiro, ou seja, não tem nenhum relacionamento).
  - $(1,1):(0,1)$ 
    - Esse relacionamento significa que a primeira entidade obrigatoriamente tem um relacionamento, mas ele é opcional para a segunda entidade. Em ambos os casos apenas um relacionamento é permitido.
    - Esse relacionamento é encontrado quando uma entidade possui ou controla de alguma forma outra. Em alguns casos as duas entidades podem ser unidas em uma só.
    - Ele é menos comum que o relacionamento  $(1,1):(0,N)$ .
    - Um exemplo seria uma distribuição de papéis de uma peça de teatro em uma companhia de atores. Cada ator só pode fazer um papel, alguns atores podem não ter papel, mas todos os papéis têm um ator, e apenas um ator.

- (0,1):(1,1), similar ao anterior
- (1,1):(1,1)
  - Esse relacionamento é pouco comum, pois indica que uma entidade não pode existir sem estar relacionada com outra, e tudo isso apenas uma vez. Normalmente pode ser substituído pela unificação das duas entidades em uma só.
  - Algumas vezes é utilizado para diferenciar aspectos diferentes da mesma entidade. Por exemplo, um avião é uma entidade que tem visões comerciais, de mecânica, de operação, etc. Fica muito complicado, em um modelo ER, colocar todos os atributos, que chegam a centenas, em uma só entidade, assim podem ser criados relacionamentos (1,1):(1,1) para tratar essa modelagem.
  - Esse relacionamento não é recomendado, pois exige que ambas as entidades sejam sempre criadas juntas.
- Relacionamentos 1 para N
  - (0,1):(0,N)
    - A primeira entidade pode ou não participar do relacionamento, mas apenas uma vez. A segunda entidade pode ou não participar do relacionamento, e ainda pode fazê-lo várias vezes.
    - Esse é um relacionamento muito comum. Normalmente significa que dois objetos que não possuem nenhum relacionamento de propriedade ou restrição de existência podem ser colocados em uma relação hierárquica.
    - Exemplo: esse tipo de relacionamento pode ser encontrado em locais onde temos um estoque de objetos que são alocados a departamentos da empresa, por exemplo, computadores. Um computador só pode estar alocado em um departamento ou pode estar no estoque (sem alocação). Um departamento pode ter 0, 1 ou vários computadores alocados para si.
  - (0,N):(0,1), similar ao anterior
  - (0,1):(1,N)
    - Esse relacionamento normalmente também indica uma relação hierárquica.. O primeiro objeto pode opcionalmente pertencer a essa relação, enquanto o segundo objeto obrigatoriamente pertence a relação.
    - Não é muito comum, pois exige que uma instância tenha no mínimo uma “filha”, mas as filhas podem existir de forma independente.



- Pode ser usado quando algo para existir deve ter ao menos uma parte, mas estas partes tem vida própria, mesmo só podendo ser usadas em um lugar.
  - Isso pode ser encontrado, por exemplo, no relacionamento entre uma venda e os itens (quando únicos) vendidos. Uma loja de carros novos, por exemplo, pode em uma mesma venda negociar vários carros, mas necessariamente a venda contém um carro. Já o carro pode ter sido vendido ou não.
- (1,N): (0,1), similar ao anterior
- (1,1):(0,N)
  - Indica uma “maternidade” da segunda entidade em relação à primeira, ou seja, cada instância da primeira entidade é obrigada a possuir uma “mãe”, e apenas uma, que seja instância da segunda entidade.
  - É um dos relacionamentos mais comuns.
  - Pode ser encontrado, por exemplo, na relação entre automóveis de uma empresa e multas recebidas. Cada multa é de apenas um automóvel, mas podem existir automóveis com 0, 1 ou mais multas.
- (0,N) : (1,1), similar ao anterior
- (1,1):(1,N)
  - Indica uma “maternidade” da segunda entidade em relação à primeira, ou seja, cada instância da primeira entidade é obrigada a possuir uma “mãe”, e apenas uma, que seja instância da segunda entidade. Além disso, obrigatoriamente a “mãe” deve possuir uma filha.
  - Esse relacionamento apresenta o inconveniente de exigir criar uma entidade “filha” para criar a entidade “mãe”.
  - Pode ser encontrado, por exemplo, em um cadastro de pessoas jurídicas, que devem possuir um endereço, mas podem possuir mais de um.
  - Também é encontrado na modelagem normatizada de objetos que contém listas que obrigatoriamente possuem um item, como uma nota fiscal.
- (1,N):(1,1) , similar ao anterior
- Relacionamentos N para M
  - (0,N):(0,N)
    - Esse relacionamento é muito comum. Representa a forma mais geral de relacionamento, opcional e com todas as possibilidades para ambos os lados.

- Pode ser encontrado, por exemplo, na relação entre alunos e cursos oferecidos em um semestre em uma universidade. Alguns cursos não recebem inscrição, alguns alunos não fazem inscrição em nenhum curso.
- $(0,N):(1,N)$ 
  - Semelhante ao  $(0,N):(0,N)$ . Também muito comum, porém agora exigimos que haja pelo menos um relacionamento na segunda entidade.
  - Pode ser encontrado, por exemplo, na relação entre músicas e CDs onde estão gravadas, para controle de uma discoteca. Uma mesma música pode estar em vários CDs, mas não é possível registrar um CD sem músicas (deve existir pelo menos uma). Porém uma música pode nunca ter sido gravada.
- $(1,N):(0,N)$ , similar ao anterior
- $(1,N):(1,N)$ 
  - Aqui temos um relacionamento múltiplo que deve existir pelo menos uma vez.
  - Um exemplo é o relacionamento entre salas de uma empresa e móveis colocados nessa sala.
  - Essa representação muitas vezes é verdadeira, mas é evitada, sendo trocada pelo relacionamento  $(0,N):(1,N)$ , pois exige que ambas as entidades, quando estão sendo criadas, sejam sempre criadas juntas, ou que existam algumas entidades na base como “semente”.



**Figura 113. Exemplo gráficos dos tipos de relacionamentos entre entidades, baseado no conceito que uma entidade (diagrama de Venn) é um conjunto de instâncias (pontos pretos).**

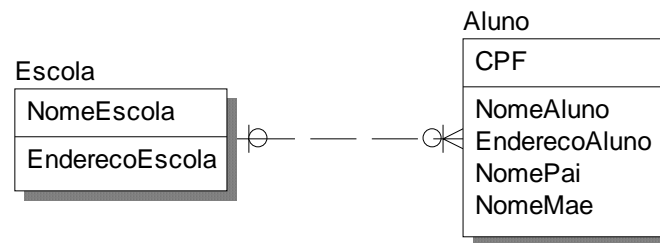
### VIII.7.2 Descrevendo Relacionamentos

Relacionamentos podem ser descritos por linhas ligando duas entidades ou por um losango ligado por linhas às entidades. Em ambos os casos é possível anotar os relacionamentos com nomes e com a sua cardinalidade (ver exemplos mais a frente).

O nome escolhido para o relacionamento pode estar na voz ativa (mãe gera filho) ou na voz passiva (filho é gerado por mãe). Algumas notações permitem que se usem os dois nomes (um por cima e um por baixo da linha de relacionamento). Geralmente se usa o nome que permite a leitura do

relacionamento da esquerda para a direita na parte de cima da linha (ou se dá preferência a esse nome quando apenas um pode ser utilizado).

Relacionamentos também devem ser descritos e comentados, sendo importante responder qual sua função no sistema, o que eles representam, como e quando são estabelecidos ou destruídos.



**Figura 114.** Um relacionamento entre escola e alunos. Como veremos mais adiante, segundo a notação da Engenharia da Informação, uma escola pode ter 0,1 ou mais alunos, enquanto um aluno está em uma escola ou em nenhuma escola.

## VIII.8 Atributos

Todo atributo descreve de alguma forma a instância da entidade. Alguns atributos são especiais e definem a entidade, mesmo que não de forma unívoca. Esses são os atributos nominativos. Outros atributos permitem definir outro objeto que não é o sendo tratado, são ou atributos referenciais. Um exemplo de atributo referencial é “fábrica” para “automóvel”, referenciando a fábrica onde foi construído. É uma opção do analista criar ou não entidades que permitem a substituição de um atributo referencial por um relacionamento<sup>59</sup>.

### VIII.8.1 Descrevendo Atributos

Devemos definir as seguintes características:

- Nome
- Descrição
- Domínio (valores válidos, como inteiro, real, string ou uma lista de valores, ou ainda tipos criados pelo projetista).
- Tipos de nulos aceitos
- Exemplos

Na descrição devemos nos preocupar em explicar qual a finalidade do atributo, como são atribuídos os valores, o que significa cada valor, quem define a escolha do valor, quando, por que e por quem o valor é atribuído ou alterado, etc.

Atributos são atualmente denotados no mesmo retângulo da entidade, como mostrado nos exemplos a seguir.

<sup>59</sup>

Especificações ou descrições

## VIII.9 Identificando Entidades

Como vimos no início do capítulo, uma abstração importante é a identificação. No caso de modelos ER, é essencial que cada instância de uma entidade possa ser identificada unicamente com um objeto ou conceito do mundo real. Para fazer essa identificação são utilizados atributos e relacionamentos identificadores.

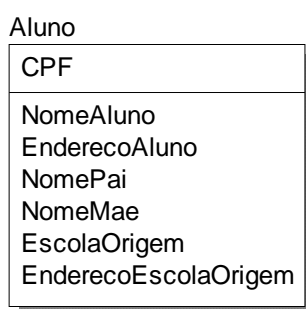
Algumas vezes mais de um atributo, ou relacionamento, serve como identificador único, porém de forma independente. No Brasil, esse é o caso das placas de carro e dos números de chassi. Definido um, o outro está automaticamente definido, mas ambos podem ser escolhidos de forma independente como identificador principal. Dizemos que ambos são chaves candidatas. Uma chave candidata não pode conter atributo que não auxiliem na identificação única da instância. O que for escolhido será a chave primária, ou outros são conhecidos como chaves alternativas.

### VIII.9.1 Atributos Identificadores (Chaves Candidatas e Chaves Primárias)

Alguns atributos têm o poder de distinguir as ocorrências das entidades, isto é, servem para identificar univocamente uma instância de entidade à instância do mundo real<sup>60</sup>. Definido o valor desse atributo, os outros valores são dependentes e não podem ser escolhidos, mas sim devem possuir um valor exato seguindo a realidade.

Um atributo identificador típico em sistemas financeiros é o CPF de uma pessoa física ou o CNPJ de uma pessoa jurídica. Definido o CNPJ, a empresa, e todos os seus dados, estão univocamente definidos (nome fantasia, endereço, etc.) no mundo real, e assim deve seguir o sistema que estamos construindo.

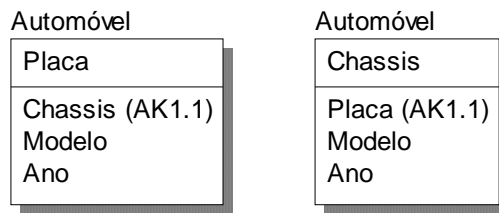
Muitas vezes precisamos de mais de um atributo identificador para realmente identificar uma instância. Dizemos então que a chave primária é composta. Se usarmos apenas um atributo como identificador, então dizemos que a chave primária é simples.



**Figura 115. Entidade Aluno, identificada pelo atributo CPF, na notação da Engenharia da Informação.**

<sup>60</sup>

Ou seja, servem para modelar a abstração de identificação



**Figura 116. A entidade automóvel pode ser identificada unicamente tanto pela placa como pelo Chassi, levando a dois modelos diferentes como mostrado nesta figura. A notação fornecida pela ferramenta Erwin permite a identificação das chaves alternativas (AK – Alternate Key).**

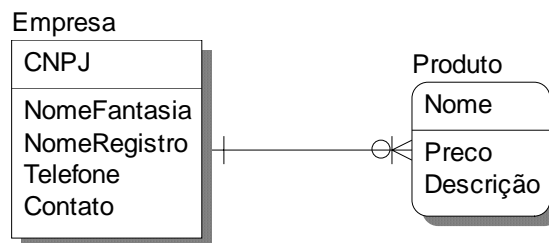
## VIII.9.2 Relacionamentos Identificadores

Algumas instâncias são identificadas também, ou até mesmo unicamente, por seus relacionamentos. Uma forma de denotar isso é utilizar uma linha mais grossa no relacionamento ou algum símbolo específico.<sup>61</sup>

Alguns autores chamam as entidades que são identificadas por seu relacionamento com outras entidades de “entidades fracas” ou “entidades dependentes”. Atualmente esses nomes são considerados derogatórios para entidades que podem ser muito importantes em um modelo. Os alunos também, muitas vezes, tendem a achar que não devemos modelar “entidades fracas”, conclusão que está absolutamente errada.

### Chaves Estrangeiras

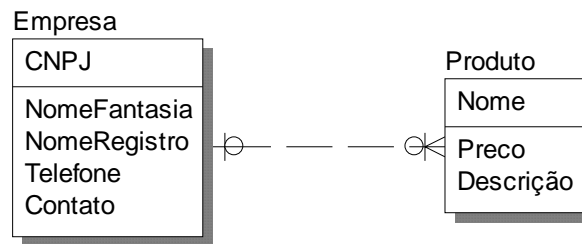
No modelo conceitual não existe o conceito de chave estrangeira, que é uma característica do modelo relacional. Uma chave estrangeira é uma chave de outra tabela que usamos em uma tabela para indicar o relacionamento. Porém, é comum que as ferramentas de modelagem copiem as chaves estrangeiras automaticamente<sup>62</sup>. Em benefício da prática atual, e em detrimento da pureza teórica, mostramos a seguir algumas possibilidades da notação de relacionamento.



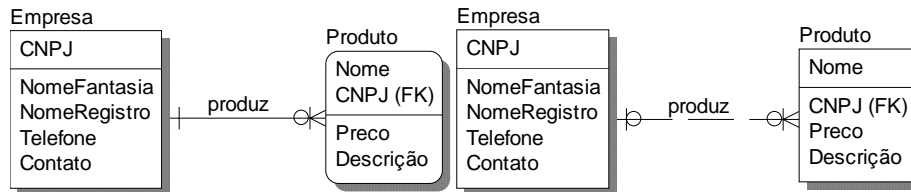
**Figura 117 Entidades identificadas por um relacionamento (Produto) podem ser denotadas de uma forma diferenciada, para declarar que sua existência é dependente da existência de outra entidade. Software Erwin.**

<sup>61</sup> A notação IDEF1X, por exemplo, usa um círculo negro.

<sup>62</sup> No Erwin essa cópia é chamada “migração” e é opcional no modelo lógico.



**Figura 118. O mesmo relacionamento, agora não identificador. Percebemos que a entidade Produto agora tem o seu símbolo normal. Software Erwin.**



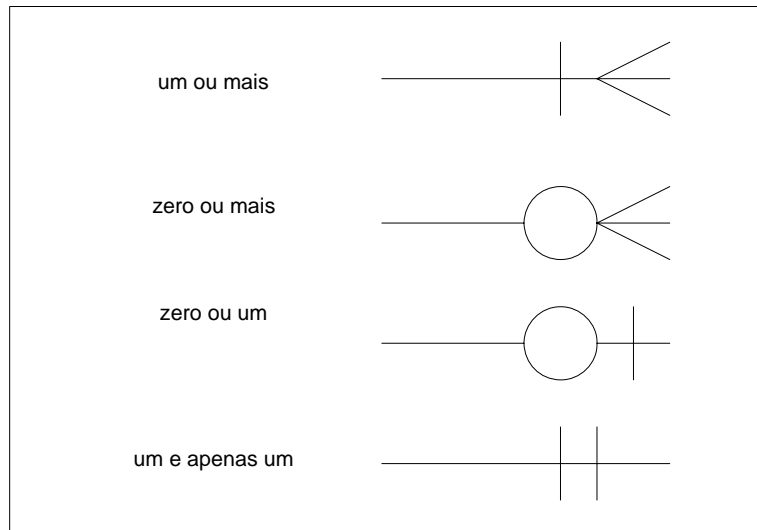
**Figura 119. Uma visão do modelo lógico ainda do mesmo relacionamento, agora recebendo um nome. Perceba que, dependendo do relacionamento ser identificador ou não, a chave da entidade “mãe” é copiada para a chave ou para os atributos comuns da entidade “filha”. Software Erwin**

## VIII.10 Descrição Gráfica do Modelo

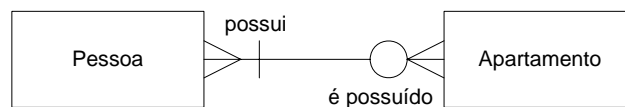
Várias são as notações existentes para o modelo de entidade e relacionamento. Usaremos nesse texto a notação de Martin, também conhecida como Information Engineering, fornecida pelo software Erwin.

Nessa notação não temos um símbolo para relacionamentos, apenas um retângulo para entidades. Os relacionamentos são indicados por linhas. Uma linha cheia indica um relacionamento identificador. Uma linha tracejada indica um relacionamento não identificador. Por isso, não podemos usar relacionamentos com atributos, necessitando de uma nova entidade nesse caso. Também não podemos criar relacionamentos múltiplos, necessitando de criar entidades para representá-los.

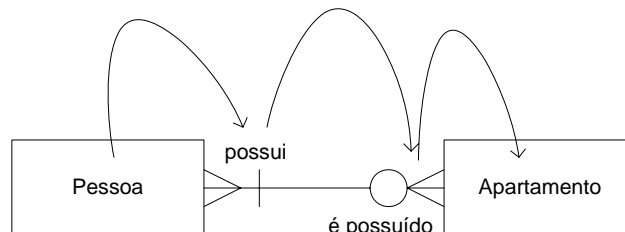
Apesar de parecer que temos um modelo menos poderoso, temos na verdade apenas uma sintaxe mais simples, com o mesmo poder de modelagem. Algumas decisões também ficam tomadas automaticamente também. Por exemplo, não precisamos decidir se um “objeto com atributo” é um relacionamento ou uma entidade, pois relacionamentos não têm atributos em nosso modelo. Acreditamos que a modelagem segundo as regras do IDEF1X ou da Engenharia de Informação possibilita encontrar mais facilmente um modelo essencial do sistema que as regras tradicionais de Chen ou ainda extensões as mesmas.



**Figura 120. Notação para a cardinalidade**



**Figura 121. Uma pessoa possui zero ou mais apartamentos e um apartamento é possuído por pelo menos uma pessoa ou mais**



**Figura 122. As setas indicam a forma de leitura do diagrama**

A cardinalidade é indicada por três símbolos usados na ponta da linha que indica o relacionamento: uma linha indica 1, um círculo indica 0 (zero), e um “pé-de-galinha” indica n. Dessa forma podemos anotar o mínimo e o máximo da cardinalidade usando dois símbolos em cada ponta.

O nome do relacionamento é colocado acima (à esquerda) da linha que o indica, sendo o nome do relacionamento inverso colocado abaixo (à direita). Normalmente se lê a notação partindo de uma entidade, lendo o nome do relacionamento, lendo a cardinalidade da ponta oposta e finalmente o nome da segunda entidade.

Nessa notação os atributos podem ser colocados dentro da caixa que representa as entidades, como apresentado na próxima seção.

### VIII.10.1 Exemplos de notações

Vamos descrever a seguir o seguinte modelo em várias notações:



Apresentaremos o modelo de uma locadora de vídeo. A locadora trabalha com **fitas de vídeo**. Cada **fita de vídeo** contém um **filme**, porém cada fita deve ser identificada unicamente, pois elas podem ser **dubladas** ou **legendadas**. As fitas são **emprestadas** para **clientes** em um dia e hora específico. Um cliente pode ficar com várias fitas, ou nenhuma. Uma fita pode estar com apenas um cliente, ou estar na loja e não estar com cliente nenhum. É importante saber para quem cada fita específica foi emprestada, para auditar clientes que estragam fitas, por isso todas as fitas são numeradas com um código único. Os **filmes** são dirigidos por **diretores** e contém **atores**.

Observamos que o cliente é um papel assumido por uma pessoa, a fita de vídeo é um objeto físico, existente, o filme é uma obra de arte que está representada na fita (um conceito), diretor e ator são também papéis assumidos por pessoas dentro da idéia de filme e que um aluguel é um contrato entre o cliente e a locadora.

Atenção para outro detalhe: não existe a entidade locadora, pois este sistema é destinado a uma só locadora. Seria uma entidade única, que claramente é uma constante do sistema. A presença de entidades desse tipo é um erro comum nos modelos feitos por principiantes. Porém, se tivéssemos um software para uma rede de locadoras, seria interessante guardar em que locadora está cada fita, o que exigiria essa entidade.

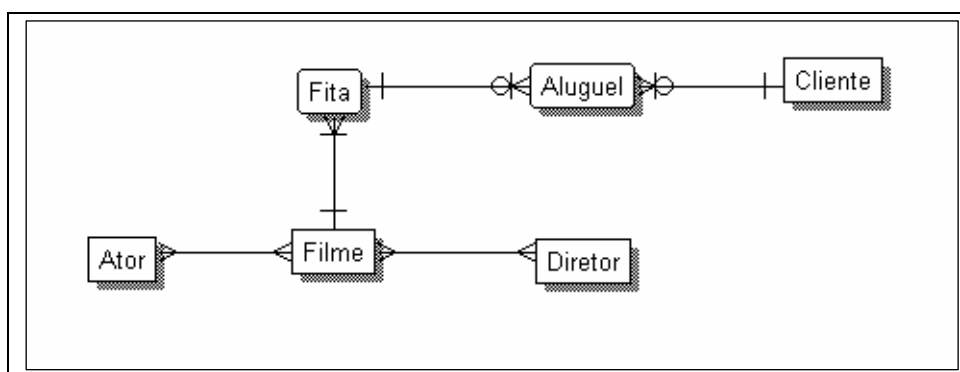


Figura 123. Modelo inicial da locadora, notação Information Engineering, software ERWIN 3.5.

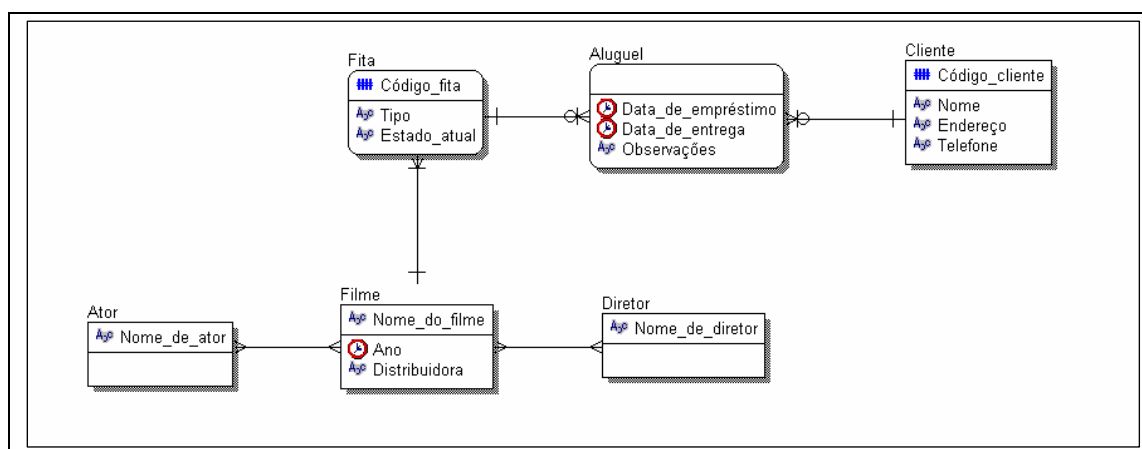
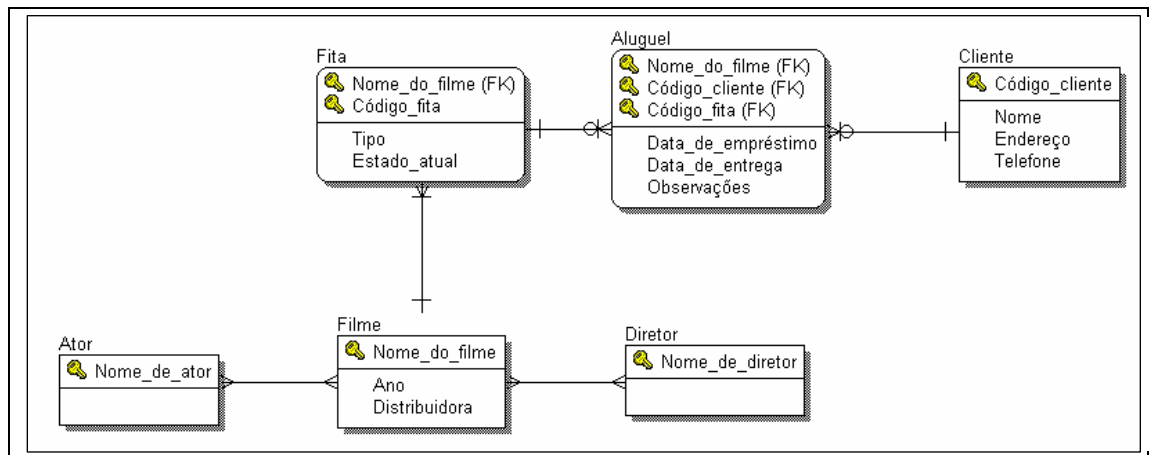
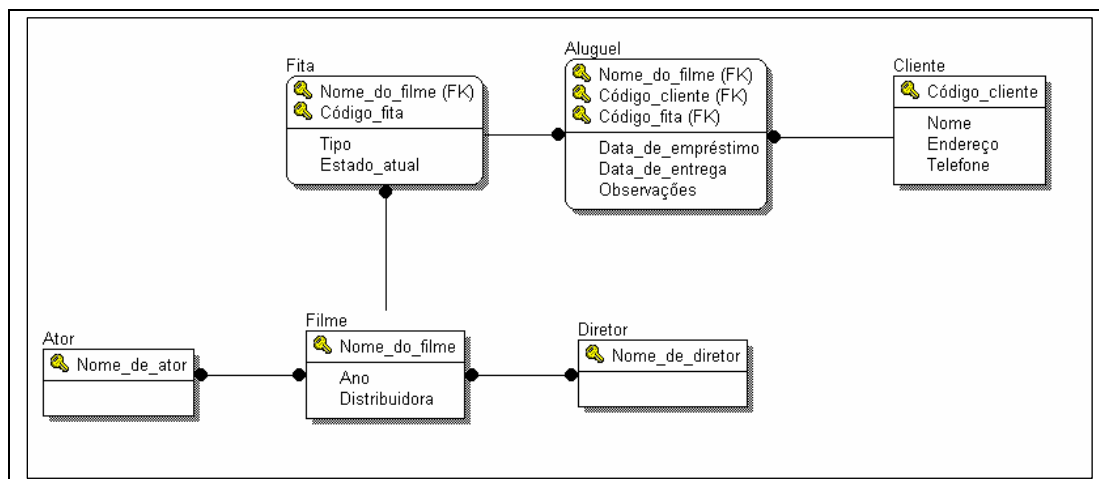


Figura 124. Modelo da locadora, com atributos e os tipos (com ícones) dos atributos, notação EI, software ERWIN 3.5.



**Figura 125. Modelo da locadora, mostrando chaves primárias e chaves estrangeiras (FK) (que não deviam estar em um modelo conceitual!), notação EI, software ERWIN 3.5.**



**Figura 126. O mesmo modelo anterior, com a notação IDEF1X, software ERWIN 3.5.**

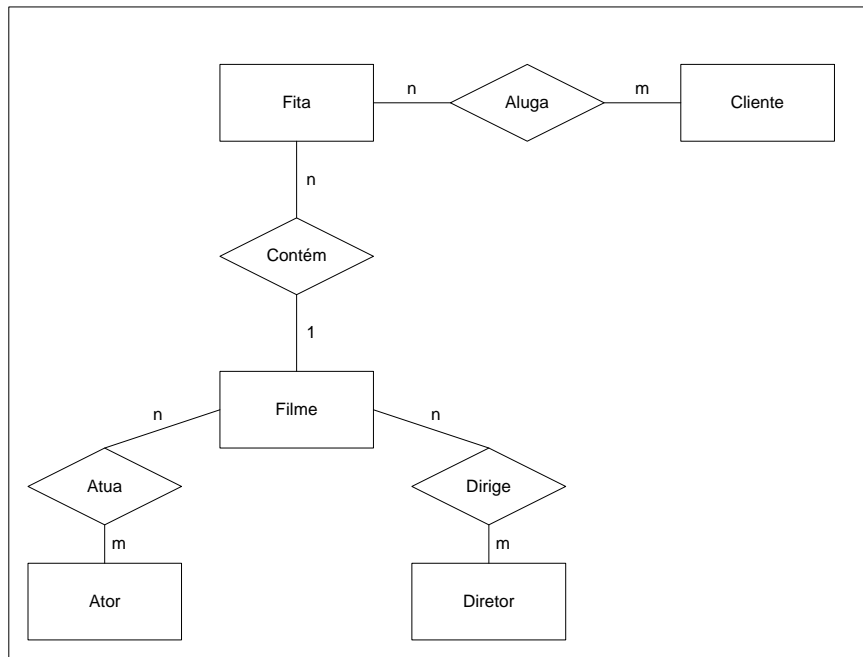
## A Cardinalidade nas Notações

Podemos identificar pelo menos três escolas quanto à maneira de denotar a cardinalidade das notações.

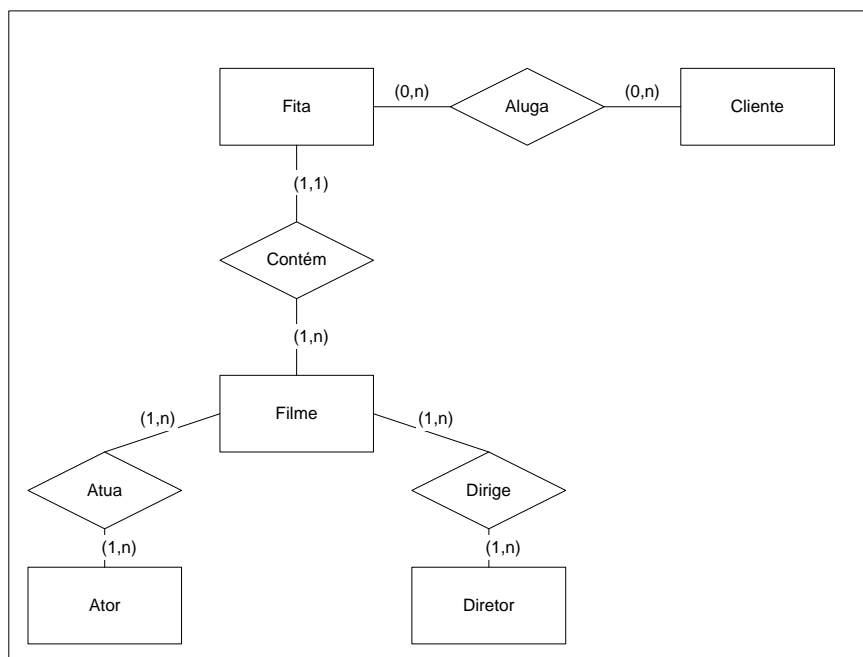
A primeira, e original, é chamada **associativa**, e indica junto à entidade quantas ocorrências da mesma podem estar associadas a uma determinada entidade. Veja na Figura 127 que um filme está associado a várias fitas.

É a que encontramos na notação da Engenharia da Informação. A segundo é a **participativa**, que indica quantas vezes uma entidade participa de um relacionamento. Na Figura 128 um filme participa até várias vezes do relacionamento. Essa interpretação está mais perto da idéia matemática que o relacionamento é um conjunto de pares ordenados.

Finalmente, modelos com IDEF1X usam uma notação própria, com significado dependente de uma combinação especial de símbolos.



**Figura 127. O mesmo modelo, segundo a notação original de Peter Chen, associativa. Note que escolhemos manter o aluguel como um relacionamento nesse modelo, que permite relacionamentos com atributos, software Visio 2000.**



**Figura 128. Mesma figura anterior, agora usando a notação participativa, com mínimos e máximos de cardinalidade proposta por Ceri. Atenção que as cardinalidades ficam na posição contrária à notação anterior, software Visio 2000.**

## VIII.10.2 Notação adotada

Podemos adotar qualquer notação, contanto que seja utilizada de forma consistente em um projeto ou em uma empresa. No curso que ministramos, porém, sugerimos as seguintes notações: IDEF1X ou IE. Não recomendamos mais o uso de notações com losangos.

Se escolher a ferramenta Erwin, utilize a notação de information engineering.

Se escolher o Visio 2002, utilize a notação que utiliza “crow-foot”. Apresente os tipos dos atributos e as chaves primárias, mas não represente as chaves estrangeiras.

Na prova: Muitas vezes é melhor representar os atributos como círculos do que dentro das caixas.

## **VIII.11 Técnicas de Desenvolvimento do Modelo**

A seguir apresentamos quatro estratégias básicas para desenvolver o modelo ER de um sistema. Nenhuma estratégia é melhor que as outras em todos os casos, nem todas as estratégias vão levar a mesma solução.

### **VIII.11.1 Técnica Top-Down**

Na técnica top-down, desenvolvemos o modelo ER partindo de entidades altamente abstratas e aplicando transformadas que permitem encontrar entidades menos abstratas e mais representativas do sistema sendo desenvolvido. O processo termina quando todos os requisitos foram representados.


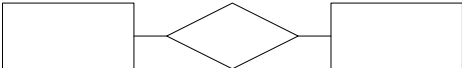
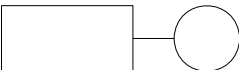
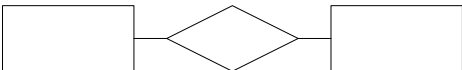

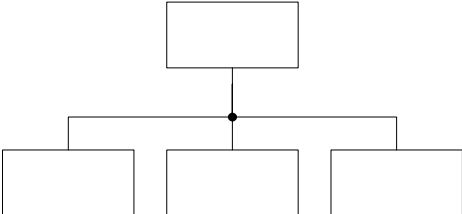


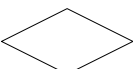
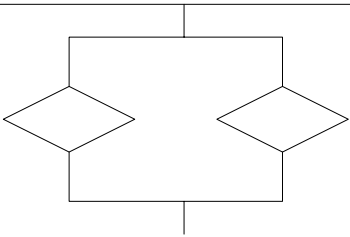
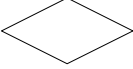


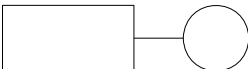
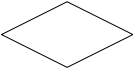
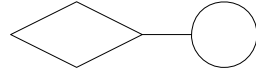
Essa técnica necessita que o analista possa construir um modelo abstrato em sua mente, o que pode ser difícil em grandes sistemas.

Heuser [B36] sugere os seguintes passos para essa técnica:

1. Construção de um modelo superficial
  - Levantamento das entidades
  - Identificação dos relacionamentos, com cardinalidades máximas.
  - Identificação dos atributos
  - Determinação dos atributos identificadores
  - Verificação do aspecto temporal
  - Construção do modelo detalhado
  - Determinação dos domínios dos atributos
  - Determinação das cardinalidades mínimas dos relacionamentos
  - Levantamento das restrições de integridade não representáveis no modelo
  - Verificação do modelo, buscando construções redundantes ou deriváveis
  - Validação junto ao usuário

A seguir veremos essas transformações, tratando algumas vezes de uma questão que só é abordada um pouco mais tarde, as formas normais.

- Transformar uma entidade em duas entidades relacionadas: muitas vezes dentro de uma entidade estamos na realidade olhando duas entidades mais específicas. Duas formas são possíveis: a entidade original existe, mas contém dentro dela outra entidade, ou a entidade original é na verdade dividida em duas entidades. No primeiro caso estamos “extraíndo” a nova entidade da entidade original. No segundo caso estamos detalhando parte do nosso modelo. O primeiro caso pode se confundir naturalmente com o caso a seguir, onde um atributo é transformado em uma entidade, dependendo do momento da especificação. Muitas vezes uma entidade na verdade contém dados que compõe duas entidades.
- Transforma atributo, ou conjunto de atributos, em entidade e relacionamento: isso pode acontecer quando um atributo é múltiplo (quebrando a primeira forma normal), é uma especificação (por exemplo, uma marca), ou ainda em casos que quebram a segunda e terceira forma normal.
- Criação de entidades mais específicas: algumas vezes identificamos inicialmente uma entidade que é um tipo muito geral e mais tarde descobrimos tipos específicos que representam melhor o domínio da aplicação.
- Transformar uma entidade em várias entidades não relacionadas: isso não é muito normal, pois entidades não relacionadas normalmente não se encontram modeladas dentro de uma mesma entidade, mesmo que temporariamente. Mesmo assim, pode ser um primeiro passo para depois descobrirmos qual é o relacionamento que as une.
- Transformar um relacionamento em dois relacionamentos em paralelo: apesar de não acontecer muitas vezes em um mesmo sistema, é uma transformação comum. Acontece quando entendemos que duas entidades são relacionadas e apenas mais tarde compreendemos que elas são relacionadas de várias formas diferentes e não de uma só forma.
- Transformar um relacionamento em uma entidade: essa modificação é muito comum. Muitas vezes nossa compreensão inicial de um evento ou de uma relação qualquer entre duas entidades é muito simples. Mais tarde, compreendendo melhor esse relacionamento, entendemos que é mais interessante representá-lo como uma entidade.
- Criação de atributos: é a modificação mais simples e comum. Só estamos citando para completar o conjunto de operadores top-down.

Uma entidade pode ser transformada em duas entidades relacionadas		
Um atributo de uma entidade pode ser transformado em uma entidade relacionada		
Uma entidade pode ser transformada em uma entidade e um conjunto de especializações.		
Uma entidade pode ser transformada em um número de entidades não relacionadas		
Um relacionamento pode ser transformado em dois relacionamentos em paralelo		
Um relacionamento pode ser transformado em uma entidade relacionada com as duas entidades ligadas pelo relacionamento		
Um entidade pode receber um atributo		
Um relacionamento pode receber um relacionamento		

**Figura 129. Transformadas Top-Down**

### **Como escolher entre um atributo ou Entidade e Relacionamento**

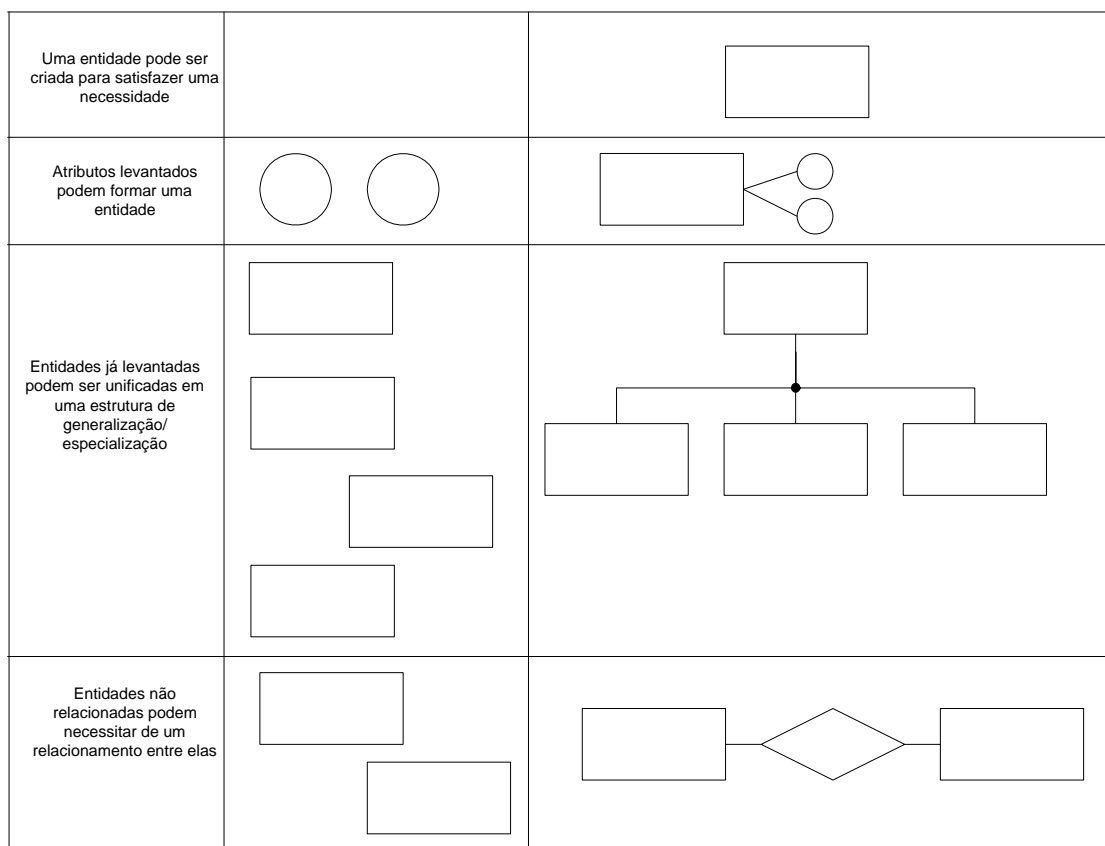
Se o conjunto de valores for fixo durante toda a vida do sistema, pode ser modelado como atributo. Se for variável, então deve ser um relacionamento com outra entidade.

Se tiver relação com outro objeto deve ser um relacionamento. Caso contrário, pode ser um atributo.

#### **VIII.11.2 Técnica Bottom-Up**

Na técnica Bottom-Up, partimos das partes para construir o todo, partindo dos conceitos mais elementares para construir conceitos mais complexos. Os requisitos são decompostos, analisados de forma independente e agregados em um esquema global [B32].

- Criação de entidade ou atributo: são as operações básicas da técnica bottom-up.
- Unificação de atributos em uma entidade:
- Organização de entidades em uma hierarquia de herança:
- Criação de relacionamento entre entidades



**Figura 130. Transformadas Bottom-Up**

### **VIII.11.3 Técnica Inside-Out**

Inicia nos conceitos mais importantes e navega em direção aos menos importantes. É comum que modelos E-R se desenvolvem em torno de algumas entidades que representam os conceitos mais importantes de um domínio ou aplicação. A partir desses conceitos buscam-se entidades relacionadas, possivelmente usando tanto operações das técnicas top-down como bottom-up.

### **VIII.11.4 Técnica Mista**

Normalmente, modelos E-R não são desenvolvidos de forma Top-Down ou Bottom-up, mas sim de uma forma mista, principalmente quando a uma grande quantidade de entidades no esquema. Dessa forma, um esquema inicial de alto nível é dividido, de forma que cada partição possa ser considerada separadamente.

### VIII.11.5 Que técnica usar

Desaconselhamos o uso da técnica bottom-up. Acreditamos que a verdadeira modelagem E-R deve seguir uma técnica mista, a partir da compreensão do analista do que são as entidades e seus atributos, mais parecida com a técnica inside-out.

### VIII.11.6 Equivalência de modelos

Dois modelos são equivalentes quando representam uma mesma realidade.

Algumas equivalências são facilmente identificáveis:

- Relacionamentos  $n \times m$  podem ser substituídos por uma entidade<sup>63</sup>.
- Relacionamentos  $1 \times 1$  podem ser eliminados, unificando-se as entidades<sup>64</sup>.

## VIII.12 Representando o Aspecto Temporal

Muitas vezes uma aplicação necessita que sejam representados aspectos temporais. Isso acontece, por exemplo, quando o preço de um contrato depende de sua data de contratação, de acordo com vários planos.

Dois efeitos são interessantes de serem discutidos: a necessidade de manter um histórico do valor de um atributo (por exemplo, para responder a perguntas como “quanto custava uma ligação telefônica no dia 14 de novembro de 2001”), e a necessidade de manter um histórico de relacionamentos (por exemplo, para saber quais fitas o cliente alugou no passado, permitindo que uma fita seja alugada várias vezes).

- No caso de necessitarmos de um histórico do valor do atributo, é necessário criar uma nova entidade que represente o valor e a data de validade desse valor, sendo que essa entidade se relaciona com a entidade original.
- No caso de necessitarmos que um relacionamento seja mantido no histórico, é necessário criar atributos que indiquem a validade desse relacionamento. Na prática, o relacionamento se torna uma entidade.

## VIII.13 Formas Normais

As formas normais foram criadas para o modelo relacional<sup>65</sup>, para serem aplicadas no modelo lógico, porém existem vantagens em utilizá-las no modelo

---

<sup>63</sup> Mas não precisam ser obrigatoriamente substituídos. Modelos conceituais admitem e até ficam mais claros com a presença de relacionamentos  $n \times m$ .

<sup>64</sup> Principalmente relacionamentos  $(1,1):(1,1)$ . Qual o motivo de ter um par de entidades que só podem existir juntas no sistema e considerar como entidades distintas?

<sup>65</sup> Se você tem dúvidas sobre a diferença entre o modelo relacional e o modelo de entidades e relacionamentos: o modelo relacional fala sobre a representação de dados como tuplas (**relações matemáticas**) em tabelas, o modelo de entidades e relacionamentos fala da representação do mundo real em um modelo abstrato composto de tipos de entidades e relacionamentos entre essas entidades.



conceitual, pois melhoram a qualidade do modelo em relação a alguns quesitos<sup>66</sup>. O ato de normalizar implica na criação de algumas tabelas que não são necessariamente criadas pelo analista preocupado apenas com o modelo conceitual, influenciando sua longevidade e simplicidade total, diminuindo a redundância e favorecendo a possibilidade de dois analistas chegarem ao mesmo modelo por vias independentes, ou concordarem em adotar um modelo único. Também permitem que algumas discussões, do tipo “X é entidade ou atributo” sejam decididas imediatamente. Essas características são objetivos claros da modelagem essencial e por isso nos parece bastante adequado utilizar modelos conceituais normalizados.

O tratamento dado às formas normais nesse texto é apenas introdutório devendo o leitor se referir a livros de bancos de dados ou de modelagem de dados para uma abordagem mais completa.

### 1.1.1 Primeira Forma Normal (1FN)<sup>67</sup>

Algumas definições equivalentes, próprias do modelo relacional:

- Diz-se que uma tabela está na primeira forma normal quando todos os seus atributos são atômicos.
- Diz-se que uma tabela está na primeira forma normal se cada coluna contém apenas um valor e se cada linha contém as mesmas colunas.
- Diz-se que uma tabela está na primeira forma normal quando não contém tabelas aninhadas.
- Diz-se que um modelo está na primeira forma normal se:
  - Está integrado por tabelas
  - As linhas da tabela são unívocas
  - A linha não contém itens repetitivos
  - Os atributos são atômicos
  - O atributo não contém valores nulos<sup>68</sup>

A seguinte tabela não está na 1FN:

---

<sup>66</sup> Alguns autores não sugerem as formas normais em seus modelos conceituais e normalizam apenas seus modelos lógicos. Essa prática pode ser prejudicial ao entendimento do problema, pois as formas normais nos auxiliam a desenvolver um modelo mais correto.

<sup>67</sup> Uma tabela (ou entidade) que não está na primeira forma normal é denotada como ÑN (não normalizada) ou NFNF (Non-first normal form), ou ainda NF<sup>2</sup>

<sup>68</sup> Essa regra foi abandonada na prática pela necessidade que temos de trabalhar com esses tipos de valores.

Gerente	Empregado
João	Suzana, Roberto, Elisa
Maria	Alice, João, André
Renata	Marco
Jorge	Alan, Antônio

**Tabela 21. Tabela que não está na 1FN**

Gerente	Empregado
João	Suzana
João	Roberto
João	Elisa
Maria	Alice
Maria	João
Maria	André
Renata	Marcos
Jorge	Alan
Jorge	Antônio

**Tabela 22. A mesma informação da tabela anterior normalizada em 1FN**

Turma

Código	smallint
Nome	String
Horário	smalldatetime
Alunos	Lista de Alunos

**Figura 131. Uma tabela não normalizada pode conter uma lista em um dos campos.**



**Figura 132. Normalizando a tabela turma, aparece a tabela aluno, que estava escondida em um atributo não atômico.**

Recomendamos enfaticamente o uso da primeira forma normal, ou seja, a não utilização de atributos multivalorados, no modelo conceitual. Dessa forma evitamos a ocultação de entidades e relacionamentos dentro de outras entidades, o que pode causar um grande desnivelamento entre o modelo conceitual e a real dificuldade de implementação.

**Um modelo de entidades e relacionamentos está na primeira forma normal se todos seus atributos são tipos atômicos.**

### VIII.13.1 Algumas Anomalias Resolvidas pelas Formas Normais

Imaginemos a seguinte tabela, apenas na 1FN.

Título	Ano	Duração	Tipo	Estúdio	Estrela
Guerra nas Estrelas	1977	124	Cor	Fox	Carrie Fisher
Guerra nas Estrelas	1977	124	Cor	Fox	Carrie Fisher
Guerra nas Estrelas	1977	124	Cor	Fox	Carrie Fisher
Might Ducks	1991	104	Cor	Disney	Emilio Estevez
Wayne's World	1992	95	Cor	Paramount	Dana Carvey
Wayne's World	1992	95	Cor	Paramount	Mike Meyers

Tabela 23. Uma tabela na 1FN, adaptada de [XXX Batini].

Podemos verificar que essa tabela está na 1FN, porém ainda apresenta os seguintes problemas, que serão resolvidos pelas próximas duas formas normais:

- Redundância
  - Muita informação está repetida desnecessariamente em várias tuplas. Por exemplo, o fato que o Estúdio Fox fez Guerra nas Estrelas aparece 3 vezes.
- Atualização
  - Se precisarmos alterar um dado de Guerra nas Estrelas, sua duração, por exemplo, teremos que fazer isso várias vezes.
- Eliminação
  - Se precisarmos apagar um filme, por exemplo, “Might Ducks”, perdemos a informação que existe um estúdio chamado Disney.
- Inclusão
  - Só podemos incluir um estúdio se tivermos também um filme para incluir.

### VIII.13.2 Dependência Funcional

Antes de passar para a segunda forma normal (2FN), é importante entender o conceito de **dependência funcional**.

Y ser dependente funcional de X significa que quando definimos o valor de X, o valor de Y fica automaticamente definido

Y é função de X

Se R é uma relação e X e Y são subconjuntos arbitrários do conjunto de atributos de R, dizemos que Y é funcionalmente dependente de X se e somente se para todos os possíveis valores legais de R caso duas tuplas de R tenham os

mesmos valores para os atributos de X então terão os mesmos valores para os atributos de Y

com a notação

$X \rightarrow Y$

### VIII.13.3 Segunda Forma Normal (2FN)

**Uma modelo de entidades e relacionamentos está na segunda forma normal quando, além de estar na primeira forma normal, não contém dependências parciais da chave, incluindo-se nessa chave atributos e relacionamentos identificadores.**

Uma dependência (funcional) parcial ocorre quando uma coluna depende apenas de parte de uma chave primária composta.<sup>69</sup>

Se A é dependente funcional de X, usamos a notação  $X \twoheadrightarrow A$ .

Uma tabela está 2FN se está na 1FN e cada uma das colunas não pertencentes à chave primária não for dependente parcialmente dessa chave.

Primeiro devemos notar que isso significa que uma tabela cuja chave seja formada por um único atributo está automaticamente na 2FN.

### VIII.13.4 Terceira Forma Normal

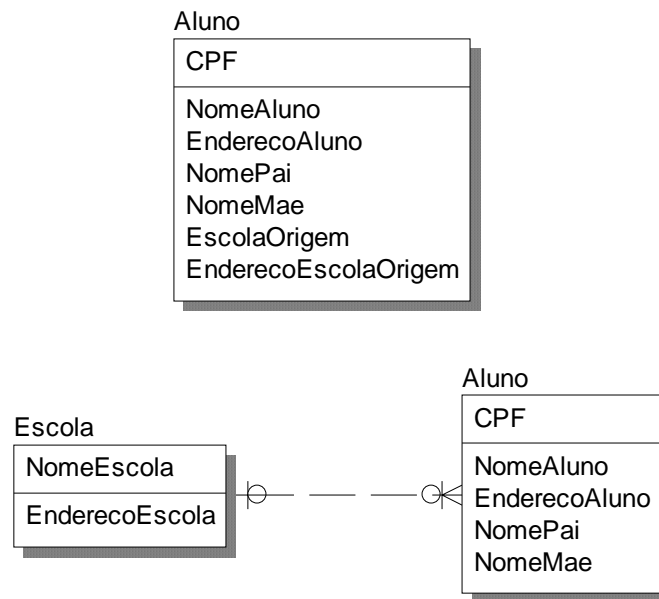
**Uma modelo de entidades e relacionamentos está na terceira forma normal quando, além de estar na 2FN, não contém dependências transitivas.**

Uma dependência funcional transitiva ocorre quando um atributo, além de depender da chave primária da entidade, depende de outro atributo ou conjunto de outros atributos não identificadores da entidade.

Um exemplo de dependência transitiva pode ser encontrado em um sistema acadêmico universitário hipotético onde em uma entidade “aluno” fosse mantida a informação “escola de origem” e “endereço da escola de origem”. O endereço é dependente da escola, que depende do identificador do aluno. Assim, para normalizar, criamos a entidade escola, contendo nome e endereço (e outros campos necessário), eliminamos esses campos da entidade “aluno”, e finalmente criamos o relacionamento entre aluno e escola.

<sup>69</sup>

Logo se a chave primária for simples, a tabela na 1FN está automaticamente na 2FN.



**Figura 133. Transformando a entidade aluno para a 3FN**

Uma entidade está na terceira forma normal se está na 2FN e se nenhum atributo não pertencente à chave fica determinado transitivamente por esta.

A segunda e terceira formas normais fazem com que cada atributo que não seja identificador forneça um fato sobre a entidade indicada pela chave e apenas pela chave [XXX Kent 83]. Normalizar corresponde a criar relacionamentos 1:N ou 1:1.

### **VIII.13.5 Outras formas normais**

Existem ainda outras formas normais, que são praticamente abandonadas no dia a dia. A 4NF, a 5NF e a Boyce/Codd (BCNF). Todas elas lidam com fatos multivalorados, que devem corresponder a relacionamentos N:M ou N:1. De acordo com o modelo relacional temos as definições (e explicações) que se seguem.

**Uma tabela está na 4NF se, além de estar na 3NF, não contém dependências multivaloradas.**

Uma dependência funcional multivalorada ocorre quando um atributo de uma tabela implica na existência de uma lista de valores para outro atributo na mesma tabela (coluna dependente).

**Uma relação R está na BCNF se sempre que  $X \rightarrow A$  for verdade em R, e A não estiver contido em X, então X é uma chave candidata para R..**

Finalmente, a quinta forma normal trata da possibilidade de reconstruir uma informação a partir de um modelo composto de partes menores com chaves primárias diferentes. Se isso não for possível, e o modelo está na 4NF, então estará também na 5NF. Por exemplo, a tabela a seguir pode ser substituída por três outras que a seguem.

Vendedor	Empresa	Modelo
João	Ford	Caminhão
João	Ford	Automóvel
João	GM	Caminhão
João	GM	Automóvel
José	Ford	Automóvel

**Tabela 24. Relação que não está na 5NF**

Vendedor	Empresa	Empresa	Produto	Vendedor	Produto
João	Ford	Ford	Caminhão	João	Caminhão
João	GM	Ford	Automóvel	João	Automóvel
José	Ford	GM	Caminhão	José	Automóvel
		GM	Automóvel		

**Tabela 25. Três tabelas que substituem a tabela anterior**

### VIII.13.6 Formas Normais e o Modelo E-R

Podemos ver que as formas normais podem ser facilmente aplicadas ao modelo de entidades e relacionamento simplesmente substituindo a palavra “tabela” pela palavra “entidade”

### VIII.14 Outros termos

Entidade Associativa: transformação de um relacionamento em entidade para permitir relacioná-lo em outro relacionamento.

Entidade Fraca: entidade que não possui identificador por si mesma, dependendo de outra para sua existência. Não aprovamos essa classificação pelo peso do nome fraca. Muitas vezes as entidades fracas são as mais importantes em um sistema.

### VIII.15 Verificando o Modelo

Alguns erros comuns:

- Estabelecimento de associações desnecessárias
- Usar uma entidade como atributo em outra entidade (e não fazer o relacionamento, que seria o correto).
- Modelar entidades únicas, principalmente uma que represente “o sistema”.
- Permitir redundâncias, como relacionamentos redundantes, principalmente os que podem ser resolvidos por uma navegação em uma sequência de relacionamentos. Também atributos redundantes, com a cópia de um atributo que já pode ser alcançado por meio de um relacionamento.
- Esquecimento do aspecto temporal, isto é, dos históricos das transações, como atributos que mudam de valor com o tempo ou relacionamentos que são alterados com o tempo. Nesse caso, pode ser necessário criar novas entidades.
- Entidades isoladas, em geral incorretas, apesar de não necessariamente incorretas. Muito mais raramente no modelo conceitual. Entidades isoladas podem algumas vezes aparecer no modelo relacional para guardar constantes do sistema.

- Entidades únicas, entidades que possuem apenas uma instância estão geralmente erradas.
- Entidades sem atributos: geralmente erradas, a menos que estejam sendo usadas no lugar de um relacionamento  $n \times m$  (mesmo assim, não seriam necessárias na modelagem conceitual).
- Eliminar uma entidade por ser “fraca”.

## VIII.16 Leitura Complementar

Aconselhamos avidamente o livro de Paulo Cougo, Modelagem Conceitual de Dados [B31] e o livro de Bertini, Ceri e Navathe, [B32], Conceptual Modelling. O tratamento extensivo dado ao problema da modelagem conceitual de dados nesses dois livros pode ser de grande ajuda ao analista iniciante ou experiente.

Outro livro nacional importante é “Projeto de Banco de Dados”, de Carlos Alberto Heuser. Muito bom mesmo.

Para a obtenção de padrões de projeto, o livro de David Hay, que em português recebeu o nome de Princípios de Modelagem de Dados, mas em inglês se chama Data Patterns, ou seja, Padrões de Dados, é também excelente. Ele também leva o leitor a compreender seus padrões por meio de uma modelagem Top-down, o que pode ser utilizado como exemplos no aprendizado.

Para verificar como a modelagem de dados pode ser usada junto com a análise essencial, recomendamos o livro Complete System Analysis, de James e Suzanne Robertson [B34], um dos melhores livros de análise no mercado, contando com um longo exemplo completo e exercícios. Dois outros autores brasileiros trataram desse assunto, Pompilho [B37] e Barbieri [B38].

Para uma abordagem mais prática, considerando desde o início alguns fatores tecnológicos, o livro de Ruble, Practical Analysis & Design for Cliente/Server and GUI Systems [B39] é bastante útil.

## Capítulo IX. Modelo Funcional Essencial

Modelagem Estruturada
Modelagem Essencial
Atividades Essenciais
Eventos Essenciais (Externo, Temporal, Não-Evento, Agendado, Não-agendado)
Memória Essencial

O Modelo Funcional tem como objetivo definir “o que”<sup>70</sup> o sistema deve fazer, ou seja, as funções que deve realizar para atender seus usuários.

Na Análise Essencial fazemos essa definição de acordo com um conjunto de princípios que nos permite escolher um modelo funcional específico entre vários possíveis, o Modelo Essencial.

### IX.1 Perspectiva Histórica

A modelagem funcional de sistemas teve grande desenvolvimento a partir da criação das metodologias estruturadas de análise e projeto. Entre diferentes propostas, a Análise Estruturada foi a que teve maior repercussão, sendo que o Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) se tornou uma ferramenta obrigatória em todos os cursos de análise de sistemas. Em um DFD, o sistema é descrito pela composição de quatro objetos básicos: agentes externos<sup>71</sup>, que interagem com o sistema, processos (ou funções), que caracterizam o sistema, memórias<sup>72</sup>, que contém os dados necessários o sistema funcionar, e fluxos de dados entre esses objetos.

A Análise Estruturada, e outras técnicas equivalentes, se propunham a tratar das questões lógicas do desenvolvimento do sistema, em detrimento das questões físicas, que seriam tratadas na fase de projeto. O problema é que nenhuma técnica deixava claro quais eram essas questões, ou melhor, como diferenciar o “físico” do “lógico”. Além disso, ainda foram encontrados vários problemas na Análise Estruturada, entre eles: a dificuldade de manter o modelo atualizado e a possibilidade de várias pessoas fazerem modelos diferentes de um mesmo sistema.

O primeiro problema é atendido pelo uso de ferramentas CASE. É importante deixar claro que é impossível desenvolver uma verdadeira Análise Estruturada sem o uso de software para manter essa análise atualizada e correta. O segundo problema, porém, é muito mais grave, pois ele não trata da forma de uso, mas do método propriamente dito.

Em 1984, vinte e dois anos antes de este texto ser escrito, McMenamim e Palmer [B17] conseguiram definir de forma clara um método de desenvolvimento que

---

<sup>70</sup> Devemos entender que quando nos propomos a descobrir “o que” o sistema deve fazer, estamos simultaneamente evitando nos preocupar com “como” o sistema deve fazer, o que será feito nas fases mais avançadas do desenvolvimento.

<sup>71</sup> Originalmente chamadas de entidades externas. Esse nome não é utilizado neste texto para não confundir com o conceito de entidade (de dados). Atualmente, nos modelos orientados a objeto, é conhecido como ator.

<sup>72</sup> Originalmente chamadas de depósitos de dados.



permite dividir, sem sombra de dúvidas, o que é essencial do que é encarnação. “Essencial” e “Encarnação” podem ser vistos como uma nova maneira de definir o que é “lógico” ou “físico”, mas vamos ficar com os nomes dados por Palmer e McMenamim para evitar toda carga cognitiva trazida pelos nomes “lógico” e “físico”. Eles também permitiram que descobríssemos, com perguntas simples, se um requisito do sistema é verdadeiro ou falso. Esse método é uma evolução da Análise Estruturada e é conhecido como Análise Essencial. Yourdon, mais tarde, vai denominar uma nova versão da Análise Estruturada, baseada na Análise Essencial, de Análise Estruturada Moderna. Existem pequenas diferenças na forma de Palmer e McMenamim e Yourdon. Esse texto é baseado em versões ainda mais modernas, principalmente nos textos de [B34] e Ruble [B39], mas ainda mantendo a “essência” da Análise Essencial.

## IX.2 A Análise Essencial

O objetivo da Análise Essencial é descobrir, e documentar, todos os requisitos funcionais verdadeiros de um sistema e apenas esses requisitos. Para que isso seja possível, adotamos um conjunto de princípios e conceitos que nos permitem identificar esses requisitos dentro de toda a informação levantada durante um processo de análise.

O Método Essencial não é eficaz em qualquer tipo de projeto. Na verdade, estamos preocupados basicamente com sistemas de informação que sejam **sistemas interativos de respostas planejadas**. Esses sistemas funcionam sempre em resposta a algum evento fora do seu controle para o qual possamos definir uma resposta planejada. Deve ficar claro que não estamos interessados em eventos que exigem respostas *ad-hoc*, isto é, caso a caso. Usaremos o exemplo clássico do vendedor de passagens de avião: podemos fazer um sistema capaz de responder as perguntas típicas como “qual o preço da passagem para São Paulo” ou “Quando sai o próximo voo para Brasília”, porém não podemos considerar com esse método um sistema que responda a absolutamente todas as perguntas que um ser humano poderia responder, como “Qual foi o resultado do último jogo do América?”.

## IX.3 Os princípios da Modelagem Essencial

Os princípios da modelagem essencial serão os nossos guias no processo de análise. O que acontece nesse processo é que várias vezes temos a opção de tomar dois ou mais caminhos. Na modelagem estruturada tradicional temos apenas vagas recomendações que nos auxiliam a escolher esse caminho, na modelagem essencial temos princípios específicos que nos orientam nessa escolha.

Os princípios da Análise Essencial são:

- O orçamento para a complexidade
- A neutralidade tecnológica
- A tecnologia interna perfeita
- O modelo essencial mínimo

A esses princípios somaremos um quinto, já apresentado, o princípio da ausência de surpresas, por acreditarmos que é perfeitamente condizente com os princípios essenciais.

### **IX.3.1 O Orçamento para a Complexidade**

Esse princípio nos orienta a modelar um sistema que possamos compreender. Para isso devemos manipular a complexidade do modelo de forma a manter tanto o todo como cada uma de suas partes em um nível de complexidade compatível com a inteligência humana.

Para isso utilizamos técnicas de particionamento do sistema e o controle de características que aumentam a complexidade do modelo, entre elas:

- Controle do número de componentes de cada parte do modelo;
- Controle da complexidade interna de cada parte do modelo;
- Controle da complexidade da interface entre componentes;
- Manutenção da qualidade dos nomes utilizados no modelo, e
- Manutenção da qualidade da representação do modelo, por exemplo, quanto à clareza dos diagramas.

Um das técnicas mais citadas para controlar a complexidade é a de manter o número de componentes de cada modelo ou sub-modelo entre 5 e 9. Isso decorre de uma pesquisa [B40] que determinou que o ser humano médio tem a capacidade de se concentrar em 7 elementos, com variação de  $\pm 2$ . O artigo é interessante, apesar de antigo.

### **IX.3.2 A Neutralidade Tecnológica**

O princípio da neutralidade tecnológica exige que um modelo essencial não inclua em nenhuma de suas partes indícios da tecnologia de implementação [B17].

Essa exigência, apesar de importante, é das mais quebradas pelos analistas. Isso acontece por que geralmente já sabemos qual a tecnologia em que vamos implementar o sistema. É importante manter a neutralidade não só para permitir uma análise mais objetiva do verdadeiro problema do usuário, mas também para aumentar a durabilidade dessa análise.

Alguns autores já criticam a neutralidade tecnológica, ou simplesmente “passam por cima” dessa questão, colocando preocupações de tecnologia já nessa fase. A questão tem relação com a necessidade de se assumir algumas premissas para obter soluções mais eficientes. Em todo caso, na definição de sistemas de informação, a metáfora evento-atividade-memória fornecida pela análise essencial é na maioria dos casos suficiente para fornecer todo o arcabouço necessário para uma boa análise de requisitos. Devemos então não só seguir esse princípio, mas também usá-lo como ferramenta de conferência em cada um dos nossos passos, verificando se há ou não comprometimento com uma tecnologia específica, corrigindo cada ponto onde for encontrado esse comprometimento para uma especificação tecnologicamente neutra.

### IX.3.3 A Tecnologia Interna Perfeita

O sistema deve ser modelado com a suposição que a tecnologia **interna** ao sistema é perfeita.

Por tecnologia interna perfeita queremos dizer que todos os recursos do sistema são ideais. A velocidade do sistema perfeito é infinita, significando que não há espera para conseguir um resultado. A memória de um sistema perfeito também não possui limitações, podendo guardar qualquer quantidade de informação por um período indeterminado, sem nenhum atraso no tempo de busca. O sistema perfeito nunca apresenta falhas ou necessidade de manutenção.

Devemos, porém, lembrar que não fazemos essa suposição sobre a tecnologia externa ao sistema, apenas sobre a tecnologia interna ao sistema. Além disso, essa suposição só é feita na fase de análise, sendo esquecida na fase de projeto, onde temas como velocidade, tamanho de memória e gerência de riscos passam a fazer parte de nossas preocupações, junto com outras características que, apesar de não fazer parte da suposição de um sistema perfeito, também são postergadas para a fase de projeto, como controle de acesso (segurança).

Na prática é interessante imaginar o sistema como um “gênio da lâmpada”, capaz de fazer qualquer coisa em tempo zero, se possuir a informação necessária.



**Figura 134. O sistema deve ser visto como um gênio “todo-poderoso”, capaz de realizar qualquer pedido imediatamente, se tiver a informação necessária.**

### IX.3.4 O Modelo Essencial Mínimo

Os princípios anteriores vão definir claramente a nossa forma de trabalho, porém muitas vezes serão inúteis para ajudar a escolher qual o é o modelo essencial entre dois modelos possíveis. Precisamos, porém, para garantir que nosso método tem uma resposta única, ter uma forma de escolher, entre dois modelos, qual o modelo essencial, mesmo que eles cumpram todos os requisitos anteriores.

O princípio do modelo essencial mínimo exige que, entre dois modelos possivelmente essenciais, a definição menos complicada é o modelo essencial. Assim possuímos uma forma clara de escolha.

### IX.3.5 O Princípio da Ausência de Surpresas

Esse princípio não faz parte da análise essencial, mas foi proposto pelo GUIDE MVS group [B27] para auxiliar a análise de negócios. Ele é essencialmente auto-explanatório. O princípio é conservado quando o produto:

- Faz o que o usuário espera
- Responde de forma previsível e consistente aos estímulos.
- Comporta-se de forma limitada a sua razão de existência.
- É regular e mínimo, apesar de completo.
- Quando falha, o faz de forma graciosa e recuperável.
- Quando a dificuldade de utilizá-lo ou modificá-lo é compatível com a dificuldade da área de aplicação.

Essa é uma importante filosofia e que, junto com os princípios da modelagem essencial apresentados mais tarde, servirá de guia para todo o nosso processo de desenvolvimento. Cada vez que tivermos que tomar uma decisão relacionada ao sistema, será nesses princípios que buscaremos a nossa resposta.

## IX.4 A Essência

A essência do sistema é tudo que precisaria ser incluído no sistema para que o mesmo funcionasse quando implementado em um ambiente de tecnologia perfeita. Isso compreende velocidade infinita no processador, tamanho infinito de memória, custo nulo para todas as operações, infalibilidade, etc.

Esse conceito será de grande valia quando estivermos analisando se um requisito é verdadeiro ou falso. A primeira pergunta que faremos é “Esse requisito seria necessário se tivéssemos um computador perfeito?” Se a resposta for não, o requisito é falso.

Um sistema de tecnologia perfeita é como um gênio da lâmpada. Se quisermos que o gênio da lâmpada pague nossos funcionários, ainda teremos de alguma forma dizer quem são nossos funcionários, logo “cadastrar funcionários” é um requisito verdadeiro de um sistema de pagamentos de funcionários.

Sistemas essenciais possuem dois tipos de componentes: **atividades** e **memórias**. Cada tarefa que o sistema de tecnologia perfeita tem que realizar para cumprir a finalidade do sistema é uma **atividade essencial**. Essas atividades existem em duas formas: as **atividades fundamentais** e as **atividades custodiais**. As atividades essenciais, para poderem executar suas tarefas, precisam guardar informação. Essa informação é guardada em memórias. Da forma que tratamos a análise, a memória do sistema, vista como um todo, é o modelo conceitual de dados, discutido no Capítulo VII. Cada atividade essencial, porém, pode ter apenas uma visão parcial dessa memória, de acordo com suas necessidades.

As **atividades fundamentais** são aquelas que justificam a existência do sistema [B17]. Certamente, ao comprar um sistema, precisamos fundamentalmente das saídas que ele nos disponibilizará. Assim, atividades fundamentais precisam incluir alguma saída para agentes externos. Suponha que você deseja comprar um sistema de controle de ponto para sua empresa. Várias atividades são necessárias ou possíveis nesse sistema, porém poucas são fundamentais. A atividade fundamental é, certamente, informar a presença de cada funcionário, pois é para saber disso que você comprou o sistema. As atividades fundamentais necessitam de dados para funcionar, que podem ser fornecidos diretamente por um **agente externo**, um ser humano ou

outro sistema que faz parte do ambiente, interagindo com o sistema, ou estar guardada em uma **memória**.

As **atividades custodiais** se destinam a criar e manter as memórias necessárias para o funcionamento das atividades fundamentais. Um sistema, mesmo de tecnologia perfeita, não pode criar dados sozinho. Em ambos os exemplos, da folha de pagamento ou da lista de presença, precisamos saber quem são nossos funcionários. Manter essa lista de funcionários é uma atividade custodial. Atividades custodiais, fique bem claro, são essenciais ao funcionamento do sistema. Acontece que, enquanto o usuário conhece a grande maioria das atividades fundamentais que precisa, muitas atividades custodiais ficam de fora de sua lista. Assim, ao analisar um sistema, devemos estar sempre alerta para atividades custodiais necessárias para manter nossas memórias em ordem.

Algumas atividades são custodiais e fundamentais simultaneamente, sendo então chamadas de compostas ou mistas.

É possível ter uma visão menos funcional e mais pragmática, que perde muito da qualidade filosófica, mas ganha em simplicidade: atividades fundamentais têm uma saída para o mundo externo, enquanto atividades custodiais alteram memórias. Isso nos chama atenção que não existem atividades que não sejam fundamentais ou custodiais, isso é, uma atividade deve pelo menos escrever em uma memória ou fazer um relatório.

<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Abordagem</b>	
	<b>Filosófica</b>	<b>Pragmática</b>
Fundamental	Requisito original do cliente	Emitir informação
Custodial	Necessário para o sistema funcionar	Receber informação

**Tabela 26. Tipos de Atividades Essenciais e como classificá-las**

Uma atividade essencial é posta em funcionamento por meio de um estímulo, isto é, um fluxo de dados ou um comando que provém de um **agente externo**. A esse estímulo damos o nome de **evento essencial**.

#### **IX.4.1 A tecnologia imperfeita**

Um sistema deve ser implementado de acordo com uma tecnologia. Essas tecnologias sempre apresentam alguma imperfeição em relação ao sistema essencial, que é um sistema ideal.

A tecnologia é imperfeita por ser limitada: pelo custo, pela capacidade, pelas aptidões e pela falibilidade. O **limite de custo** vem da necessidade de gastar recursos para implementar as tecnologias e também do fato que a relação custo-benefício deve ser analisada em função das reais necessidades do usuário e da real quantidade de recursos disponíveis, o que faz que toda solução implantada seja um compromisso entre o que é ideal e o que é possível.

O **limite da capacidade** vem do fato que não existe um processador infinitamente rápido ou uma memória infinitamente grande. Qualquer tecnologia sempre apresentará limites.

O **limite da aptidão** vem do fato dos sistemas não serem geralmente capazes de fazer tudo com a mesma qualidade. Um sistema é mais adequado a um tipo de atividade do que outro. Um computador, por exemplo, não é projeto para fritar ovos.

Finalmente, sistemas reais, compostos de partes, peças e programas, **falham** por vários motivos, desde erros humanos até o desgaste natural de alguns materiais.

Todos esses limites são inerentes a qualquer sistema não ideal, ao contrário do que imaginamos quando projetamos um modelo essencial.

Essas limitações nos obrigam muitas vezes a soluções que afastam o sistema encarnado do sistema ideal. São as características dos sistemas encarnados: a fragmentação, a redundância, a estranheza ou extrinsecalidade, a convolução, a conglomeração e a imensidão.

- A **fragmentação** acontece quando uma atividade essencial é dividida entre vários processadores. Isso acontece, por exemplo, quando dividimos um processamento específico em partes, talvez por ser muito longo. Ao fragmentar um sistema nós dificultamos a visão que a atividade é essencialmente uma só ação, e não um conjunto de atividades interrelacionadas.
- A **redundância** acontece quando existem componentes e partes redundantes. Muitas vezes as encarnações apresentam redundância para endereçar problemas como a velocidade finita, por exemplo os vários caixas de um supermercado, ou a possibilidade de falha, por exemplo usando dois bancos de dados em paralelo.
- A **estranheza** acontece quando introduzimos atividades e dados que são estranhas, ou extrínsecas, a essência do sistema. Dados e atividades administrativas, por exemplo funções como backup.
- A **convolução** acontece quando o sistema exige uma atividade muito complexa para fazer uma ação que poderia ser simples, se existissem os meios necessários para isso.
- A **conglomeração** é, na prática, o inverso da fragmentação. Muitas vezes a encarnação de um sistema junta várias atividades em uma só ação ou processador. Por exemplo, em um banco é o caixa que recebe pagamentos e faz a retirada de dinheiro de uma conta, mas essas são atividades totalmente diferentes.
- Finalmente a **imensidão**. Os sistemas reais são grandes e isso torna difícil entender sua essência.

Veja que esses limites e características podem até mesmo algumas vezes ser defeitos, mas em geral não o são, pois precisamos realizar adaptações ao nosso modelo essencial, que é ideal, para que possamos implementá-los no mundo real, dentro dos limites impostos por recursos e tecnologias disponíveis.

## IX.5 Requisitos Essenciais Verdadeiros e Falsos

Um **requisito essencial é verdadeiro** quando o sistema deve cumpri-lo qualquer que seja a tecnologia de implementação escolhida. Se um sistema pode cumprir sua finalidade sem que um requisito seja implementado, então esse **requisito é falso**.

Requisitos falsos aparecem de várias formas dentro do sistema: por cópia de sistemas antigos, por hábito do analista, por pensarmos na tecnologia antes do tempo. Dividem-se em dois grupos:

**Requisitos falsos tecnológicos** são aqueles incluídos em um sistema por antecipação de alguma característica tecnológica futura, como a linguagem de programação a ser utilizada, ou por alguma característica tecnológica passada, como o tipo de arquivo em que estão guardados os dados atualmente. Podem, novamente, ser divididos em:

Requisitos tecnológicos incluídos pelo **passado**, quando incluímos na especificação algo que existe na implementação existente, mas que não é necessário ao funcionamento do sistema;

Requisitos tecnológicos incluídos por **antecipação**, quando incluímos algo na especificação em função de alguma tecnologia escolhida para a implementação;

**Requisitos falsos arbitrários** são incluídos pelos analistas, ou por preciosismo<sup>73</sup> ou por características da ferramenta de modelagem sendo utilizadas. Também podem ser divididos em:

Requisitos arbitrários incluídos por **influência da ferramenta de modelagem**, quando incluímos na especificação algo desnecessário para fazer o sistema, mas necessário por alguma característica da ferramenta de modelagem, e

Requisitos arbitrários **incluídos por preciosismo**, quando incluímos uma função espúria no sistema, i.e., uma função que foi não solicitada pelo usuário.

Qualquer requisito que não possa ser verificado, ou seja, que sua presença não possa ser garantida por alguma forma quantificável e mensurável no final do projeto é um requisito falso.

O principal problema de introduzir requisitos falsos é que eles aumentam de várias formas o risco do projeto não se completar a contento. Um requisito falso, por si só, pode mascarar um requisito verdadeiro. Além disso, o acúmulo de requisitos falsos aumenta a complexidade do sistema, de tal modo que pode tornar sua implementação inviável.

Assim, a busca dos requisitos verdadeiros, e apenas esses, deve ser uma das principais formas de garantir o sucesso de um projeto.

Para que tenhamos um sistema apenas com requisitos verdadeiros, imaginamos que ele será implementado com uma **tecnologia perfeita**. Assim, evitamos os requisitos falsos causados pela tecnologia, seja ela passada ou antecipada. Em um sistema de tecnologia perfeita, como diz o nome, os processadores são infinitamente velozes, não gastam energia e não cometem erros, as memórias são infinitamente grandes, os dados são transportados sem gastar tempo.

A Análise Essencial fornece conceitos importantes para que possamos nos guiar na descoberta de todos os requisitos verdadeiros e para que evitemos a inclusão de requisitos falsos em nossos sistemas.

---

<sup>73</sup> Chamado em inglês de *gold-plating*

## IX.6 Agentes Externos

Representamos as pessoas, departamentos, empresas, máquinas ou sistemas que interagem com o sistema sendo analisado, enviando ou recebendo dados, por meio de **agente externos**. Agentes externos, também são chamados de **entidades externas**<sup>74</sup> ou **terminadores**.

Normalmente agentes externos representam pessoas, pois a maioria das funções de um sistema de informação se dá por meio da interação com uma ou mais pessoas. Eventualmente um sistema de informação interage com outro sistema, recebendo ou enviando dados, ou ainda com sensor ou com um atuador.

Os agentes externos controlam o funcionamento do sistema. São eles que detêm o poder de iniciar as atividades essenciais, ao enviar um estímulo ao sistema. São eles também que recebem todas as respostas emitidas pelo sistema.

O modelo essencial está interessado nos agentes externos que detêm realmente o controle dos estímulos ou que realmente recebem a informação. Usuários do sistema implementado, como digitadores, não são modelados nos DFDs da análise essencial. Usuários do sistema que apenas servem como interlocutores dos verdadeiros agentes externos são considerados **transportadores** de dados. Ao documentar um evento devemos documentar a existência de transportadores, como veremos no dicionário de eventos<sup>75</sup>.

Essa distinção entre agentes externos e transportadores é algumas vezes muito difícil. Devemos entender que a verdadeira essência de um sistema está relacionada com sua função no negócio em que ele está inserido. Os usuários do sistema não são necessariamente os agentes externos que interagem com o sistema. Devemos considerar como agentes externos aquelas pessoas ou artefatos tecnológicos que detêm o poder de iniciar o evento. Por exemplo, normalmente, em um sistema de vendas, o agente externo que inicia o evento é o comprador e não o vendedor que está usando o sistema. Por isso diferenciamos, na descrição completa do evento, o **iniciador**, que é o agente externo que inicia o sistema, do **transportador**, que é o usuário do sistema responsável por introduzir os dados fornecidos pelo iniciador.

Um bom teste para verificar se o agente externo é o verdadeiro iniciador do evento ou apenas um transportador, no contexto de um negócio, é perguntar se ele pode realizar, por sua vontade, aquele evento. Vemos que, no caso de um vendedor, ele não pode vender sem receber um pedido de um comprador (a não ser no caso específico onde ele estará pagando a compra, sendo um comprador ele mesmo). Logo, o vendedor **não** é o agente externo iniciador (podendo, porém, receber alguma saída do sistema para ele destinada). Na verdade, de uma forma mais essencial, porém pouco reconhecida, o vendedor é parte do sistema, pois é apenas uma implementação da interface com o comprador<sup>76</sup>.

Ao fazer a análise não estamos preocupados com os motivos dos agentes externos, ou em modificar suas ações, ou com o que eles fazem com os dados que

---

<sup>74</sup> Não confundir com as entidades do modelo de entidades e relacionamento.

<sup>75</sup> Modernamente, na técnica de “Casos de Uso”, considera-se a possibilidade de dois modelos, o do negócio e o do sistema. No modelo do sistema são utilizados os usuários reais.

<sup>76</sup> Atualmente é fácil entender como o vendedor pode ser substituído por uma interface Web e o sistema manter sua essência.



obtem do sistema. Por isso eles não são estudados, definindo a fronteira do sistema e os limites do trabalho de análise.

Normalmente agentes externos são descritos por nomes que representam classes ou tipos de usuário dentro de um negócio. Assim, um sistema para uma loja que apresenta os usuários “gerente”, “vendedor” e “cliente”, terá agentes externos com esses nomes. Nunca usamos o nome pessoal de um usuário, mas sim seu papel ao utilizar o sistema ou seu cargo na empresa.

Outro tipo comum de agente externo é aquele que representa uma instituição ou departamento externo ao ambiente de uso do sistema. Nesse caso o agente externo é nomeado com o nome desse departamento ou da instituição (ou ainda, do tipo da instituição).

Finalmente, existem os agentes externos que são máquinas, como sensores, ou sistemas, sendo nomeados diretamente com o nome dos mesmos.

É importante perceber que muitos agentes devem ser representados não só fora do sistema, mas também em sua memória. Isso acontece quando o sistema deve guardar dados sobre um agente externo, de forma a poder reconhecer ou referenciar um agente externo, por exemplo, enviando uma conta para o agente externo. Nesse caso, haverá pelo menos uma entidade no modelo de dados representando no total ou parcialmente o agente externo. Isso não se aplica, porém, no caso da segurança, pois essa não é tratada na análise essencial.

Como exemplo podemos ver o caso de um sistema acadêmico, onde os alunos são agentes externos, pois solicitam boletins, e são entidades, pois devemos guardar dados sobre os alunos. Já os funcionários da secretaria da escola são agentes externos, pois podem pedir alguns documentos específicos guardados no sistema, mas o sistema não precisa saber quem são<sup>77</sup>.

## IX.7 Eventos Essenciais

Na modelagem essencial tudo ocorre em função de eventos. Isso acontece porque imaginamos que o sistema possui dois estados: em atividade ou esperando um evento. É o acontecimento do evento que faz com que o sistema entre em funcionamento e então realize todas as tarefas necessárias para atender aquele evento, ou seja, a atividade essencial correspondente ao evento.

É importante notar que o sistema só tem a oportunidade de funcionar quando acontece um evento. Esses eventos, por definição, **não são controláveis pelo sistema**, ou seja: o sistema é incapaz de gerar um evento<sup>78</sup>.

Cada atividade é iniciada com um único **evento**, que define um **estímulo**, e compreende **todo o conjunto de ações efetuado pelo sistema para executar a atividade**, ou seja, a **resposta planejada**. A atividade relativa a um evento compreende toda a cadeia de ações causada por esse evento, até que o sistema tenha que parar porque todos os fluxos de dados atingiram seus objetivos (agentes ou memórias). Como apenas um evento inicia a atividade, então **apenas um único**

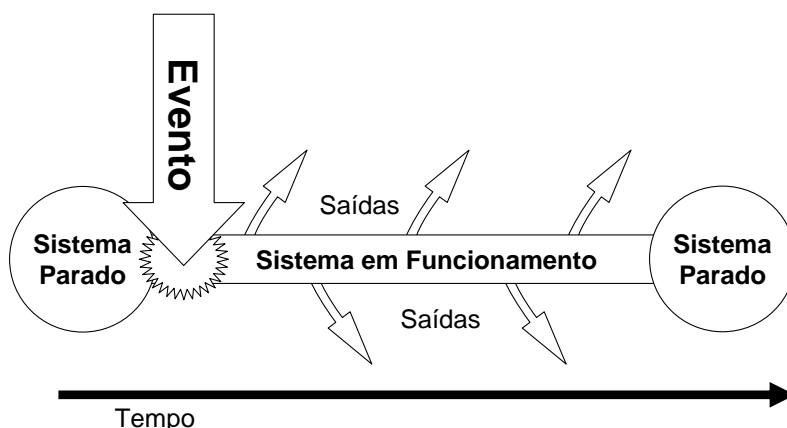
---

<sup>77</sup> A modelagem essencial não está preocupada com questões como segurança, backup, etc.

<sup>78</sup> Não existem, logo, eventos essenciais internos ao sistema.

**agente externo pode enviar informações para uma atividade**<sup>79</sup>. Isso é uma regra importante da análise essencial, pois indica como o sistema será particionado.

O evento funciona como um gatilho, disparando uma reação em cadeia, que para apenas pela impossibilidade de realizar qualquer outra atividade. Nessa reação em cadeia não devemos nos preocupar no modo como as ações ocorrem no sistema existente, na encarnação atual, pois elas podem sofrer interrupções espúrias, que dividem um evento entre vários processadores.



**Figura 135. O esquema mostra como o sistema reage a um evento. Um Sistema parado só pode começar a funcionar ao receber um evento. A partir desse evento, realiza uma série de processamentos que podem envolver saídas para o mundo externo, até parar novamente. Não podem existir outros eventos ou entradas do mundo externo durante o funcionamento, porém é possível consultar as memórias, que são internas ao sistema.**

Muitas vezes o iniciante na análise essencial imagina que será travado um diálogo com o usuário durante a atividade. Esse diálogo interno a uma atividade não existe na análise essencial. O estímulo relacionado ao evento, isto é, o fluxo de dados que parte do agente externo em direção à atividade, possui toda a informação necessária para realizar a atividade, incluindo partes opcionais. Caso o diálogo seja realmente necessário para o funcionamento do sistema, então temos na verdade dois, ou mais, eventos e suas respectivas atividades. Isso acontece porque uma atividade, por definição, não pode ficar “esperando” por uma entrada de dados. A regra que usamos é: **se o sistema para, só pode voltar a funcionar com um evento**. O mesmo raciocínio se aplica quando falamos de vários agentes externos.

Segundo a análise essencial, **não existem eventos internos ao sistema**, isto é, não dizemos que um processo do sistema se inicia por causa de um evento causado por outro processo. A análise essencial parte do conceito que **eventos iniciam atividades** essenciais e que essas atividades são executadas até que todas as respostas necessárias sejam geradas. O sistema então para e fica esperando pelo acontecimento de outro evento de essencial para voltar a funcionar. Devemos ter bastante atenção à regra que uma atividade contém a resposta completa para um evento (e apenas para um único evento), pois é ela que vai definir o particionamento do sistema sendo modelado.

---

<sup>79</sup> Yourdon não obedece essa regra, permitindo que algumas entidades externas forneçam informações sob demanda de uma atividade essencial.

Outra característica da análise essencial é que os eventos são vistos por dentro do sistema. Assim eles são descritos tendo como sujeito o agente externo que os iniciam, como em “Aluno solicita matrícula”<sup>80</sup>.

Recapitulando, os eventos acontecem fora do sistema, correspondem a um estímulo que cruza a fronteira do sistema de fora para dentro e são vistos e descritos na perspectiva de um ser imaginário que habita sistema.

Também é importante frisar que **atividades essenciais não se comunicam diretamente**, isto é, não se comunicam por meio de fluxos de dados. Toda comunicação entre atividades essenciais é feita por meio do uso da memória do sistema

### IX.7.1 Propriedades dos eventos

Um evento pode ser caracterizados pelas seguintes propriedades<sup>81</sup>:

- Um evento deve ocorrer em um momento específico no tempo.
- Um evento deve ocorrer no ambiente e não dentro do sistema.
- A ocorrência do evento deve estar sob o controle do ambiente e não do sistema.
- O sistema pode detectar que o evento ocorre.
- O evento é relevante, isto é, o sistema deve fazer alguma coisa quando ele ocorre.

### IX.7.2 Tipos de Eventos

Cada **evento** pode ser **externo** ou **temporal**. Um evento é **externo** quando parte do ambiente para dentro do sistema. Um comando ou um pedido do usuário, por exemplo. Um evento é **temporal** quando é provocado por uma mudança no tempo, como um alarme de relógio ou uma data no calendário.

Originalmente só tratávamos esses dois tipos de eventos (externos e temporais). Com o tempo, porém, fomos aprendendo a trabalhar e a classificá-los mais detalhadamente de forma a melhorar nosso trabalho.

Eventos temporais podem ser **absolutos** ou **relativos**. Um evento é relativo quando é definido em função do decorrer de um prazo depois do acontecimento de outro evento. Eventos absolutos ocorrem em função unicamente do calendário e do relógio<sup>82</sup>. Um evento temporal ocorre porque o sistema tem um contrato para entregar informação a um agente em um momento específico [B34].

Eventos externos podem ser: **agendados** ou **não-agendados**. Um evento é **agendado** quando sabemos que ele vai acontecer em um instante específico, ou que

---

<sup>80</sup> A frase pode ser lida como significando “Aluno solicita matrícula ao sistema”.

<sup>81</sup> Ruble, D.A. Use Cases that Work: Using Event Modelling to infuse rigor and discipline in Use Case Analysis. White Paper. Olumpic Consulting Group.  
<http://www.ocgworld.com/doc/Use%20Cases%20that%20Work.pdf> (29/9/2005)

<sup>82</sup> eventos temporais podem ser implementados como eventos internos, mas não necessariamente. Isso costuma causar confusão, pois temos o hábito imediato de pensar na implementação e de associar a proibição de eventos internos na análise como a proibição de eventos internos na implementação. Exigimos apenas, na análise essencial, que não existam *eventos essenciais* internos. A implementação não está limitada por essa regra.

tem um limite de prazo para acontecer. Ele pode também ser chamado de **evento esperado**. Um evento é **não-agendado** quando não podemos determinar momento ou limite para seu acontecimento. Eles podem também ser chamados de **eventos não-esperados**. Os nomes “esperado” e “não-esperado” podem causar alguma confusão, pois na verdade esperamos que todos aconteçam, mas é encontrado na literatura. O sistema, na realidade, espera que ambos os tipos de eventos ocorram. Porém, alguns têm um prazo ou data para ocorrer. Por isso podemos usar, com mais precisão, o termo “agendado”.

## Não-Eventos

Eventos agendados formam uma categoria importante, pois sabemos que no mundo real, quando um evento agendado não acontece (o pagamento de uma conta, por exemplo), pode ser necessário tomar uma atitude específica. Dizemos então que eventos agendados podem necessitar que sejam definidos **não-eventos**. Esse é o nome que damos para eventos que acontecem em função de outro não ter acontecido, possivelmente a partir de um prazo, como na sentença: “uma semana após esgotar o prazo de pagamento, enviar lembrete”. Novamente, o nome “não-evento” pode causar confusão. Um não-evento é um evento, em especial, é um evento temporal relativo.

Um só evento agendado pode necessitar de vários não eventos, que ocorrem normalmente em prazos distintos. Assim, se temos um evento agendado “cliente paga conta, até o dia 30 do mês”, podemos ter vários não eventos para os prazos de 1 dia, 1 semana, 1 mês, 3 meses e 1 ano, por exemplo.

**Um não-evento é um evento temporal relativo que deve acontecer se um evento agendado (agendado) não ocorre, possivelmente considerando um prazo.**

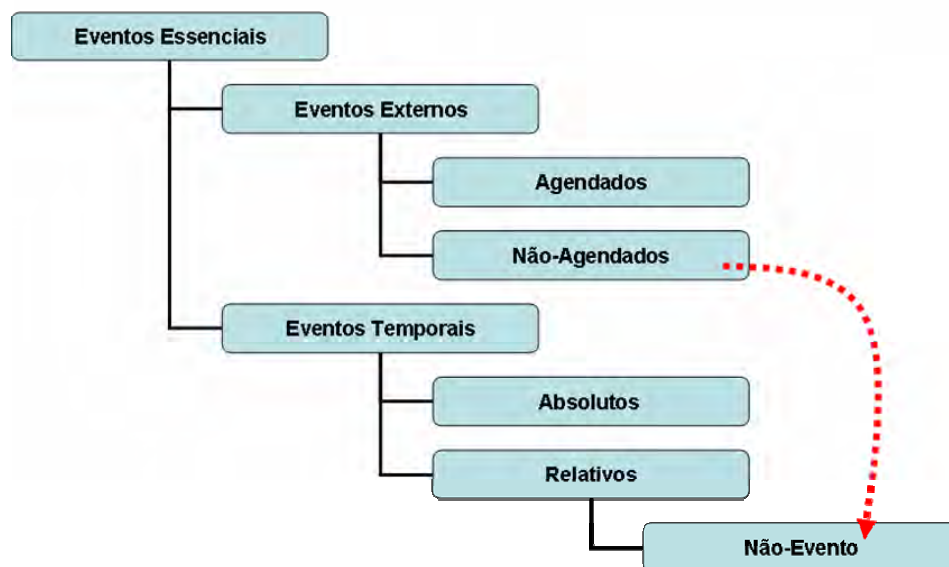


Figura 136. Tipos de eventos essenciais e seus subtipos.

### IX.7.3 Um Exemplo

Vamos tentar entender melhor a motivação para termos uma regra tão rígida sobre um evento só receber dado de um agente externo.

Imagine um sistema para uma loja de automóveis onde o mecânico, um agente externo, faz um pedido de peça. Esse pedido é anotado e repassado, pelo sistema, para outro sistema, o sistema de estoque, que é outro agente externo, que responderá se a peça está disponível ou não. Quando o sistema de estoque responder, então avisaremos o mecânico da disponibilidade da peça.

Segundo nossa regra, temos os seguintes eventos:

- Mecânico solicita peça
- 4. Nesse evento é enviado um pedido de peça para o Sistema de Estoque
- Sistema de Estoque avisa disponibilidade de peça
- 5. Nesse evento o mecânico recebe um aviso da disponibilidade

Já segundo alguns autores, fazendo uma interpretação simplificada, mas, porém não essencial, apenas o primeiro evento é necessário, pois nesse evento o Sistema de Estoque é consultado.

Agora vamos nos lembrar de nossos princípios da análise essencial. Não podemos considerar a tecnologia do sistema. Também, seguindo nossa definição de evento, não podemos controlar quando o mundo externo faz alguma coisa.

Dessa forma, não podemos controlar quando o Sistema de Estoque vai responder a pergunta que fizemos. Isso é, devemos esperar por um evento de resposta.

Quanto à tecnologia, podemos usar várias tecnologias como teste da “essencialidade” de uma solução. A solução essencial deve permitir que o pedido seja enviado ao estoque com qualquer tecnologia, por exemplo, cartas, telefone, pombo-correio ou computadores ligados na Internet. Porém, fica claro ao analisar um pedido feito por cartas que o sistema ficará parado esperando a resposta, logo a resposta é outro evento, que faz com que o sistema volte a funcionar.

#### **IX.7.4 Habilitando Eventos**

Da mesma forma que um evento agendado pode precisar de um não-evento, é interessante também perceber que muitos eventos agendados só podem acontecer caso outro evento aconteça antes. Por exemplo, em um sistema de controle de prestações, “Cliente paga parcela de prestação” é normalmente um evento agendado, porém ele só pode acontecer depois que “Cliente solicita crédito” ocorre. Dizemos que um evento habilita o outro. Isso equivale a uma mudança no estado do sistema que deve ser anotada em alguma memória.

Em muitos sistemas podemos ver eventos sendo habilitados por outros eventos.

Novamente, devemos tomar cuidado para não confundir o fato de um evento poder habilitar outro evento com as respostas de um evento. Uma resposta é algo que essencialmente pode ser realizada em função do acontecimento do evento. Um evento habilitado necessita de um outro estímulo para acontecer, porém ele é impossível sem que algum evento anterior o “libere” para funcionar. Um evento desse tipo altera o estado do sistema.

Não há uma notação especial para eventos que habilitam outros eventos, apenas a consulta à especificação da atividade ou ao dicionário de eventos pode dar essa informação.

Algumas habilitações podem ser anotadas em uma memória. Porém, cuidado, pois pode ser que a memória não tenha sido desenvolvida no modelo de dados.

## IX.8 Descrevendo Eventos Essenciais

Um evento externo sempre é caracterizado pela existência de agente externo, que é a pessoa ou um outro sistema que faz com que o evento aconteça, enviando para o sistema o estímulo correspondente. Assim, na nossa descrição de um evento externo **sempre devemos colocar o nome do agente externo que o causa**.

No caso de eventos temporais, devemos colocar o fato que faz o evento acontecer. Eventos temporais **não possuem um agente externo que forneça o estímulo**.

Alguns estímulos são bastante complicados, contendo dezenas ou centenas de dados, outros são bastante simples, contendo apenas um comando ou solicitação ao sistema. Eventos cujo estímulo é apenas um comando de execução podem ser chamados **eventos de controle**<sup>83</sup>.

A sintaxe para definir eventos externos é:

*<agente externo - sujeito> <verbo no presente> <objeto direto>*

Como em: “Cliente solicita lista de produtos”.

Opcionalmente, no caso de um evento agendado, pode ser usado o seguinte padrão:

*<agente externo - sujeito> <verbo no presente> <objeto direto> , <prazo>*

Onde *prazo* pode ser absoluto ou relativo a outro evento ou resposta de evento. Como em: “Fornecedor envia produtos pedidos, até 30 dias depois do pedido”.

A sintaxe para definir eventos temporais é:

*<condição temporal>, é (hora/dia/etc.) de <verbo no infinitivo> <objeto>*

ou simplesmente

*<condição temporal>, <verbo no infinitivo> <objeto>*

Como em: “Todo dia 30, é dia enviar declaração de vendas” ou “dia 30, enviar declaração de vendas”.

A sintaxe para um não evento é:

*<condição de não acontecimento de um evento>, <prazo ou condição temporal>,  
<verbo no infinitivo>, <objeto>*

Como em: “Fornecedor não enviou produtos pedidos, depois de 30 dias do pedido, avisar comprador”.

O objeto da oração é normalmente um objeto direto que, de alguma forma, representa uma informação tratada pelo sistema, e possivelmente também um objeto indireto indicando para quem ou para onde a informação é enviada.

Vejamos alguns exemplos comuns, descritos de forma correta:

---

<sup>83</sup> E possuem, em algumas variações de DFD, uma notação específica, utilizando uma seta tracejada em vez de sólida.

- Cliente envia pedido de compra.
- Fornecedor entrega mercadoria
- Fornecedor entrega mercadoria, até 10 dias depois do pedido.
- Vendedor solicita mercadoria.
- Filial envia vendas diárias.
- Cliente aluga fita.
- Ao final do mês, imprimir folha de pagamento.
- Ao fim do dia, imprimir resumo de vendas.
- Gerente solicita relatório de produção.
- Caso o cliente não pague a conta, 20 dias depois, invocar departamento jurídico.
- Caso o aluno não apresente o boletim assinado, 10 dias depois, enviar aviso aos pais.

Vejamos agora alguns eventos descritos de **forma incorreta**:

- Enviar pedido (sem agente externo ou indicação de tempo)
- Gerente imprime relatório (quem imprime é o sistema, o gerente solicita, além disso, “relatório” é um termo muito vago).

## IX.9 Levantando os Eventos Essenciais

A primeira e mais importante tarefa da modelagem funcional é o levantamento dos eventos essenciais. Isso feito, nós teremos uma idéia bastante clara do tamanho do sistema.

Geralmente nossa estratégia deve ser: levantar uma lista inicial de eventos e refinar essa lista enquanto analisa a resposta para cada evento. Duas são as formas básicas de levantamento de requisitos funcionais: entrevistas e reuniões JAD.

Várias são as formas de descrever uma lista de eventos. Uma maneira é partir dos eventos fundamentais e depois listar todos os eventos necessários para que os eventos fundamentais funcionem. Outra maneira é seguir uma abordagem seqüencial, partindo dos eventos que geram dados para chegar aos eventos que geram relatórios no final.

Alguns sistemas são muito seqüenciais, facilitando claramente a segunda abordagem. Nesse caso é importante numerar os eventos no tempo, para garantir que a seqüência ficou bem clara e nenhum passo foi perdido.

Uma lista de eventos tem a seguinte aparência:

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gerente cadastra distribuidora</li> <li>2. Gerente cadastra livro</li> <li>3. Cliente pede livros</li> <li>4. Sexta-feira, é hora de fazer requisições de livros para as distribuidoras.</li> <li>5. Distribuidora entrega livros</li> <li>6. Gerente solicita relatório de vendas</li> <li>7. Gerente solicita relatório de livros em atraso</li> </ol> |
|--|

8. Se a distribuidora não entregar os livros pedidos, depois de 15 dias, cancelar pedido.

**Figura 137. Exemplos de uma lista de eventos**

### **IX.9.1 Classificando os Eventos**

Apesar de termos descrito os eventos como podendo ser de vários tipos, não é extremamente necessário identificar todos os eventos. Porém, fazer isso traz a vantagem de podermos testar a forma como o evento está descrito. Aqui estão algumas perguntas de teste:

- Eventos externos:
  - São agendados?
    - Se agendados, possuem um não-evento correspondente?
  - São não-agendados?
  - São uma solicitação ou possuem dados?
- Eventos temporais:
  - Só ocorrem dessa forma?
  - São realmente temporais ou podem ser calculados antes (sendo, nesse caso, uma saída do sistema)?
  - São Relativos?
    - São não-eventos?
    - Qual é o evento original?
  - O evento original existe sempre?

Opcionalmente, podemos construir uma tabela de classificação de eventos, como a apresentada a seguir. Todo evento deve ser facilmente classificado. A dificuldade de classificar um evento demonstra que ele não foi compreendido e indica que ele pode não estar correto, tanto na sua interpretação ou na sua descrição, ou até que seja um requisito falso.

Além disso, a tabela permite que verifiquemos se todos os eventos agendados possuem um ou mais não eventos correspondentes.



Número	Evento	Classificação				
		Externo		Temporal		
		Agendado	Não-Agendado	Relativo	Absoluto	Não-evento (p/ evento)
1	Gerente cadastra distribuidora		✓			
2	Gerente cadastra livro		✓			
3	Cliente pede livros		✓			
4	Sexta-feira, é hora de fazer requisições de livros para as distribuidoras				✓	
5	Distribuidora entrega livros	✓				
6	Gerente solicita relatório de vendas		✓			
7	Gerente solicita relatório de livros em atraso		✓			
8	A distribuidora não entregou...					✓ (5)

**Tabela 27. Exemplo de uma tabela de classificação de eventos**

### IX.9.2 Encontrando Eventos

Os principais eventos são os pedidos que são feitos ao sistema. Eles normalmente podem ser encontrados em formulários, memorandos, documentos que chegam e observando o atendimento que os usuários do sistema prestam.

Relatórios devem ser gerados por algum evento. Eles, porém, são as respostas aos eventos e não os eventos propriamente ditos. Todo evento externo agendado deve precisar de um e pode precisar de mais não eventos.

No mundo real encontramos ainda outras características que indicam novos eventos:

Pedidos normalmente podem ser cancelados.

O que é enviado pode retornar, exigindo uma ação específica.

Documentos podem ser perdidos e segundas vias podem ser necessárias

Fiscais (ICMS, ISS, Trabalho,...) podem aparecer e solicitar relatórios (que podem ser obrigatórios em um sistema).

Processos que ocorrem em uma ordem podem ter que ser “acelerados” para atender um cliente preferencial.

Pagamentos podem ser feitos com o valor errado, para menos ou para mais, exigindo emissão de novas cobranças ou de créditos.

### IX.9.3 Simplificando Eventos

Segundo a análise essencial original, as operações de incluir, eliminar e alterar uma memória exigiam pelo menos três eventos distintos, como em:

- Proprietário cadastra produto
- Proprietário altera produto
- Proprietário apaga produto

Isso, porém, pode não representar a verdade e ser muito complicado em alguns sistemas. Na vida real é fácil termos um sistema com 30 a 40 entidades. Isso exigiria no mínimo 90 eventos para cumprir as necessidades de manter a memória. Não fazemos isso na prática.

Em primeiro lugar, não criamos atividades custodiais que não são necessárias. Isso acontece quando a memória já é gerenciada em uma atividade fundamental. Em segundo lugar, quando uma memória necessita de uma funcionalidade que permita tratar esses três casos, podemos utilizar uma notação mais simples:

- Proprietário mantém produtos

## IX.10 As Respostas aos Eventos

Para cada evento o sistema deve executar uma resposta. Essa resposta é representada pela **atividade essencial** correspondente ao evento e produz dois tipos de resultados: **alterações no estado do sistema** e **emissão de informação** para o ambiente (alterações do estado do ambiente).

Uma alteração no estado do sistema significa que uma ou mais memórias foram alteradas. Nisso incluímos a criação de registros, a mudança de valores dentro de registros e a eliminação de registros.

Como emissão de informação temos várias formas de emissão de relatórios, *feedback* para os agentes externos e comandos para atuadores externos.

Cada evento pode exigir uma ou mais repostas, obrigatórias ou opcionais, do sistema. O processamento de todas essas repostas, juntas é a atividade essencial.

Algumas respostas a eventos são óbvias a partir do nome do evento, como por exemplo, em “Gerente solicita relatório de vendas”. Uma resposta óbvia é “relatório de vendas”. Porém, poderíamos, em um caso real, ter outras respostas, como por exemplo, “aviso ao diretor”.

Logo após levantar a lista de eventos é importante levantar a lista de respostas para cada evento. Apesar de não ser importante classificar cada resposta, é recomendável que o analista saiba se a resposta é opcional ou obrigatória, e, caso seja opcional, estar preparado para fornecer, mais tarde, as regras que indicam sua necessidade.

### IX.10.1 Representando Atividades

Uma atividade é primeiramente representada pelo seu nome. Esse nome indica o que o sistema deve fazer quando o evento acontece. A regra é sempre representar o nome na forma:

*<verbo> <objeto>*

Como em:

- Atender pedido
- Convidar comprador
- Cobrar conta atrasada
- Emitir relatório de vendas diárias

Dessa forma, temos uma representação simples da atividade como uma caixa preta, permitindo que saibamos o que ela faz, pelo menos de uma forma geral.

Para melhor definir a atividade, devemos entender que ela é um **processo** executado pelo sistema, podendo ser simples o bastante para ser descrito em uma frase ou complexo o suficiente para exigir uma definição por meio de outros processos, diagramas (como DFD, IDEF ou diagramas de atividades) ou tabelas de decisão.

O importante é notar que uma atividade é atômica em relação ao ponto de vista do evento, isso é, ela não pode ser dividida, e quando ela para apenas outro evento (externo ou temporal) pode fazer com que o sistema volte a funcionar.

### IX.10.2 Confundindo eventos e respostas/atividades

É muito comum também que o iniciante confunda uma resposta a um evento com um evento. Para isso podemos usar uma tática de verificação: perguntar por que um evento acontece. Se a resposta for “Esse evento acontece porque o usuário X enviou um dado” ou “porque se passaram X dias”, estamos em um bom caminho e provavelmente temos um evento. Porém, se respondermos com algo do tipo “Esse evento acontece porque o sistema...” ou “Esse evento acontece quando é verdade que...” então estamos em um mau caminho, pois não existem eventos gerados pelo sistema para o sistema.

Outra coisa importante é verificar se existe algum motivo para o sistema começar a funcionar sozinho (o evento). Se não existe, provavelmente escolhemos como evento algo que é resposta para outro evento.

Um exemplo muito comum acontece em “casos especiais”. Vamos supor que temos um sistema que deve produzir um relatório a cada 100 vendas informadas por cada vendedor. A resposta correta é ter um evento “Vendedor informa venda”, com uma saída (além das outras necessárias) “Relatório de Vendas”. Geralmente analistas iniciantes “inventam” um evento especial “Vendedor faz centésima venda”.

Vamos tentar aplicar nossos princípios. Temos um que diz “Não surpreenda o usuário”. Seria uma surpresa para o usuário ter que usar uma tela diferente e ele mesmo controlar sua centésima venda. Muito mais natural seria que o sistema controlasse isso. Outro princípio diz: tecnologia interna perfeita. Ora, se a tecnologia interna é perfeita não nos custa nada fazer toda a lógica necessária para esse controle, também um bom sinal. Finalmente, o princípio da solução mínima nos indica que é melhor ter apenas um evento do que dois.

Esse raciocínio pode ser aplicado em todos os casos em que temos uma **saída opcional**. É interessante notar que, em um DFD, as saídas e entradas em um processo não são obrigatórias, mas opcionais. É a lógica do processo que vai decidir se elas existem ou não. Assim, podemos incluir em um evento todos os casos especiais que são identificáveis pelo sistema. Obviamente, se o sistema não tiver um meio de descobrir que é um caso especial, então devemos ter outro evento.

Usando uma maneira muito simples de falar, podemos dizer que um sistema só funciona quando “cutucado”, mas quando isso acontece, ele deve tentar resolver tudo que for possível resolver. De forma mais precisa, estamos analisando **sistemas reativos**.

## IX.11 A Memória do Sistema

Como memória do modelo essencial deve ser utilizado o modelo de entidades e relacionamentos, descrito anteriormente.

Para cada evento e atividade essencial é importante definir que memórias serão utilizadas. Isso pode ser feito por meio de uma Matriz CRUD ou por meio de DFDs e mini-especificações.

### IX.11.1 Eventos x Entidades (Matriz CRUD)

A Matriz CRUD é uma tabela que relaciona processos e dados, podendo ser utilizada em diferentes momentos do desenvolvimento de software. Nessa tabela representamos processos nas linhas e dados nas colunas, preenchendo as células resultantes com uma ou mais letras entre “C”, “R”, “U” e “D”, indicando que o processo **C**ria, **R**ead ou Lê, **U**ppdate ou Altera, ou **D**eleite ou Apaga um registro,

No caso da modelagem essencial, esta tabela se torna muito interessantes, pois permite relacionar facilmente os eventos essenciais com as entidades do modelo ER. Mais tarde, se necessário na fase de projeto, essa tabela pode ser reconstruída utilizando os processos sendo implementados e as tabelas do banco de dados.

Eventos ou Atividades	Entidades					
	Ator	Diretor	Novela	Ator Horista	Horas	Capítulo
Cadastrar Diretor		CRUD				
Cadastrar Novela		R	CRUD			
Cadastrar Ator	CRUD			CRUD		
Receber Capítulo	R	R	R	R		CR
Registrar Horas Trabalhadas	R			R	C	
Enviar Formulário	R	R	R	R		

Tabela 28. A Matriz CRUD do sistema da Rede Bobo de Televisão.

### **IX.11.2 Verificando a consistência**

Um dos principais usos da Matriz CRUD é verificar a consistência do modelo. É obrigatório que cada entidade seja criada e lida por algum evento. Com a Matriz CRUD essa verificação é muito fácil, basta checar se todas as colunas possuem ao menos um “C” e um “R”. Além disso, é interessante, mas não obrigatório, que as entidades também possam ser alteradas e apagadas. Assim, para cada coluna onde não há nenhum “C” ou “R” devemos imediatamente questionar a necessidade da entidade ou buscar eventos que as justifiquem junto ao usuário. Do mesmo jeito, para cada coluna sem “U” ou “D” devemos verificar se essa entidade foi tratada de forma completa em relação aos desejos do usuário.

Existe uma exceção à obrigatoriedade de leitura de uma entidade, que é quando ela está sendo criada para guardar dados que só serão utilizados em uma versão futura do sistema.

### **IX.11.3 Agrupando eventos e atividades na Matriz CRUD**

A Matriz CRUD pode ser manipulada de forma a se obter subsistemas. Um subsistema é identificado pela formação de um *cluster*, isto é, um grupo de células próximas com as mesmas características, que no nosso caso é estarem sendo usadas.

A manipulação é feita alterando-se as posições das linhas e das colunas. Com isso é possível agrupar atividades e entidades que se relacionam mais fortemente em grupos, permitindo a identificação de subsistemas. Os subsistemas interagem normalmente por meio da leitura, por um processo, de uma entidade mantida em outro processo.

A Figura 138 tenta mostrar a dinâmica da manipulação da Matriz CRUD com objetivo de encontrar subsistemas. Essas operações são facilmente feitas em uma planilha eletrônica. As operações de transposição de linha ou coluna podem ser feitas em qualquer ordem. O objetivo é obter uma matriz onde as células próximas a diagonal sejam bem preenchidas, formando os grupos que caracterizam os subsistemas, enquanto as outras células estão normalmente vazias, apresentando eventualmente operações que indicam a interação entre dois subsistemas.

De certa forma, manipular a Matriz CRUD dessa forma é uma ação equivalente a manipular o DFD Global para se obter o DFD Hierárquico. A diferença básica é que ao tratar a Matriz CRUD estamos em busca de achar configurações da mesma que definam subsistemas de maneira clara, enquanto quando estamos agrupando processos em DFD Global buscamos apenas uma forma de organizar o DFD que facilite sua leitura e compreensão.

	Entidades					
	Entidade 1	Entidade 3	Entidade 4	Entidade 5	Entidade 6	Entidade 2
<b>Processos</b>						
Processo A	CRUD R					R
Processo B		R		R		CRUD
Processo D			C	R		
Processo F				RU	C	R
Processo C		C				RUD
Processo E			R	C		

Posição inicial  
Coluna "Entidade 2" será trocada de posição

	Entidades					
	Entidade 1	Entidade 2	Entidade 3	Entidade 4	Entidade 5	Entidade 6
<b>Processos</b>						
Processo A	CRUD R		R			
Processo B		CRUD R			R	
Processo D				C	R	
Processo F		R			RU	C
Processo C		RUD	C			
Processo E				R	C	

Passo 1: Posição após troca da posição da coluna  
Linha "Processo E" será trocada de posição

	Entidades					
	Entidade 1	Entidade 2	Entidade 3	Entidade 4	Entidade 5	Entidade 6
<b>Processos</b>						
Processo A	CRUD R		R			
Processo B		CRUD R			R	
Processo D				C	R	
Processo E				R	C	
Processo F		R			RU	C
Processo C		RUD	C			

Passo 2: Posição após troca da posição da linha  
Linha "Processo C" será trocada de posição

	Entidades					
	Entidade 1	Entidade 2	Entidade 3	Entidade 4	Entidade 5	Entidade 6
<b>Processos</b>						
Processo A	CRUD R		R			
Processo B		CRUD R			R	
Processo C						
Processo D				C	R	
Processo E				R	C	
Processo F		R			RU	C
Processo C		RUD	C			

Passo 3: Posição após troca da posição da linha  
Posição final, com subsistemas marcados

**Figura 138. Exemplo da manipulação de uma Matriz CRUD em busca de encontrar subsistemas.**

#### IX.11.4 Calculando a afinidade entre eventos/atividades

Para auxiliar na manipulação da Matriz CRUD é possível usar a técnica de calcular a afinidade entre os eventos ou atividades nela representado, em função da quantidade de entidades que utilizam.

Assim, a afinidade entre dois eventos ou atividades pode ser definida como a razão entre as entidades utilizadas por ambos os eventos sobre todas as entidades usadas pelos eventos, como na fórmula a seguir.

$$Af(Ev_1, Ev_2) = \frac{|Ent_1 \cap Ent_2|}{|Ent_1 \cup Ent_2|} * 100$$

**Equação 1. Fórmula para calcular a afinidade entre dois eventos baseado no conjunto de entidades que eles utilizam.**

Uma afinidade de mais de 50% é indicação que os eventos devem estar em um mesmo módulo ou subsistema. Uma afinidade de 100% dá quase certeza sobre isso. Porém, sempre se deve levar também em consideração outras questões, como usuários, tipo de interface, etc...

Usando a mesma Matriz CRUD anterior (no passo 1) como exemplo, teríamos a seguinte seqüência de cálculo:

Matriz CRUD Original						
	Entidades					
Eventos	Entidade 1	Entidade 3	Entidade 4	Entidade 5	Entidade 6	Entidade 2
Evento A	CRUD	R			R	
Evento B		R		R		CRUD
Evento D			C	R		
Evento F				RU	C	R
Evento C		C				RUD
Evento E			R	C		

a) Matriz original mostra que evento usa que entidade

Entidades Comuns (Interseção)						
	Evento A	Evento B	Evento D	Evento F	Evento C	Evento E
Evento A	3	2	0	1	2	0
Evento B	2	3	1	2	2	1
Evento D	0	1	2	1	0	2
Evento F	1	2	1	3	1	1
Evento C	2	2	0	1	2	0
Evento E	0	1	2	1	0	2

b) Contagem das entidades acessadas em comum por cada para de eventos

#N/A

Total de Entidades Acessadas (União)						
	Evento A	Evento B	Evento D	Evento F	Evento C	Evento E
Evento A	3	4	5	5	3	5
Evento B	4	3	4	4	3	4
Evento D	5	4	2	4	4	2
Evento F	5	4	4	3	4	4
Evento C	3	3	4	4	2	4
Evento E	5	4	2	4	4	2

c) Contagem das entidades totais acessadas por cada par de eventos

Afinidade						
	Evento A	Evento B	Evento D	Evento F	Evento C	Evento E
Evento A	100%	50%	0%	20%	67%	0%
Evento B	50%	100%	25%	50%	67%	25%
Evento D	0%	25%	100%	25%	0%	100%
Evento F	20%	50%	25%	100%	25%	25%
Evento C	67%	67%	0%	25%	100%	0%
Evento E	0%	25%	100%	25%	0%	100%

d) Cálculo da afinidade entre cada par de eventos

**Figura 139. Cálculo da afinidade entre cada par de eventos.**

A análise da tabela (d) da figura anterior nos indica os eventos com maior similaridade:

D	E	100%
A	C	67%
B	C	67%
A	B	50%
B	F	50%

**Tabela 29. Pares de eventos com maior similaridade.**

A partir dessa tabela, poderíamos fazer visualmente as seguintes conclusões:

- Há fortes indicações que D e E devem estar no mesmo subsistema.
- Há indicação que A, B e C devem estar no mesmo subsistema.
- Há alguma indicação que B e F devem estar no mesmo subsistema.

Baseado nessas conclusões, nossa tabela poderia ficar da seguinte forma:

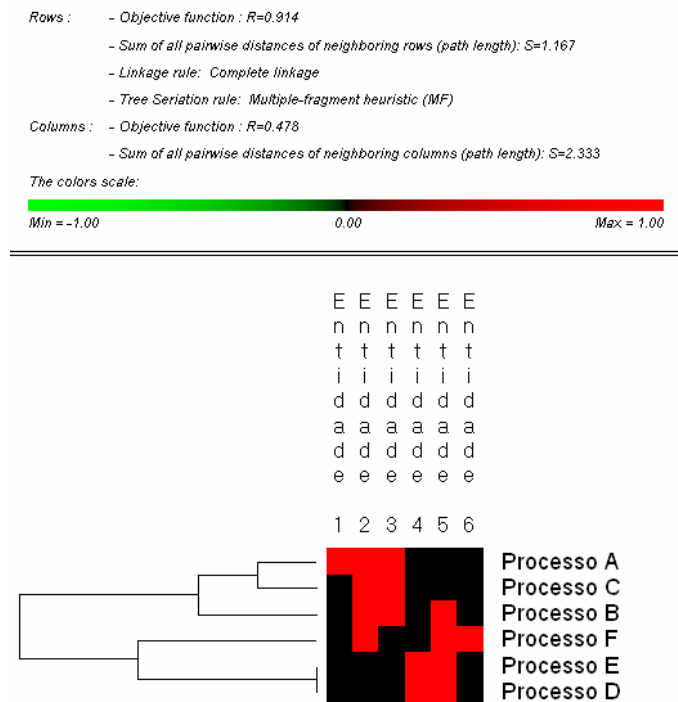
	Entidades					
	Entidade 1	Entidade 2	Entidade 3	Entidade 4	Entidade 5	Entidade 6
Processos						
Processo A	CRUD	R	R			
Processo B		CRUD	R		R	
Processo C		RUD	C			
Processo F		R			RU	C
Processo D				C	R	
Processo E				R	C	

Posição da tabela original usando a afinidade como guia

Posição final, com subsistemas marcardos

**Tabela 30. Organização em subsistemas baseado na Tabela 4**

Veja que essa solução não é tão elegante quanto a da Figura 138. Isso porque levamos em conta apenas as maiores afinidades. Para resolver isso, podemos usar a manipulação, ou um software de agrupamento. Usando o software open-source PermutMatrix (<http://www.lirmm.fr/~caraux/PermutMatrix/>) de agrupamento e visualização, obtemos os seguintes resultados:



**Figura 140. Resultado do agrupamento segundo o software PermutMatrix.**

Segundo esse resultado, nossa sistema teria:



- Com certeza E e D juntos em um subsistema.
- Com certeza A e C juntos em um subsistema.
- B pertence mais ao grupo de A e C que qualquer outra coisa.
- F pertence mais ao grupo de D e E do que qualquer outra coisa.

A conclusão, então, é que nossa solução original, feita pela manipulação, é a mais adequada. Mas isso só aconteceu facilmente porque o número de eventos e entidades era pequeno. No caso de um grande número de entidades e eventos é muito interessante usar um software de agrupamento para obter uma solução inicial que será a ótima matematicamente, mesmo que não seja a ideal em termos de negócio. A partir dessa solução, pode ser estudar uma solução melhor para o negócio.

### IX.11.5 Extensões da Matriz CRUD

É possível estender a Matriz CRUD para incluir outros conceitos. Uma idéia é transformá-la em uma Matriz CRUDL, onde L significa Listar (**L**ist). É claro que para listar precisamos ler, mas isso faz uma diferenciação entre consultas que retornam muitos registros (e que possivelmente retornam apenas parte desses registros) e consultas que retornam um registro inteiro.

Sulaiman<sup>84</sup> et al. propõe a criação, originalmente em modelos onde se está fazendo a análise reversa de uma aplicação em operação, da criação de Cubos CRUD, onde a dimensão adicional representa o tempo, ou seja, as células passam a ser vetores, indexados por intervalos de tempo ligados as fases do negócio.

#### Outros usos da Matriz CRUD

A Matriz CRUD, na verdade, pode ser utilizada em várias fases do projeto. Antes de termos um modelo de dados e uma lista de eventos, por exemplo, podemos construir tabelas CRUD a partir dos requisitos originais do projeto.

### IX.12 Descrição gráfica de um evento essencial

A descrição gráfica mais comum de uma lista de eventos essenciais é na forma de um Diagrama de Fluxos de Dados (DFD) particionado. DFDs são uma ferramenta de modelagem semelhante ao IDEF0, porém contendo não só funções e fluxos de dados, mas também depósitos de dados e agentes externos.

Apesar de ser uma notação muito usada como referência, e principalmente para discussões ou na forma de diagrama de contexto, DFDs estão praticamente abandonados na prática. Nesse livro, decidimos colocar os DFDs como apêndice, para caracterizar sua participação cada vez menor no mundo da análise.

A principal ferramenta de substituição ao DFD é certamente o Diagrama de Caso de Uso, que será visto no próximo capítulo.

<sup>84</sup> [www.cos.ufrj.br/publicacoes/reltec/es61603.pdf](http://www.cos.ufrj.br/publicacoes/reltec/es61603.pdf)

## **IX.13 Entendendo um Evento**

Para garantir que entendemos completamente um evento, devemos nos perguntar as sete perguntas do método 5W2H: Who, When, Where, What, Why, How, How Much.

- Who? Ou Quem?
  - Quem são os agentes externos?
  - Quem é o iniciador?
  - Quem é o transportador?
  - Existem outras pessoas ou sistemas envolvidos nesse evento?
  - Essa atividade precisa de mais agentes externos?
- When? Quando?
  - Quando ocorre essa atividade?
  - Alguma coisa precisa acontecer antes dessa atividade?
  - Alguma coisa deve acontecer depois dessa atividade?
  - Essa atividade está limitada no tempo por algum outro evento? Por exemplo, só podemos vender após a loja abrir e até a loja fechar.
  - Quando os dados (de entrada ou de saída) são necessários?
- Where? Onde?
  - Onde ocorre a atividade, em que setor ou departamento?
  - De onde vem o estímulo?
  - Para onde vai cada saída?
- What? O que?
  - O que deve ser feito pela atividade?
  - Que dados devem vir no evento externo?
  - Que saídas devem ser feitas?
  - Que dados são necessários?
- Why? Por que?
  - Porque o evento acontece?
  - Porque alguns dados são necessários?
- How? Como?
  - Como a atividade acontece detalhadamente?
  - Como são as saídas (relatórios) e entradas?
- How much? Qual o valor? Quanto custa?
  - Quanto custa implementar o evento?
  - Quanto custa o evento para a empresa cliente?
  - Quanto custa um erro na atividade que realiza o evento?
  - O Diagrama de Fluxo de Dados

## IX.14 O Dicionário de Eventos

Com o tempo, a Lista de Eventos é entendida para um dicionário de eventos, que descreve detalhadamente as características de cada evento.

Cada entrada no Dicionário de Eventos é composta de:

- **Identificador do evento**, um número único identificar do evento. Esse número é obrigatório.
- **Número de seqüência do evento no tempo**, se existe. Novamente um número, porém indicando a ordem do evento no tempo, se existir. O número é opcional. Vários eventos podem possuir a mesma ordem (pois aconteceriam no mesmo intervalo de tempo).
- **Nome do evento**, uma sentença que identifica o evento, de acordo com as regras análise essencial.
- **Descrição do evento**, uma descrição mais longa do evento, possivelmente contendo informações não essenciais (como a motivação do agente externo), porém que aumentam a compreensão do evento. É um resumo do que é o evento.
- **Classificação do evento** (externo (E/NE), temporal (R/A), Não-evento).
- **Iniciador**, o agente externo que envia o estímulo.
- **Transportador**, i.e., quem inserirá os dados no sistema
- **Dados presentes no estímulo**, descritos segundo alguma linguagem de dicionário de dados, como a descrita nesse texto.
- **Atividade**, descrição sucinta da atividade, por meio de alguma linguagem. Possivelmente uma descrição algorítmica em português estruturado ou como uma seqüência de passos. Uma solução interessante e descrever a atividade de acordo com suas pré-condições e pós-condições, possivelmente em uma linguagem formal como VDM ou Z.
- **Informação emitida na atividade, efeito da atividade no ambiente**, descrição de cada saída do sistema de acordo com uma linguagem de dicionário de dados ou equivalente.
- **Efeito da atividade no sistema**, descrição em linguagem natural ou em outra linguagem das modificações que ocorrem no estado global do sistema, ou com entidades específicas, com a execução da atividade. Efeitos colaterais das atividades são descritos aqui. Por exemplo: a atividade pode cadastrar um cliente na lista de clientes inadimplentes, um efeito seria “o cliente está proibido de realizar outros gastos na empresa”.
- **Tempo**, limites de tempo do evento, ligado aos eventos agendados, quando devem acontecer.
- **Lista de entidades utilizadas** (tiradas do modelo conceitual de dados), ou Matriz CRUD.

Esse texto é acompanhado de um software que permite a criação de um dicionário de eventos. Na figura a seguir apresentamos a tela para o dicionário.

**Dicionário de Eventos**

Identificador:  Sequência no Tempo:

Evento:

Descrição:

Temporal: ☐

Esperado: ☐

Não Evento: ☐

Iniciador:  Transportador:

Estímulo:

Resposta:

Atividade:

Efeito:

Tempo:

Record:  of 1

**Figura 141. Tela de um dicionário de eventos**

**Entidades utilizadas por Eventos**

Identificador:

Evento:

Entidades

Nome de Entidade	Cria	Lê	Altera	Apaga
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Record:  of 1

Record:  of 1

**Figura 142. Tela complementar, indicando as entidades (memórias) envolvidas em cada evento.**

## IX.15 Especificando Processos

O nome de cada processo, incluindo as atividades essenciais, é formado de um verbo no infinitivo e de um objeto direto, que indicam como o sistema responde ao evento.

Exemplos:

Evento	Atividade
Gerente solicita relatório de Vendas	Emitir Relatório de Vendas
Aluno solicita boletim	Emitir Boletim
Fornecedor entrega mercadoria	Receber mercadoria

**Tabela 31. Nomes de atividades para alguns eventos**

### **IX.15.1 Especificação do Tipo Caixa Preta**

A primeira especificação que devemos fazer de um processo ou atividade essencial deve enxergar esse processo ou atividade como uma caixa preta. Dessa forma, a descrição deve discutir apenas seus efeitos nas memórias e as entradas e saídas dos agentes externos.

Esta especificação inicial deve ser feita utilizando a linguagem do cliente. Por exemplo:

- Especificação do Processo “Cadastrar Cliente”:
  - Após conferir se o CGC é válido, deve registrar as informações passadas pelo cliente na memória “CLIENTE”.

### **IX.15.2 Especificação do Tipo Caixa Branca**

A especificação de processo, na modelagem essencial, é chamada de mini-especificação. Cada processo, e nisso se incluem as atividades essenciais, deve ser especificados por meio de uma mini-especificação ou refinado por meio de outro DFD.

Uma mini-especificação pode ser escrita em português estruturado, usando tabelas ou árvores de decisão. Qualquer que seja a linguagem escolhida, deve permitir o entendimento claro do que deve ser feito durante aquele processo. Por exemplo:

- Especificação do Processo “Cadastrar Cliente”:
  - Se CGC é Válido **Então**
  - Salvar Cliente.

### **IX.15.3 Mini-especificações**

Uma especificação de um processo (mini-especificação) tem como objetivo especificar “o que” o processo deve fazer (e não como). Uma especificação em português estruturado deve ser clara. Em geral, cada empresa ou projeto deve determinar como escrever sua mini-especificação.

### **Português Estruturado**

Algumas regras básicas:

- Toda a lógica deve ser expressa na forma de estruturas sequenciais, estruturas de decisão, estruturas de case, ou iterações.
- As palavras chaves devem ser destacadas (negrito ou letras maiúsculas).
- Identificar claramente os blocos de comando, mostrando sua hierarquia.
- Destaque as palavras ou frases definidas no dicionário de dados, para indicar que têm um significado específico (sublinhe ou itálico).
- Seja atento no uso das condições “ou”, “e”, “maior”, “maior ou igual”.
- Sintaticamente falando:
- Uma mini-especificação é composta de uma sequência de comandos.
- Um comando pode ser um comando estruturado ou um comando simples
- Um comando estruturado pode ser
  - Um bloco
  - Um comando se - então
  - Um comando se - então - senão
  - Um comando faça - caso
  - Um comando faça - enquanto
  - Um comando repita - até
  - Um comando para\_cada - faça
  - Outro comando acertado entre o grupo
- Um comando simples pode ser
  - Um comando de atribuição
  - Um comando de busca em memória
  - Um comando de escrita em memória
  - Um comando de leitura na interface
  - Um comando de escrita na interface
  - Outro comando acertado entre o grupo

O importante é manter a consistência. Veja o exemplo a seguir:

**PROCESSO** Preparar\_Segunda\_Via

**INÍCIO**

**LER** tipo\_pessoa

**SE** tipo\_pessoa="FISICA" **ENTÃO**

**INÍCIO**

**LER** cpf\_pessoa

**BUSCAR** quem **EM** Contribuinte **COM** quem.cpf=cpf\_pessoa

codigo\_cont := quem.codigo

**FIM**

**SENÃO**

**INÍCIO**

```

LER cgc_empresa
BUSCAR empresa EM Contribuinte COM empresa.cgc=cgc_empresa
codigo_cont := empresa.codigo

FIM
FIM_DO_SE
LER ano
BUSCAR iptu EM impostos COM iptu.ano=ano E iptu.codigo=codigo_cont
IMPRIMIR iptu
FIM

```

#### IX.15.4 O Diagrama de Transição de Estados

Um diagrama de transição de estados, ou simplesmente diagrama de estados, ou ainda DTE, é uma das abstrações mais gerais que temos para um sistema ou objeto. O objetivo de um DTE é descrever como um sistema ou objeto muda de estado em função de eventos que ocorrem no ambiente, e que respostas estão associadas a cada mudança de estado.

Diagramas de estados são compostos de dois símbolos básicos: estados (círculos ou caixas) e transições (setas). Os estados têm um nome ou um número, enquanto as transições são indicadas com um evento, que ativa a transição, e uma saída, provocada pela transição.

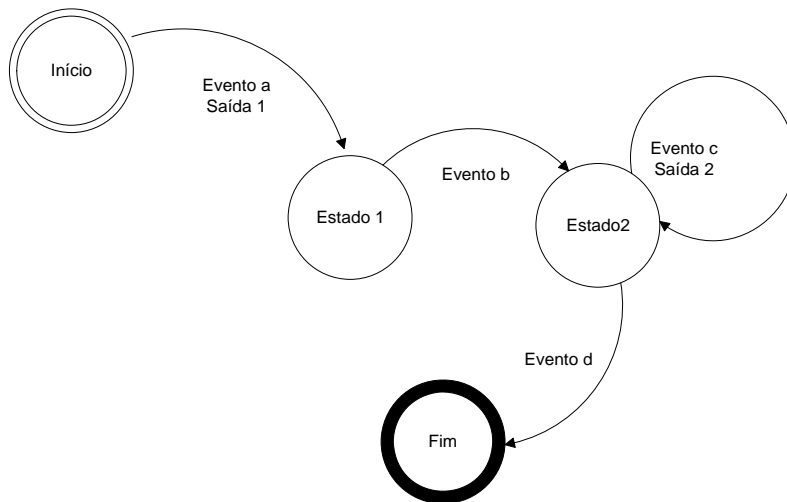
Apesar de sua simplicidade, DTEs são ferramentas muito poderosas para modelagem. Podem ser usados de diferentes formas na modelagem essencial: para descrever o funcionamento do sistema como um todo ou de parte dele, para descrever os estados possíveis de uma entidade. Mesmo uma mini-especificação pode, em alguns casos, ser mais bem representada por um diagrama de estados.

Yourdon [B43] sugere que as seguintes perguntas devem ser feitas para verificar um DTE:

- Todos os estados foram definidos?
- Todos os estados podem ser atingidos?
- Todos os estados têm uma saída?
- Em cada estado o sistema reage adequadamente a todos os eventos?

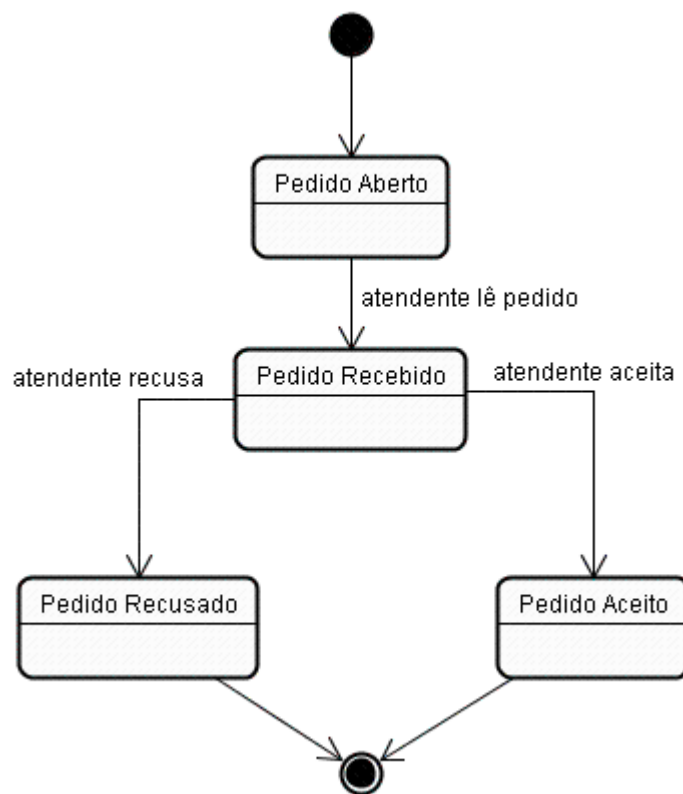
Existem no mercado diferentes ferramentas, gratuitas ou comerciais, de desenho e verificação de DTEs. Existem também outras formas similares de modelagem, como Redes de Petri e StateCharts.





**Figura 143. Um diagrama de estados simples**

Não existe uma notação padrão única para diagramas de estado, mas a notação utilizada na Figura 143, com símbolos especiais para os estados iniciais e finais, é compreendida por muitos. Outra notação possível é a de StateCharts de UML, como na figura a seguir:



**Figura 144. StateChart segundo o padrão UML**

Diagramas de estados podem ser representados por tabelas, como a seguir:

Estado Atual	Evento	Resposta	Próximo Estado
Início	Evento a	Saída 1	Estado 1
Estado 1	Evento b	-	Estado 2
Estado 2	Evento c	Saída 2	Estado 2
Estado 2	Evento d	-	Fim

**Tabela 32. Tabela representando o diagrama da Figura 143**

### IX.15.5 Tabelas de Decisão

Uma tabela de decisão descreve que ações devem ser tomadas quando uma série de fatos acontece. Uma tabela de decisão tem duas partes. Na primeira parte cada linha representa um fato. Na segunda parte, cada linha representa uma ação. As colunas significam combinações de fatos, determinados pelos valores: “verdadeiro”, “falso” e “não aplicável”.

<b>Eventos ou Fatos</b>	Livro Existe na Base	V	V	V	F	F	F
	Cliente Cadastrado	V	V	F	V	V	F
	Cliente deve dinheiro	V	F	NA	V	F	NA
<b>Respostas ou Ações</b>	Cadastra cliente			✓			✓
	Prepara pedido		✓	✓			
	Recusa pedido	✓			✓	✓	✓

**Tabela 33. Uma tabela de decisões**

### IX.15.6 Pré-condições e pós-condições

Baseadas em linguagens formais de especificação e implementadas em algumas linguagens, como Eiffel, pré-condições (e pós-condições) são declarações que devem ser verdade antes (e depois) do código ser executado.

Por exemplo, um cadastro poderia ser especificado (de forma bastante simplificada) como:

**pré**

input = (x,y,z) onde x ∈ Nome , y ∈ Endereço, z ∈ Telefone

**pós**

(x,y,z) ∈ Aluno

## IX.16 Dicionário de Dados

O Dicionário de Dados é uma definição formal e estruturada dos fluxos de dados, elementos de dados, memórias, entidades e relacionamentos [B34]. Funciona, para os dados um sistema sendo descrito, como um dicionário funciona para a língua que falamos.

Existem várias notações diferentes para construir dicionários de dados, mas todas são equivalentes. Nossa notação terá o seguinte formato básico:

*<termo definido> = <definição do termo>*

O DD deve conter a descrição de todos os fluxos e de todas as memórias (entidades) do sistema.

O termo definido é normalmente uma palavra, enquanto a definição do termo pode assumir várias formas:

- Combinação de outros termos (uso do +)

*<termo> + <termo> ...*

- Repetição de termos (uso das chaves, possivelmente com limites mínimos e máximos)

*{<termo>}*

*1:3{<termo>}*

- Termos opcionais (uso dos parênteses)

*(<termo>)*

- Uma escolha entre termos (uso dos colchetes)

*[<termo1> | <termo2> ...]*

- Valores possíveis (uso de aspas)

*“valor1”*

- Comentários (uso de asteriscos)

*\*um nome de pessoa\**

A seguinte definição é válida:

`comprador = nome + [cgc | cnpj] + endereço + 0:2{telefone} +  
(pessoa_de_contato)`

Significando que um comprador deve ser representado por um nome, um CGC ou CNPJ, o endereço, entre 0 e 2 telefones e, opcionalmente, uma pessoa de contato.

Itens simples serão descritos por um comentário. Quando o significado é óbvio, usa-se o comentário *\* dado elementar \**.

Também é comum usar o símbolo “@” para marcar os termos que compõe a chave de outro termo (equivalente a marcar chaves estrangeiras).

O dicionário de dados é uma ferramenta de documentação antiga, mas importante, principalmente quando a equipe de análise está aprendendo o vocabulário do cliente, porém pouco utilizada e, mesmo quando utilizada, normalmente não sofre manutenção, sendo na prática abandonada. Porém, atualmente, o uso de regras de negócio e modelos conceituais de dados incentiva o uso de técnicas que são equivalentes.

#### **Modelos de Yourdon**

Yourdon definiu dois modelos como objetivos do processo de análise, o modelo ambiental e o modelo comportamental.

O **Modelo Ambiental**<sup>85</sup> é composto de: Objetivos, Lista de Eventos e Diagrama de Contexto.

---

<sup>85</sup> O modelo ambiental foi definido por Yourdon[B43], sendo questão típica de concurso.

O **Modelo Comportamental**<sup>86</sup> é composto de: Diagrama de Contexto, Lista de Eventos, Declaração de Objetivos, DFD hierárquico completo, Mini-especificações para todos os processos que não forem expandidos em um DFD, Diagrama de Entidades e Relacionamentos completo, Conjunto completo de diagramas de transições de estado e Dicionário de dados completo.

## IX.17 Exercício

### IX.17.1 Rede Bobo de Televisão

O Núcleo de Novelas da Rede Bobo de Televisão contratou você para fazer um sistema para controlar suas novelas. O sistema deve permitir que um operador cadastre, em separado, novelas, atores e diretores. Os atores podem ser contratados ou horistas. Os atores e diretores só podem trabalhar em uma novela, mas uma novela pode ter vários atores e apenas um diretor.

Quando um ator passa a trabalhar em uma novela, isso deve ser registrado no sistema. Se ele for ator contratado, deve ser impresso um aviso para o departamento de pessoal, dizendo que ele está alocado na novela.

Quando um autor envia um capítulo (com resumo), o sistema deve cadastrar esse capítulo e produzir uma cópia para cada ator e diretor da novela.

Toda segunda feira, o sistema deve emitir cópias, para a imprensa, dos 6 resumos dos capítulos da semana.

No final do mês (dia 25), o sistema deve gerar, para a pagadoria, uma listagem dos atores horistas que devem ser pagos. Para isso, dia 15 deve ser enviado um formulário aos diretores, com o nome de todos os atores horistas associados à novela com um espaço para marcar. Os diretores devem devolver esses relatórios preenchidos, com o registro de horas trabalhadas por ator horista, que são registrados no sistema. Se dia 23 existir um diretor que não devolveu o relatório, deve ser enviada uma carta de notificação ao diretor.

Lista de Eventos<sup>87</sup>:

---

<sup>86</sup> O modelo comportamental foi definido por Yourdon [B43], sendo questão típica de concurso.

<sup>87</sup> Atenção para a forma como cada evento é descrito

- Operador Cadastra Diretor (custodial, externo, não agendado)
- Operador Cadastra Novela (custodial, externo, não agendado)
- Operador Cadastra Ator (custodial, externo, não agendado)
- Autor Envia Capítulo (composto, externo, não agendado, na prática deveria ser agendado, mas não é assim que foi descrito)
- É dia de enviar formulário (composto, temporal)
- Diretor envia formulário preenchido (composto, externo, agendado, tem um não evento)
- Diretor não enviou formulário preenchido até dia 23, enviar carta de notificação ao diretor. (fundamental, não evento).

## **IX.18 Modelos Adicionais**

### **IX.18.1 Finalizando a Análise**

Um dos trabalhos mais importantes e aborrecidos da fase de análise é manter todos os documentos consistentes. Isso fica mais difícil quando estamos usando métodos diferentes em ferramentas distintas.

Assim, se temos em uma mesma ferramenta CASE o diagrama de entidades e relacionamentos e todos os nossos eventos, é provável que seja possível nunca conseguir escrever uma especificação inconsistente ou pelo menos verificar se existe alguma inconsistência. Porém, se utilizamos mais de uma ferramenta CASE<sup>88</sup>, fica mais difícil manter essa consistência.

---

<sup>88</sup> Se não utilizamos ferramentas CASE estamos incorrendo em um erro grave.



# Capítulo X. Casos de Uso

---

*We succeed only as we identify in life, or in war, or in anything else, a single overriding objective, and make all other considerations bend to that one objective.*

*Dwight D. Eisenhower*

Ator
Casos de Uso
Cenários
Fluxo Principal
Fluxo Alternativo

## X.1 Conceituação

Um caso de uso é uma especificação, em forma de narrativa, de uma sequência de interações entre um sistema e os atores (agentes externos), que o usam. Casos de uso podem ser simples ou complexos, devendo descrever, em um nível de detalhe desejado, algo que um usuário ou cliente quer que o sistema faça. Eles descrevem e definem parte da funcionalidade de um sistema.

Casos de uso foram criados por Ivar Jacobson em 1986. Uma das melhores descrições de seu uso foi feita por Alistair Cockburn, no livro *Effective Use Cases*.

Um caso de uso bem escrito deve descrever, de forma completa, um processo executado pelo sistema, contando uma história de como o usuário tenta alcançar um objetivo específico ao usar o sistema. Na sua forma mais completa, um caso de uso apresenta vários cenários possíveis de sucesso ou falha na busca por esse objetivo.

Os casos de uso formam a especificação funcional de um sistema. Essa especificação é facilmente legível por usuários ou desenvolvedores, permitindo também sua validação e verificação. É importante notar que os diagramas de caso de uso têm um valor muito pequeno frente ao documento textual que é a descrição do caso de uso.

Um caso de uso deve:

- Descrever uma tarefa de negócio que serve a um único objetivo de negócio
- Não ser orientado a uma linguagem de programação
- Ter o nível de detalhe apropriado
- Ser curto o suficiente para ser implementado por um desenvolvedor de software em uma versão do produto
- Ser descrito do ponto de vista externo
- Ser consistente, tanto no nível de abstração quanto na escolha entre mostrar o sistema como caixa branca ou caixa preta.

## X.2 Ator

Um ator é uma entidade externa ao sistema com comportamento próprio. Os atores interagem com o sistema para alcançar seus objetivos. Em cada Caso de Uso, um ator é o ator principal, que visa um objetivo principal naquele caso de uso. Muitas vezes, o sistema invocará outros atores, que deverão cumprir suas responsabilidades para que o ator principal alcançar seu objetivo.

Os principais tipos de atores são:

- pessoas,
- organizações,
- equipamentos, e
- outros sistemas.

Um ator, nos diagramas de caso de uso, é representado por um “boneco de pauzinhos” sobre o nome que identifica o ator, como na figura a seguir.



**Figura 145. Representação de um ator em diagramas de caso de uso em UML.**



**Figura 146. Representações dos “candidato” e “entrevistador”**

Genericamente falando, o sistema sendo descrito também é um ator, que conversa com o ator principal e com os outros atores. Não é normal, porém, representá-lo dessa forma, pois como usamos o método para descrever como o sistema deve funcionar, preferimos representa-lo de forma diferenciada. Outro ator muitas vezes usado é o “tempo”, mas muitos autores não recomendam seu uso, deixando-o implícito na descrição.

Um usuário não é a mesma coisa que um ator. Um ator representa um papel dos usuários de um sistema. Tanto um ator pode representar um papel assumido por vários usuários, como o papel de Cliente em um banco, quanto um usuário (pessoa real) pode ser representado por vários atores, como no caso de um funcionário de uma Universidade que é simultaneamente aluno.

### X.2.1 Objetivos

Todo ator possui um ou mais objetivos ao usar o sistema. Cada objetivo define e dá nome a um caso de uso. Esse objetivo deve deixar bem claro o que o ator vai fazer ao usar o sistema, definindo de forma implícita o comportamento que ele espera do sistema.

Exemplos de objetivo são:



- Em um sistema bancário: depositar dinheiro em conta corrente, retirar dinheiro de conta corrente, pagar conta, transferir dinheiro para outra conta, requisitar cheques.
- Em um sistema de seleção de profissionais: enviar currículo, marcar entrevista, avaliar currículo, solicitar classificação dos candidatos.

### X.2.2 Cenários

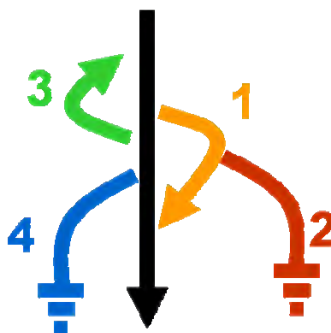
Um caso de uso pode acontecer de acordo com vários cenários. Cada cenário descreve como uma instância específica do caso de uso pode acontecer, ou seja, que seqüências específicas de interações entre o sistema e os atores.

Um desses cenários é o cenário principal, conhecido como “cenário principal” ou “cenário feliz” (*happy day scenario*), que narra como um ator alcança seu objetivo da forma mais fácil ou comum. O cenário principal é descrito de forma integral em todos os casos de uso.

Na maior parte das vezes, os casos de uso também possuem vários cenários alternativos, alguns que também levam ao objetivo desejado, outros que levam a versões parciais desse objetivo e ainda cenários de falhas, onde o objetivo não é alcançado. Todos esses cenários também são descritos nos casos de uso, porém normalmente de forma compactada, sendo mostrado apenas como eles diferem do caso de uso principal.

Os cenários diferem em funções de condições específicas que podem acontecer na execução de uma instância do caso de uso. Por exemplo, se o caso de uso descreve uma retirada de dinheiro de uma conta bancária, o cenário principal considera que existe saldo no banco, enquanto cenários alternativos podem considerar que não existe saldo suficiente ou que é tarde demais para retirar a quantia pedida<sup>89</sup>.

As figuras a seguir ilustram o conceito de um caso de uso contendo um caminho principal e quatro condições que podem alterar a execução de uma instância do caso de uso. As figuras mostram, de forma abstrata, possíveis caminhos que formam cenários de execução desse caso de uso. Podemos ver, na representação da figura, que alguns caminhos alternativos podem permitir ainda alternativas adicionais (o caminho 2 é uma alternativa do caminho 1), e que em uma mesma execução de um caso de uso vários caminhos podem ser seguidos (os caminhos 1 e 3, por exemplo).



**Fig. 147 Representação abstrata de um caso de uso mostrando um caminho principal e algumas condições e alternativas.**

<sup>89</sup> No Rio de Janeiro há um limite de retirada nos caixas automáticos a partir de certa hora da noite, por medida de segurança.

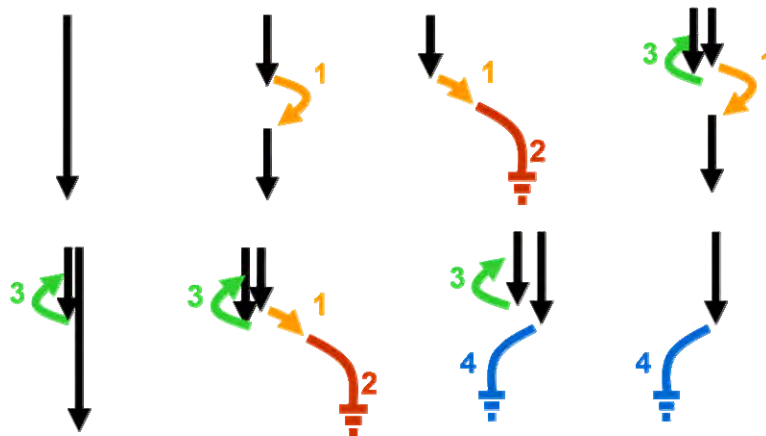
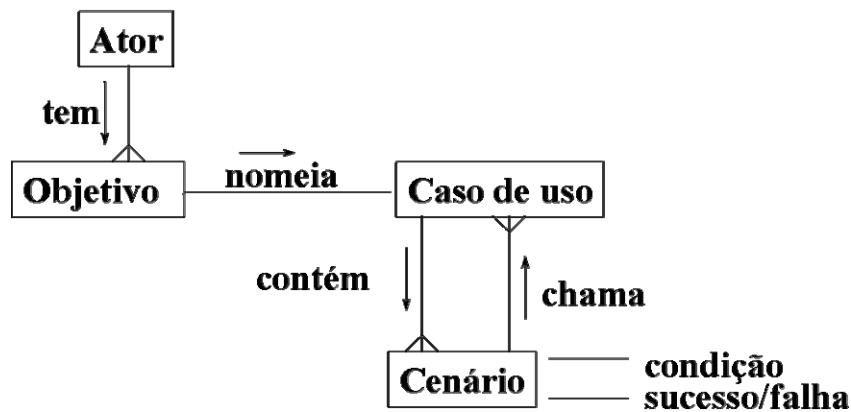


Fig. 148 Representação abstrata da execução de diferentes cenários possíveis no caso de uso da figura anterior.

Cenário 1	Fluxo Básico			
Cenário 2	Fluxo Básico	Fluxo Alternativo 1		
Cenário 3	Fluxo Básico	Fluxo Alternativo 1	Fluxo Alternativo 2	
Cenário 4	Fluxo Básico	Fluxo Alternativo 3		
Cenário 5	Fluxo Básico	Fluxo Alternativo 3	Fluxo Alternativo 1	
Cenário 6	Fluxo Básico	Fluxo Alternativo 3	Fluxo Alternativo 1	Fluxo Alternativo 2
Cenário 7	Fluxo Básico	Fluxo Alternativo 4		
Cenário 8	Fluxo Básico	Fluxo Alternativo 3	Fluxo Alternativo 4	

Fig. 149 Representação abstrata alternativa da execução de diferentes cenários possíveis.

Cenários, além do fluxo principal, podem representar variantes normais do fluxo principal, casos raros, exceções e erros. Dessa maneira, podemos compreender um caso de uso como a descrição de uma coleção de cenários de sucesso ou falha que descrevem um determinado processo do sistema com a finalidade de atender um objetivo do usuário.



**Fig. 150 Principais conceitos envolvidos em casos de uso, baseado em [1]**

### X.3 Formas de narrativa

A narrativa é a forma de básica de descrição dos cenários do caso de uso. A forma de narrativa apresenta várias vantagens sobre outras formas já utilizadas de modelagem de processos, como manter o contexto visível, eliminar dificuldades de compreensão para o usuário (causadas por linguagens técnicas com forte grau de abstração) e deixar claro qual o valor de cada função para os usuários.

Um caso de uso pode ser descrito, como um texto, de várias formas, porém podemos considerar que três dessas formas são as principais:

1. Descrição contínua
2. Descrição numerada
3. Descrição particionada

#### X.3.1 Descrição contínua

Na descrição contínua o caso de uso é descrito como um texto tradicional da língua corrente. Um exemplo simples pode ser visto na figura a seguir.

O Cliente chega ao caixa eletrônico e insere seu cartão. O Sistema requisita a senha ao Cliente. Após o Cliente fornecer sua senha e esta ser validade, o Sistema exibe as opções de operações possíveis. O Cliente opta por realizar um saque. Então o Sistema requisita o total a ser sacado. O Sistema fornece a quantia desejada e imprime o recibo para o Cliente

**Fig. 151 Um caso de uso descrito como uma narrativa**

A descrição contínua é bastante adequada para a fase inicial dos projetos, pois pode ser retirada diretamente de entrevistas e facilmente validada pelo usuário. Em fase mais avançadas apresenta problemas por se tornar muito confusa com a adição de detalhes e a falta de estrutura. Outro problema acontece quando forem criados os passos alternativos referente a cenários possíveis, que não terão como se referir ao ponto onde pode acontecer a diferença para o cenário principal.

### X.3.2 Descrição numerada

Na descrição numerada ou itemizada, a narrativa é feita na forma de passos simples numerados sequencialmente. Existem duas formas básicas de construir uma narrativa numerada. Na primeira forma, cada passo representa uma interação completa entre o ator e o sistema. Na segunda forma, cada passo representa uma ação simples do ator ou do sistema.

1. Cliente passa seu cartão no caixa eletrônico e o sistema apresenta solicitação de senha
2. Cliente digita senha e o sistema exibe menu de operações disponíveis
3. Cliente indica que deseja realizar um saque e o sistema requisita quantia a ser sacada
4. Cliente informa quantia a ser sacada e o sistema fornece dinheiro e recibo

**Fig. 152 Caso de uso descrito na forma de uma narração numerada onde cada passo é uma interação**

1. Cliente passa seu cartão no caixa eletrônico
2. Sistema apresenta solicitação de senha
3. Cliente digita senha
4. Sistema exibe menu de operações disponíveis
5. Cliente indica que deseja realizar um saque
6. Sistema requisita quantia a ser sacada
7. Cliente informa quantia a ser sacada
8. Sistema fornece dinheiro
9. Sistema imprime recibo

**Fig. 153 Caso de uso descrito na forma de uma narração numerada onde cada passo é uma ação**

### X.3.3 Descrição particionada

Na narrativa particionada o caso de uso é descrito em uma tabela, onde cada coluna representa um ator ou o sistema e cada linha representa uma ação.

**Tabela 34. Caso de uso descrito na forma de uma narração particionada**

<i>Cliente</i>	<i>Sistema</i>
Passa o cartão	Solicita senha
Digita senha	Exibe menu de opções disponíveis
Requisita quantia a ser sacada	Fornece dinheiro e recibo

## X.4 Tipos de detalhamento

Os casos de uso podem ser descritos em diversos níveis de detalhe, do mais abstrato e geral até detalhes passo a passo. De modo geral, podemos considerar três níveis de detalhes, adequados em fases diferentes do projeto:

**Breve**, onde usamos apenas uma frase ou parágrafo descrevendo o processo principal e típico.

**Casual**, onde descrevemos diferentes cenários, mas cada descrição é composta por apenas um parágrafo.

**Expandido**, todos os passos e variações são detalhadamente descritos, incluindo pré-condições e pós-condições de sucesso.

### X.4.1 Exemplo de caso de uso Breve

**Caso de uso:** Alugar Fitas

Um cliente solicita a locação de algumas fitas. Após identificar-se e identificar as fitas ele pode levá-las para casa, ciente do prazo de devolução e do valor a ser pago.

### X.4.2 Exemplo de caso de uso casual

**Caso de uso:** Alugar Fitas

Um cliente solicita a locação de algumas fitas. Após identificar-se e identificar as fitas, se não houver problemas no seu cadastro e se as fitas não estiverem reservadas para outro cliente, ele pode levá-las para casa, ciente do prazo de devolução e do valor a ser pago.

### X.4.3 Exemplo de caso de uso expandido

**Caso de Uso:** Alugar Fitas

**Fluxo Principal:**

1. O cliente chega ao balcão com as fitas que deseja alugar .
2. O cliente informa seu nome e entrega as fitas ao funcionário.
3. O funcionário registra o nome do cliente e inicia a locação.
4. O funcionário registra cada uma das fitas.
5. O funcionário finaliza a locação, devolve as fitas ao cliente e lhe informa a data de devolução e o valor total da locação.
6. O cliente vai embora com as fitas.

**Fluxos Alternativos:**

- 3a. O cliente não possui cadastro.
  - 3a.1 O cliente deve informar seus dados para cadastro.
  - 3a.2 O funcionário registra o cadastro.
  - 3a.3 Retorna ao fluxo principal no passo 3.

3b. O cliente possui pendências no cadastro (locação anterior não foi paga).

3b.1 O cliente paga seu débito.

3b.2 O funcionário registra a quitação do débito, eliminando assim a pendência.

3b.3 Retorna ao passo 3.

4a. Uma fita está reservada para outro cliente.

4a.1 O funcionário informa que a fita não está disponível para locação.

4a.2 Prossegue a locação do passo 4 sem incluir a fita reservada.

4b. Uma fita está danificada.

4b.1 O funcionário informa que a fita está danificada.

4b.2 O funcionário registra que a fita está danificada.

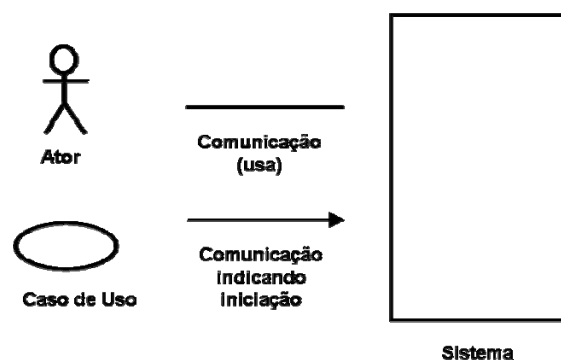
4b.2 O funcionário verifica se existe outra fita disponível com o mesmo filme.

4b.3 Se existir, o funcionário substitui a fita e segue no passo 4, senão segue do passo 4 sem incluir a fita danificada.

## X.5 Diagramas de Caso de Uso

Um diagrama de caso de uso representa de forma muito abstrata o fato de que um ator usa um caso de uso de um sistema. Seus principais componentes são atores e casos de uso. Atores são representados por “bonecos” e casos de uso por elipses.

Nas figuras a seguir exemplificamos os objetos básicos utilizados no desenho de um diagrama de caso de uso.



**Fig. 154 Artefatos gráficos usados na criação de um diagrama de casos de uso**

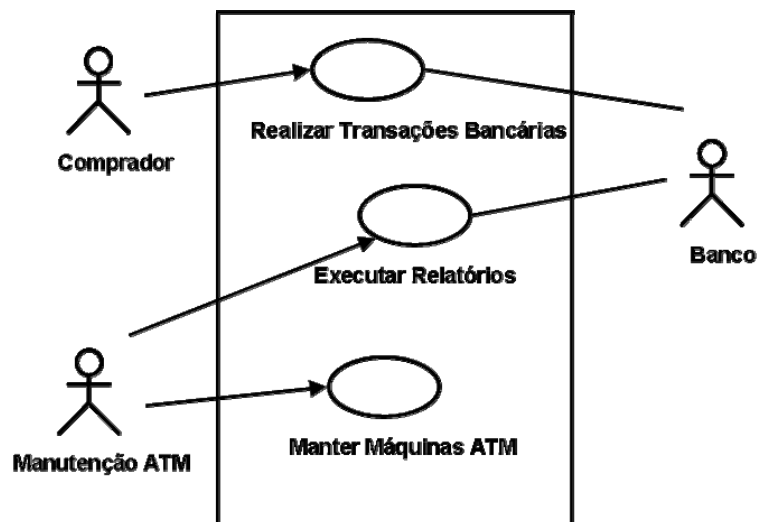


Fig. 155 Exemplo de um diagrama de caso de uso

## X.6 Relações entre casos de uso

Os objetos que compõem um diagrama de caso de uso podem se relacionar de diferentes formas., como descrito na figura a seguir.





de para		
	generalização	Se comunica com
	Se comunica com	<<include>> <<extend>> generalization

Fig. 156 Tipos de relacionamentos entre objetos do diagrama de casos de uso

### X.6.1 Generalização entre Atores

Muitas vezes diferentes atores tem características comuns. Se estas características comuns puderem ser descritas como uma relação de especialização/generalização, podemos representar isso diretamente em um diagrama de caso de uso por meio da relação de generalização (usando uma seta com ponta triangular e linha cheia).

Múltiplos atores podem ter papéis comuns ao interagir com um caso de uso. A relação de generalização pode ser usada para simplificar relações entre muitos atores e um caso de uso. Ela também mostra que uma instância de um ator especializado por fazer tudo que outro tipo de ator faz.

Um exemplo típico é o da existência, em uma organização, de funcionários e gerentes. Normalmente, tudo que um funcionário pode fazer um gerente também pode fazer, mas a recíproca não é verdadeira. Assim, é possível criar vários casos de uso para o ator “funcionário” e fazer o ator “gerente” herdar de “funcionário”, adicionando-se então os casos de uso exclusivos de gerente.

Também é possível usar a relação de generalização para criar atores abstratos, que representam um comportamento comum entre vários atores concreto. Um ator abstrato não existe na prática no mundo real, como o que é demonstrado no exemplo a seguir.

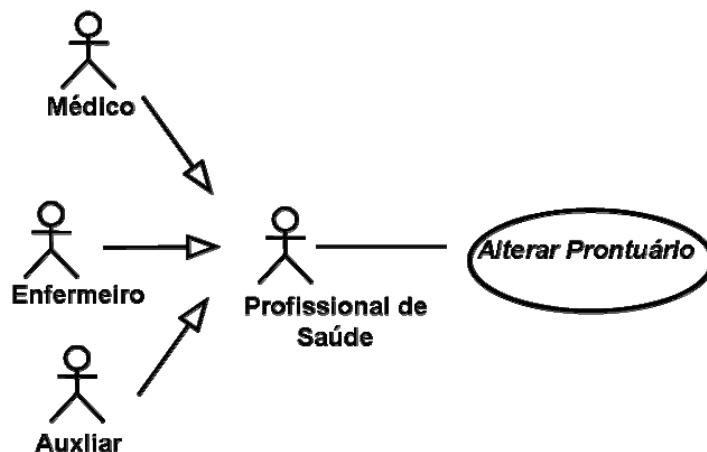


Fig. 157 Demonstração do relacionamento de herança sendo usado para descrever que vários atores (concretos) usam um caso de uso, criando um ator abstrato (Profissional de Saúde)

## X.6.2 Relações entre Casos de Uso

Casos de uso podem se relacionar de 3 formas:

- Pela inclusão de outro caso de uso,
- Pela extensão de outro caso de uso, e
- Pela generalização/especialização de outro caso de uso.

Em UML, esses relacionamentos são conhecidos como *include*, *extend*, e a generalização propriamente dita, sendo representados como na figura a seguir.

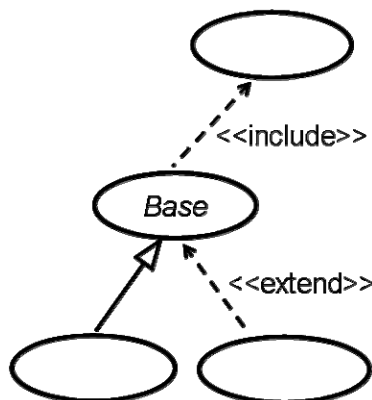


Fig. 158 Relacionamentos possíveis entre casos de uso: generalização, extensão e inclusão.



### X.6.3 Inclusão de Casos de Uso

O relacionamento de inclusão é o mais simples de se compreender, pois representa uma relação entre um caso de uso básico e um caso de uso incluído. Isso significa que caso de uso incluído é explicitamente inserido no caso de uso base, de forma semelhante a uma chamada de função.

O diagrama a seguir demonstra o uso da relação de inclusão.

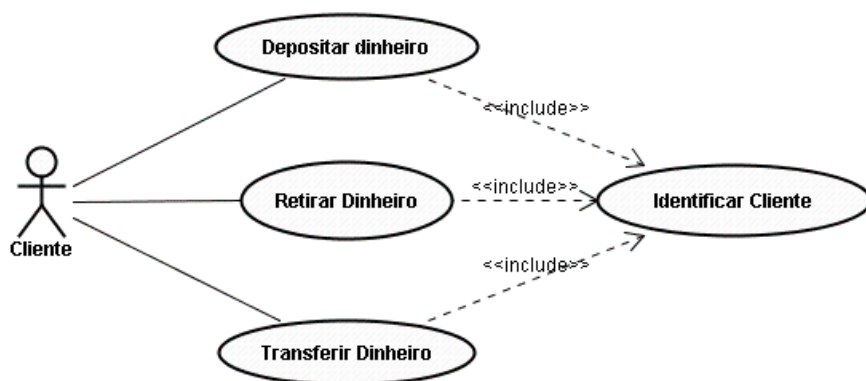


Fig. 159 Exemplo do uso do relacionamento de inclusão

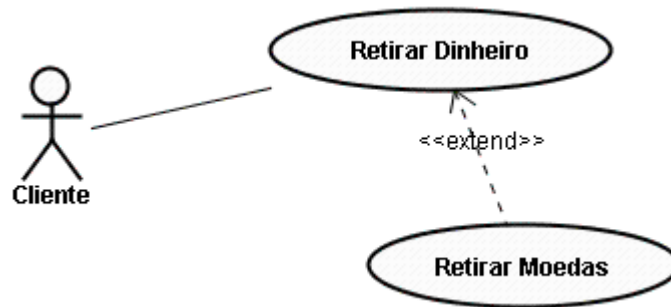
O relacionamento de inclusão é usado para fatorar um comportamento comum entre dois ou mais casos de uso. Ele evita que tenhamos que descrever o mesmo comportamento duas vezes dentro dos respectivos casos de uso, aumentando a consistência e permitindo o reuso.

Também é possível usar o relacionamento de inclusão apenas para fatorar e encapsular comportamento de um caso de uso base, de forma a simplificar fluxo complexo de eventos ou remover da parte principal do caso de uso um comportamento que não é parte do objetivo primário.

É importante entender que um caso de uso incluído é executado totalmente quando é chamado e, se não deve ser executado, a decisão é do caso de uso chamador. Alguns autores dizem que o caso de uso incluído é obrigatório, mas isso só é verdade dentro do fluxo onde ele ocorre.

### X.6.4 Extensão de Casos de Uso

A relação de extensão descreve que um caso de uso estende o comportamento e seu caso base, o que acontece apenas se uma condição de extensão for verdade. A relação de extensão é originária do uso de *patches* em sistemas que não podiam ter seus casos de uso originais alterados para aceitar novos comportamentos e pode ser compreendida como uma forma de *patch*, do mesmo jeito que a relação de inclusão pode ser compreendida como uma chamada de função. A figura a seguir apresenta um exemplo de relação de extensão em um caso de uso.



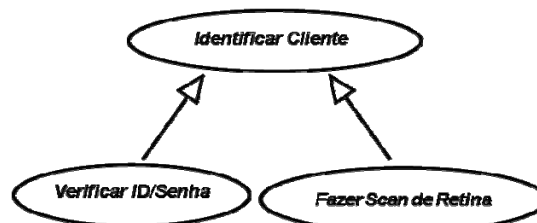
**Fig. 160 Exemplo de relacionamento de extensão**

A relação de extensão deve ser utilizada quando queremos fatorar de um caso de uso um comportamento excepcional ou opcional que é executado apenas em algumas condições específicas, de forma a simplificar o evento base. Também é usada para criar um comportamento adicional a um caso de uso já existente.

### **X.6.5 Generalização de Casos de Uso**

O relacionamento de generalização, como estamos habituados, descreve um comportamento geral compartilhado pelo caso de uso que herda (filho) com o seu parente. Ela descreve que o “filho” tem o mesmo comportamento geral do pai, porém com alguma diferenciação (especialização).

Esse relacionamento deve ser utilizado para mostrar comportamento, estrutura ou objetivos comuns entre diferentes casos de uso; para mostrar que os casos de uso “filhos” formam uma família de casos de uso com alguma similaridade; ou para assegurar que o comportamento comum se mantém consistente. A figura a seguir mostra um exemplo de herança.



**Fig. 161 Exemplo de um relacionamento de herança entre casos de uso**

Uma instância de caso de uso executando um caso especializado vai seguir o fluxo de eventos descritos pelo caso parente, inserindo comportamento adicional e modificando seu comportamento como definido no fluxo de eventos do caso especializado.

## **X.7 Tipos de Caso de Uso**

Um caso de uso pode ser concreto ou abstrato. Casos de uso concretos tem que ser completos e úteis, podendo ser instanciados, isto é, executados, diretamente. São casos de uso que “existem” na prática.

Casos de uso abstrato existem apenas para ajudar outros casos de uso, não precisam ser completos e nunca são instanciados. Se eliminarmos todos os casos de uso abstratos ainda teremos uma visão bastante precisa da funcionalidade do sistema.

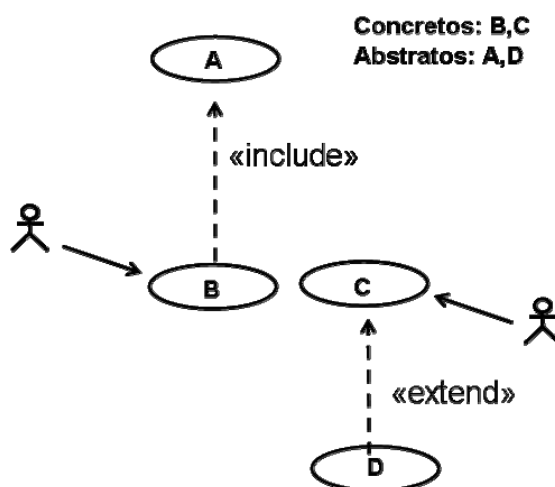


Fig. 162 Exemplo de casos de uso abstratos e concretos.

## X.8 Níveis de Abstração de Um Caso de Uso

Uma das formas mais interessantes de entender como desenvolver casos de uso é entender que eles podem ser descritos em diferentes níveis de abstração, desde um nível bastante abstrato até um nível detalhado em seus mínimos detalhes.



A idéia básica em torno desse conceito é que casos de uso de um nível mais abstrato explicam o porquê de um caso de uso de um nível mais baixo, enquanto o caso de uso de um nível mais baixo explica como o caso de uso do nível mais abstrato é realizado.

Podemos identificar cinco níveis de abstração para casos de uso:

- Sumário de alto nível
- Sumário
- Objetivo do Usuário
- Sub-Função
- Muito detalhado

Cada nível de abstração pode ser associado um ícone que o representa:

Nível	Ícone
Sumário de Alto Nível	
Sumário	
Objetivo do Usuário	






<i>Nível</i>	<i>Ícone</i>
Sub-Função	
Nível Muito Detalhado	

**Tabela 35. Ícones que representam o nível de abstração dos casos de uso, segundo [1]**

## X.9 Escopo de um Caso de Uso

Da mesma forma que definimos o nível de abstração de um caso de uso, podemos também definir o escopo do caso de uso em relação a organização ou sistema que ele descreve

- Organização, caixa preta
- Organização, caixa branca
- Sistema, caixa preta
- Sistema, caixa branca
- Componente

<i>Escopo</i>	<i>Ícone</i>
Organização, caixa preta	
Organização, caixa branca	
Sistema, caixa preta	
Sistema, caixa branca	
Componente	

**Tabela 36. Ícones que representam o escopo dos casos de uso, segundo [1]**

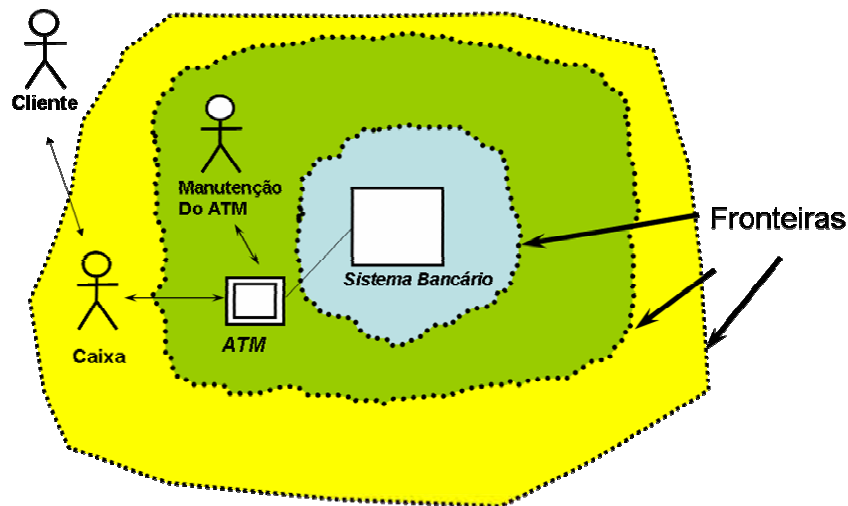


Fig. 163 Diferentes fronteiras de um sistema levam a diferentes escopos, segundo [1].

## X.10 Escopo x Abstração

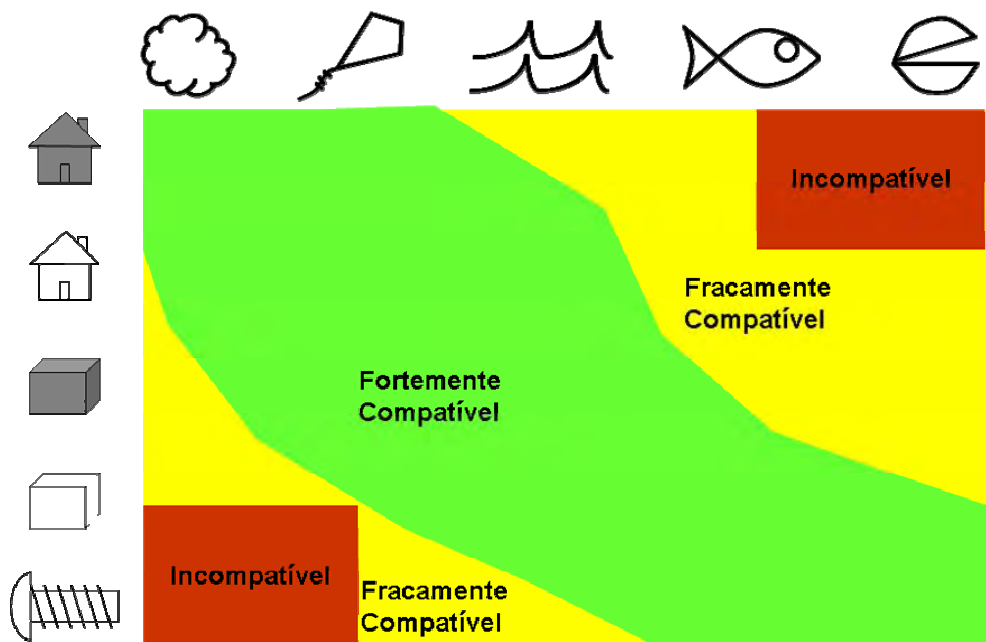
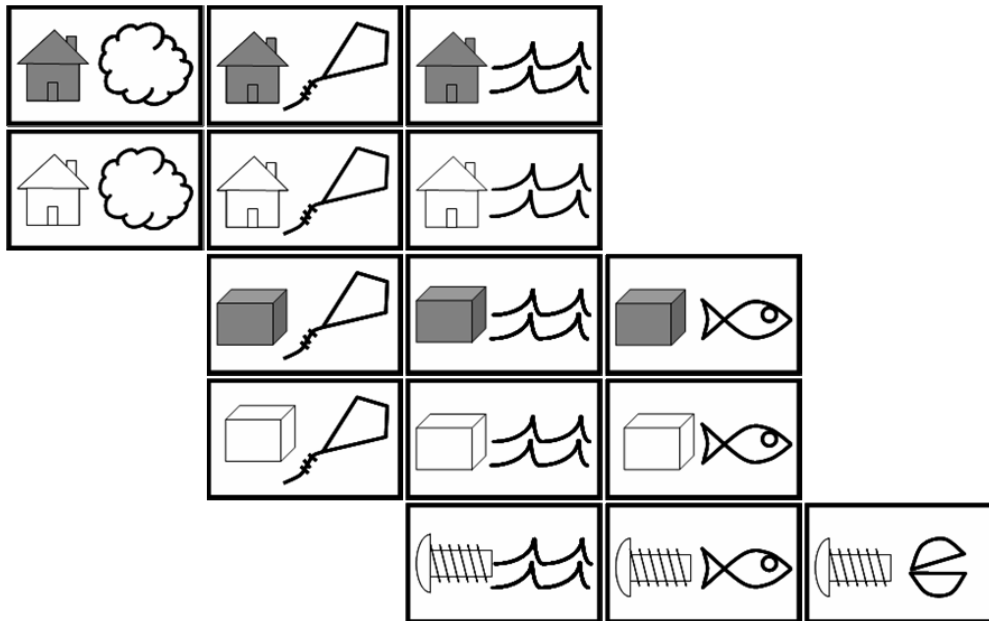


Fig. 164 Compatibilidade entre as combinações entre escopo e abstração de um caso de uso



**Fig. 165** Símbolos mais adequados a utilização, de acordo com a compatibilidade, na descrição de casos de uso

## **X.11 Partes de Um Caso de Uso**

### **X.11.1 Possíveis Seções para um Caso de Uso Expandido**

- Atores
- Interessados
- Pré-condições
- Pós-condições de sucesso
- Cenário principal de sucesso ou fluxo principal
- Extensões ou fluxos alternativos
- Requisitos Especiais
- Variações tecnológicas e de dados
- Frequência
- Questões em aberto

### **X.11.2 Atores**

São as classes de pessoas e sistemas externos que interagem com o sistema de alguma forma

### **X.11.3 Interessados - Stakeholders**

- A quem serve o caso de uso?
- Quem tira proveito de seus resultados?
- Muitas vezes não são apenas os atores

#### **X.11.4 Pré-condições**

- O que deveria ser sempre verdadeiro para que o caso de uso possa acontecer
- Pré-condições NÃO são testadas dentro do caso de uso.
- Elas são assumidas como verdadeiras antes do início dele.
- Devem comunicar APENAS questões dignas de nota, que constituam informação útil sobre o funcionamento do sistema

#### **X.11.5 Pós-Condições ou Garantias de Sucesso**

- Estabelecem o que deve ser verdadeiro APÓS o caso de uso.
- Todos os interessados devem ser satisfeitos

#### **X.11.6 O “Caminho Feliz” ou Fluxo Principal**

- Apresenta uma sequência de passos
- Normalmente NÃO tem condições ou ramificações
- Exceções são tratadas como sequências alternativas
- Os passos devem descrever trocas de informação (interação), validação ou mudança de estado.
- Tipos de Passos
  - Obrigatórios – Fluxo de informação
  - Complementares – Contextualização
  - Não-recomendados – Controle e execução (passos internos ao sistema)

#### **X.11.7 Extensões ou Fluxos Alternativos**

- Estão associadas aos passos do fluxo principal
- Identificam um erro, a forma de trata-lo e como retornar ao fluxo principal, se for possível
- Um fluxo alternativo tem pelo menos quatro partes
  - **Identificação** – o número da linha do fluxo principal onde a exceção ocorre e um identificador para a própria exceção na lista (por exemplo, 1a, 1b, ..., 2a, 2b, ...)
  - **Identificação da exceção** – é necessário identificar qual a exceção que ocorreu, pois em uma mesma linha do fluxo principal podem ocorrer diferentes tipos de exceções. Por exemplo, “fita danificada”, “fita reservada”, etc.
  - **Ações corretivas** – deve-se identificar a sequência de ações que deveriam ser executadas para corrigir a exceção.
  - **Finalização** - Se o caso de uso retorna ao fluxo principal depois das ações corretivas ou não.
- Finalização de uma exceção

- Voltar ao início do caso de uso, o que não é muito comum;
- Voltar ao início do passo que causou a exceção e executá-lo novamente, o que é mais comum.
- Depois das ações corretivas, ao invés de voltar para o mesmo passo, ir para o passo seguinte. Isso pode ser feito quando as ações corretivas realizam a operação que o passo deveria ter executado. Porém deve-se verificar se novas exceções não poderiam ainda ocorrer neste mesmo passo.
- Abortar o caso de uso. Neste caso, não se retorna ao fluxo principal.

#### **X.11.8      Requisitos Especiais**

- Requisitos não funcionais associados ao caso de uso, como
- eficiência desejada,
- tecnologia de implementação,
- etc.

#### **X.11.9      Variações Tecnológicas e de Dados**

- Se for o caso, indique as diferentes formas de realizar tecnologicamente os diferentes passos do caso de uso

#### **X.11.10     Questões em aberto**

- Tudo o que deve ser esclarecido posteriormente

### **X.12          Um BOM caso de uso...**

- Corresponde a um processo elementar da empresa
- NÃO é um passo único como “deletar um item” ou “imprimir um relatório”.
- NÃO leva dias ou múltiplas sessões, como “negociar um contrato”.
- É uma tarefa concluída em uma sessão e que produz um resultado mensurável deixando as informações em um estado consistente.

### **X.13          Como descobrir casos de uso?**

- Estabeleça o limite do sistema: o que está fora e o que está dentro?
- Descubra os atores (externos ao limite do sistema) que realizam os processo básicos
- Entreviste-os para descobrir mais informações sobre seus objetivos
- Possivelmente a cada objetivo corresponderá um caso de uso

O principal problema com casos de uso é o excesso de decomposição Funcional. Seus sintomas são:



- Casos de Uso pequenos
- Muitos Casos de Uso
- Dificuldade de entender o modelo
- Nomes com operações de baixo nível
  - Operação+objecto
  - Função+dados
  - Exemplo: Inserir Cartão

As ações corretivas que podem ser tomadas são:

- Busque um contexto mais amplo
  - Por que o sistema está sendo feito?
- Se coloque no papel do usuário
  - O que o usuário quer alcançar?
  - Que valor esse caso de uso adiciona?

## **X.14 Como fazer casos de uso**

1. Identifique os atores e seus objetivos
2. Para cada caso: escreva um caso simples
3. Para cada caso: escreva as condições de falha e extensões
4. Para cada condição de falha: descreva o que acontece até que volte ao normal ou acabe (em falha) – Resolva as falhas
5. Detalhe as variações de dados

### **X.14.1 Identifique os atores e seus objetivos**

- Quais computadores, subsistemas e pessoas vão dirigir o sistema
  - Um ator é qualquer coisa com comportamento
- O que cada ator precisa que o sistema faça
  - Cada necessidade mostra um gatilho do sistema
- Resultado
  - Lista de casos de uso
  - Visão geral do sistema
  - Lista pequena e usável das funções do sistema

### **X.14.2 2) Para cada caso: escreva um caso simples**

- O objetivo é alcançado
  - O cenário principal de sucesso
  - “caso do dia feliz”
  - Mais fácil de ler e entender

- Qualquer coisa a mais é uma complicação
- Capture a intenção e responsabilidade de cada ator, da ativação até alcançar o objetivo
- Diga que informação é passada entre atores
- Numere cada linha
- Resultado
  - Descrição legível das funções do sistema
- X.14.3      3) Escreva as condições de falha e extensões**
  - Normalmente, cada passo pode falhar
  - Anote cada condição de falha separadamente após o cenário principal de sucesso
  - Resultado:
    - Lista de cenários alternativos
- X.14.4      4) Resolva as falhas.**
  - Extensões recuperáveis voltam ao caso principal
  - Extensões não-recuperáveis falham
  - Cada cenário vai do gatilho ao fim
  - Extensões são apenas uma forma resumida de escrever
  - Pode escrever “se”
  - Pode escrever cenário do início ao fim
  - Resultado:
    - Casos de uso completos
- X.14.5      5) Detalhe as variações de dados**
  - Algumas extensões são muito “baixo nível” para fazer agora
  - Ex: Reembolse comprador
  - Como? Cheque, dinheiro, etc.?
  - Adie variações que podem ser tratadas por casos de uso de menor abstração
- X.14.6      Boas Perguntas**
  - Quais são as tarefas de um ator?
  - O ator precisa ser informador de certas ocorrências dentro do sistema?
  - O ator precisa informar o sistema de mudanças externas?
  - O sistema fornece ao negócio o comportamento adequado?
  - Todos os requisitos funcionais foram atendidos pelos casos de uso?
  - Que casos de uso vão suportar e manter o sistema?

- Que informação precisa ser modificada ou criada?

#### **X.14.7 Casos de Uso Especiais**

- Início e Parada do sistema
- Manutenção do sistema
- Manutenção da informação
- Normalmente aparece mais tarde
- Adicionar nova funcionalidade a sistema funcionando
- Sistemas que não podem parar
- Portar o sistema rodando para um novo ambiente
- Quando o ator é a organização desenvolvedora

#### **X.14.8 Comentários**

- O valor dos casos de falha é detectar situações anormais e manter a completude
- Todo cenário vai do início ao fim (sem “ses”), mas a descrição pode ser abreviada
- Os requisitos cobrem as falhas recuperáveis ou não
- Mas não são falhas do sistema interno, mas do ambiente
- O “cenário ideal” ajuda a descrever as falhas
- Um cenário pode se referir a objetivos de nível inferior
- Caso de uso subordinados
- Funções comuns
- Um caso de uso superior só se interessa se o caso de uso inferior alcança o sucesso ou falha
- Não analisa os detalhes
- Cada passo de um cenário é um sub-objetivo
- Esconde um sub caso de uso
- Pode ser tão profundo que não é descrito
- Cada sentença em cada nível é um objetivo

#### **X.14.9 Casos de uso NÃO**

- Mostram requisitos de interface
  - Colete por caso de uso
- Mostram requisitos de desempenho
  - Conecte-os ao caso de uso
- Coletam fórmulas, estados, cardinalidades
  - Capture separadamente

#### **X.14.10 O Processo de Escrita**

- Defina o escopo e as fronteiras
- Determine mudanças no contexto inicial criado com listas in/out
- Faça um brainstorm e liste os atores primários

#### **X.14.11 Priorizando Casos de Uso**

- Que casos de uso devem ser implementados?
- Associar os casos de uso aos requisitos originais
- Em que sequência devem ser implementados?
- Selecionar os casos de uso para iterações de arquitetura
- Que representem funcionalidade central significativa
- Que cubram grande parte da arquitetura
- Que forcem ou ilustrem um ponto específico e delicado da arquitetura
- Priorize os casos de uso/cenários para iterações futuras

### **X.15 Casos de Uso Essenciais e Reais**

- Casos de uso essenciais não levam em consideração a tecnologia
- Casos de Uso Reais levam tudo em consideração

#### **X.15.1 Aparência - Essencial**


1. Cliente fornece a sua identificação
2. Sistema identifica usuário
3. Sistema oferece operações disponíveis
4. Cliente solicita saque de uma determinada quantia
5. Sistema fornece a quantia desejada da conta do cliente
6. Cliente recebe dinheiro e recibo

#### **X.15.2 Aparência – Real**

1. Cliente passa seu cartão no caixa eletrônico
2. Sistema apresenta solicitação de senha
3. Cliente digita senha
4. Sistema exibe menu de operações disponíveis
5. Cliente indica que deseja realizar um saque
6. Sistema requisita quantia a ser sacada
7. Cliente informa quantia a ser sacada
8. Sistema solicita re-inserção do cartão
9. Cliente insere o cartão
10. Sistema fornece dinheiro

11. Cliente retira dinheiro
12. Sistema fornece recibo
13. Cliente retira recibo
14. Sistema libera cartão
15. Cliente recupera cartão

## X.16 Verbos para usar em casos de uso



### Verbos Informativos

• Analisar	• Notificar
• Descobrir	• Encontrar
• Buscar	• Consultar
• Identificar	• Requisitar
• Informar	• Selecionar
• Monitorar	• Especificar
	• Ver

12

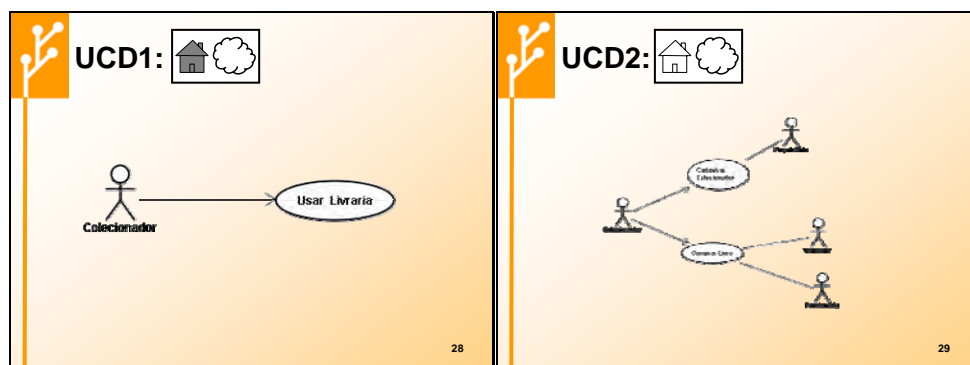



### Verbos Performativos

• Conseguir	• Questionar
• Permitir	• Fazer
• Arranjar	• Realizar
• Mudar	• Executar
• Classificar	• Providenciar
• Definir	• Preencher
• Entregar	• Solicitar
• Projetar	• Aprontar
• Garantir	• Preparar
• Estabelecer	• Especificar
• Alcançar	• Recuperar
• Avaliar	• Completar

13


## X.17 Uma solução para o Problema da Livraria



**UC1: Cliente usa Livraria** 


- Ator Principal: **Colecionador**
- Nível:
- Cenário Principal:
  - Colecionador solicita **Cadastro**
  - Colecionador compra **Livro**


22

**UC2: Comprar Livro** 

- Colecionador pede **Livro**
- **Livraria ABC** aprova **Pedido**
- Livraria ABC solicita **Livro** ao **Fornecedor**
- **Fornecedor** entrega **Encomenda**
- Livraria ABC atende **Colecionador**


23

**UC3: Pedir Livro** 

1. Colecionador envia um pedido
  1. Colecionador envia Fax
  2. Colecionador envia Carta
  3. Colecionador faz Ligação
2. **Vendedor** recebe o Pedido 
3. Vendedor envia estimativa ao Colecionador
4. Colecionador confirma **proposta**


**Aceita estimativa?**

24

**UC4: Receber Pedido** 


- Vendedor lista os Livros
- Vendedor investiga os **Preços**
- Vendedor envia proposta para **Funcionária**
- Funcionária aprova a Proposta
- Vendedor prepara a estimativa

25

**UC5: Preparar Estimativa** 

1. O Vendedor repete os seguintes passos
  1. O Vendedor indica um **Livro**
  2. O Sistema lista Livros do Catálogo Completo
  3. O Vendedor escolhe um Livro
  4. O Vendedor indica o preço do Livro
2. O Vendedor fecha a Estimativa
3. O Sistema imprime a Estimativa

26

**UC6: Preparar Estimativa** 

1. O Vendedor cria uma Estimativa
2. Os seguintes passos são repetidos
  1. O Sistema oferece a **tela de busca**
  2. O Vendedor indica um Livro
  3. O Sistema lista Livros do **Catálogo Completo**
  4. O Vendedor adiciona o Livro a Estimativa
  5. O Sistema apresenta **os dados básicos do Livro**
  6. O Vendedor indica o preço do Livro
3. O Vendedor fecha a Estimativa
4. O Sistema calcula os **valores totais e impostos**
5. O Sistema imprime a Estimativa

27

## Bibliography

- [1] A. Cockburn, *Writing Effective Use Cases* Addison Wesley, 2001.

## Capítulo XI. Modelo de Interface

---

Muitos autores consideram que a modelagem da interface com o usuário é uma ação característica da fase de projeto de um sistema. Porém, a prática de desenvolvimento de sistemas mostra que o usuário só tem uma verdadeira visão da funcionalidade do sistema quando pode ter alguma amostra do seu funcionamento. Sem essa visão, é muito difícil para o usuário validar uma análise. Em decorrência disso, é muito comum que um modelo de dados ou um modelo funcional desenvolvido e validado com o usuário contenha falhas. Isso acontece porque estes modelos são modelos abstratos criados em uma linguagem mais próxima e conhecida do desenvolvedor do que do cliente.

Este capítulo não fala profundamente sobre a questão de como deve ser uma interface com o usuário, apenas apresenta alguns métodos simples de modelagem para a mesma, com o intuito de fornecer aos interessados em um sistema uma visão do seu comportamento, funcionamento e aparência.

O leitor interessado nestas questões deve procurar textos próprios das seguintes áreas: Interação Homem-Computador (Human-Computer Interaction, HCI), Projeto centrado no usuário (user centered design), Interface com o Usuário (User-Interface, UI), Engenharia Cognitiva, Projeto Participativo (Participatory Design), Ergonomia, Avaliação de Interfaces com o Usuário e ainda outras. Uma boa dica é consultar o site <http://www.hcibib.org/>

### **XI.1 A Interação Homem Computador (IHC)**

Um sistema não é composto apenas pelo programa de computador, mas também por aqueles que se comunicam de programa, sejam eles humanos ou outros programas. Podemos mudar o projeto de um computador ou de um programa, mas não podemos mudar os seres humanos. Precisamos, então, compreendê-los melhor para poder desenhar interfaces melhores.

A interação homem computador corresponde a um ciclo, onde cada parte recebe informações, as processa e emite novas informações. Uma das partes é um ser humano, a outra é um computador. Cada uma possui características próprias para cada uma dessas atividades. No caso do processamento, por exemplo, computadores (bem programados) têm uma capacidade de cálculo inigualável pelo ser humano, enquanto seres humanos são capazes de proezas no reconhecimento de padrões.

Deve ficar claro que não estamos aqui nem humanizando o computador, nem vendo o homem como uma máquina. Apenas procuramos uma metáfora que nos permita entender melhor como se realiza a interface entre eles. Também não esquecemos que computadores foram programados por seres humanos. Uma das formas interessantes de ver a IHC é como um diálogo entre o desenvolvedor e o analista, porém não trataremos desse assunto aqui.



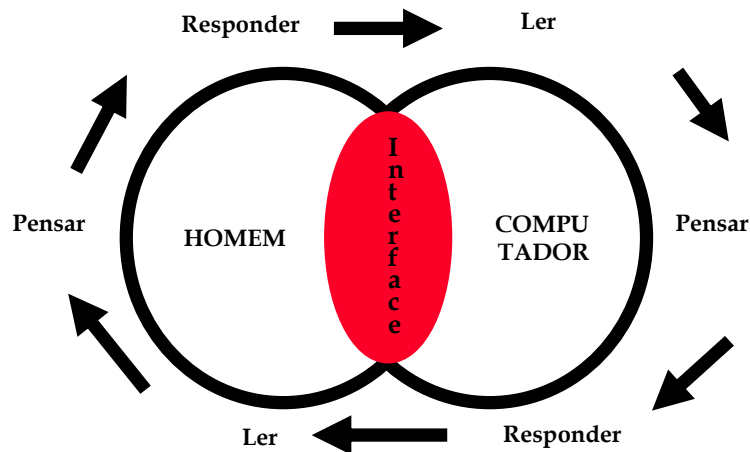


Figura 166. A Interação Homem Computador

### XI.1.1 Projetando a Interface com o Usuário

As escolhas feitas na modelagem de interface com o usuário são um problema ainda em aberto e que envolvem muitos fatores, sendo estudados por muitos autores nos campos de interação homem computador e projeto (design) de interface.

Entre os principais fatores envolvidos estão aqueles que envolvem aspectos humanos. A ciência cognitiva é uma das ferramentas utilizadas, pois estuda o conjunto de processos mentais relacionados ao pensamento, a percepção e a tarefas como reconhecimento e classificação. A ergonomia é outro fator importante.

Outros fatores importantes em projetos reais são as ferramentas disponíveis e o hábito e a cultura do usuário. Enquanto um projeto acadêmico, ou um web-site de propaganda, pode ousar muito na sua concepção de interface, projetos empresariais muitas vezes devem seguir padrões ou se adaptar a condições de uso que não são as ideais. Projetos internacionais ainda têm outros problemas, pois a variação de cultura de um local para o outro pode invalidar premissas do desenvolvedor. Como exemplo simples, enquanto as línguas como português e inglês são escritas da esquerda para direita, árabe e hebraico são escritas da direita para esquerda. Isso afeta toda uma forma de entender a interface com o usuário.

Dentro do fator humano e cognitivo, uma questão que sempre deve ser levada em conta é que o usuário faz um modelo mental do sistema, fazendo suposições sobre o que deve ocorrer em uma parte do sistema baseado no aprendizado que teve em outra parte do mesmo. Vamos dar um exemplo simples: se em uma parte do sistema ao tentar apagar um objeto o usuário tem a oportunidade de desistir ou voltar atrás, vai esperar que o mesmo aconteça em todo o sistema. Quando por algum motivo essa regra é quebrada o usuário fica surpreso, pois há uma quebra do seu modelo mental “apagar permite desistir ou voltar atrás”. Isso faz com que nossos modelos de interação com usuário busquem não só a consistência, mas também facilitar a criação do modelo mental do usuário por meio do uso de metáforas ou outras formas de indicação.

Cabe ao projetista da interface lidar com todas as características do ser humano, e também das infinitas variedades entre os seres humanos. O projetista tem um modelo mental que representa na imagem do sistema. O usuário vê essa imagem e gera um novo modelo mental. Os problemas das interfaces homem computador aparecem nas diferenças entre esses três modelos: o modelo mental do projetista, a imagem do sistema e o modelo mental do usuário[B44].

### **XI.1.2 Modelo Cognitivo**

Como vimos anteriormente, podemos fazer um modelo do ser humano (e do computador) dividindo suas atividades ao usar o computador em três tipos: percepção (responsável pela “leitura” de informações), atividades cognitivas (memória e processamento) e sistema motor (responsável pela “saída” de informações).

Uma característica importante de seres humanos é que eles podem ser modelados efetivamente como possuindo duas memórias: uma memória de curto prazo (MCP) e uma memória de longo prazo (MLP). A primeira é rápida e limitada, com pequena duração. A segunda é infinita, faz associações muito complexas e não tem acesso confiável. Além disso, o sistema cognitivo humano tem um processamento lento, apesar de ser poderoso em algumas atividades, como o reconhecimento de padrões visuais.

### **XI.1.3 As Ações dos Usuários**

Segundo Donald Norman[B44], para executar uma ação passamos por sete estágios:

23. Formar o objetivo, o que se deseja no sentido mais amplo (por exemplo, “matar a sede”).

24. A Execução, dividida em 3 passos:

- Formar a intenção, o que se fará (por exemplo, “beber água” ou “beber um suco”).
- Especificar a ação, (algo como “ir a geladeira, pegar uma garrafa de água, ir ao armário, pegar um copo, colocar água no copo e beber”)<sup>90</sup>.
- Executar a ação,

25. A Avaliação, dividida também em 3 passos

- Perceber o estado do mundo,
- Interpretar o estado do mundo e
- Avaliar o resultado (em relação aos objetivos originais).

Entender como um usuário constrói seu modelo mental também é entender como executará sua atividade. Fazendo perguntas específicas sobre como as fazes serão realizadas ou modeladas permite ao projetista alcançar um resultado mais adequado.

## **XI.2 Coletando Informações Sobre o Usuário**

Uma das mais importantes atribuições do analista ou *designer* ao projetar uma interface é conhecer seu usuário. Usuários diferentes têm demandas diferentes para um mesmo sistema.

Um modelo simplificado de usuários admite três tipos de usuários: um usuário que não conhece a aplicação e nem o sistema (novato), um usuário que conhece a

---

<sup>90</sup> O exemplo escolhido é bastante complicado e envolve sub-objetivos e sub-intenções, em uma atividade longa e composta.

aplicação e o sistema (experiente) e o usuário que conhece bem a aplicação, mas pouco o sistema (eventual). Normalmente um sistema tem que atender simultaneamente a todos esses tipos de usuário e ainda ajudar a transformar um usuário novato em experiente.

É necessário, então, coletar informações sobre os usuários do sistema. Isso pode ser feito por meio de formulários. Esses formulários devem levantar a formação do usuário, seu tempo no cargo e na empresa, sua experiência com computadores, Internet, outros sistemas da empresa ou sistemas semelhantes. Além disso, é interessante conhecer que atividades o usuário faz em seu trabalho e com que frequência (diária, semanal, mensal, raramente). Outras informações podem ser levantadas, como impossibilidades de usar uma ferramenta específica ou incapacidades físicas. Existem vários modelos de formulários que podem ser utilizados como referência na literatura e na Internet. A seguir apresentamos um exemplo muito simples.

Pergunta	Respostas				
Formação	Sem educação formal	1º grau	2º grau	3º grau	Pós-graduado
Tempo na empresa	Menos de 6 meses	Entre 6 meses e 1 ano	Entre 1 e 2 anos	Entre 2 e 5 anos	Mais de 5 anos
Tempo no cargo	Menos de 6 meses	Entre 6 meses e 1 ano	Entre 1 e 2 anos	Entre 2 e 5 anos	Mais de 5 anos
Tempo de uso de computador	Nunca usou	Menos de 6 meses	Entre 6 meses e 2 anos	Entre 2 e 5 anos	Mais de 5 anos
Tempo de uso da Internet	Nunca usou	Menos de 6 meses	Entre 6 meses e 2 anos	Entre 2 e 5 anos	Mais de 5 anos
<b>Liste suas tarefas no cargo</b>	<b>Indique a frequência de realização</b>				
	Diária	Semanal	Mensal	Rara	Outra ____
	Diária	Semanal	Mensal	Rara	Outra ____
	Diária	Semanal	Mensal	Rara	Outra ____
	Diária	Semanal	Mensal	Rara	Outra ____
	Diária	Semanal	Mensal	Rara	Outra ____
<b>Qualidade do ambiente de trabalho</b>					
Iluminação	Muito ruim	Ruim	Razoável	Boa	Ótima

Pergunta	Respostas				
Ruído	Muito alto	Alto	Aceitável	Pouco	Quase nenhum
Postura ao trabalhar	Muito ruim	Ruim	Aceitável	Boa	Ótima
Risco ao trabalhar (venenos, explosões...	Muito alto	Alto	Pouco	Baixo	Nenhum

## XI.3 Protótipos

Levando em conta a necessidade de mostrar algo menos abstrato do que modelos aos clientes, qualquer processo de desenvolvimento atual tem a tendência de acelerar a criação da interface com o usuário, que é representada pelas telas ou formulários com o qual o usuário interage e os relatórios e outras formas de aviso que recebe do sistema.

Um **protótipo** é uma implementação simplificada do sistema, podendo inclusive ser descartável, com diferentes finalidades, como validar um modelo de interface ou um modelo de funcionamento ou ainda um algoritmo. Normalmente protótipos são construídos utilizando a ferramenta em que o sistema está ou será desenvolvido (podendo servir inclusive para validar essa ferramenta) e apresentam algum comportamento, mesmo que simulado.

Um **mock-up** é uma representação da interface que não cumpre nenhuma finalidade a não ser demonstrar a uma proposta para a aparência final do sistema, sem a capacidade de simular seu comportamento (a não ser, possivelmente, a navegação entre telas). Um **mock-up** não precisa ser feito com uma ferramenta de programação, podendo ser feito com ferramentas de desenho, como os softwares Visio® ou SmartDraw®. Em computação, é normal usar o termo protótipo mesmo quando se trata de um mock-up.

Um **protótipo de baixa fidelidade** é um mock-up feito a mão da interface, basicamente um conjunto de desenhos, com a finalidade de demonstrar a aparência básica e simular, manualmente, o comportamento do sistema. Um **protótipo de alta fidelidade** é um mock-up feito de forma a se assemelhar ao software final, sendo normalmente construído na linguagem de desenvolvimento ou em uma ferramenta com resultados similares. Protótipos de alta fidelidade são executados pelo computador.

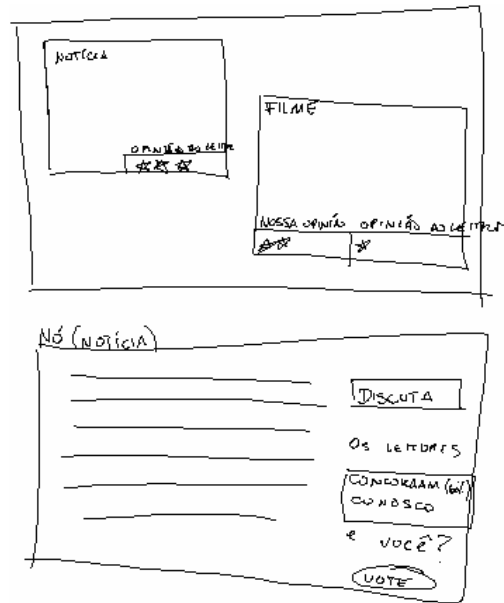


Figura 167. Um protótipo de baixa fidelidade

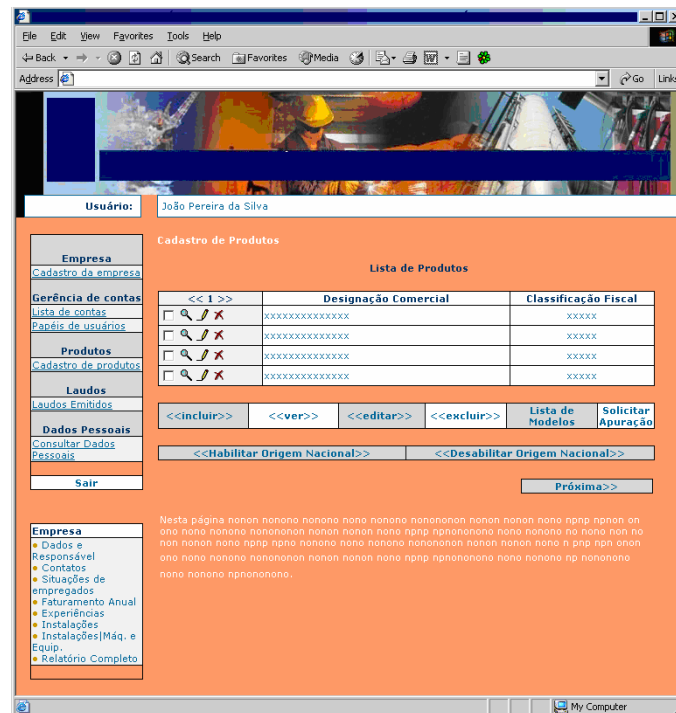


Figura 168 um protótipo de alta fidelidade, feito em HTML.

O uso de protótipos desde o início do desenvolvimento permite ao desenvolvedor experimentar diferentes abordagens e discuti-las com o usuário, obtendo feedback mais cedo durante o ciclo de desenvolvimento e também antecipando a indicação, pelo usuário, de erros de análise e projeto.

Segundo McConnell<sup>91</sup>, a prototipagem de interface com o usuário tem um bom potencial de redução do tempo do projeto, diminui o risco de insucesso e é um

<sup>91</sup> McConnell, Steve. Rapid Development: Taming Wild Software Schedules. Microsoft Press, Redmond, Washington, 1996

excelente fator para o sucesso a curto (primeira-vez) e longo prazo de um sistema. Os maiores riscos associados a essa técnica, ainda segundo McConnell, seriam a possibilidade de perder tempo fazendo melhorias de baixa importância no protótipo, além de outros riscos de qualidade historicamente associados aos protótipos, como a utilização no código final de código que foi criado para ser jogado fora, e conseqüentemente sem seguir regras e padrões de desenvolvimento.

O uso de protótipos pode ser um motivador para a participação dos usuários no sistema, diminuindo o antagonismo e aumentando a cooperação entre desenvolvedores e futuros usuários. A visão de um algo já realizado melhora a moral do projeto como um todo, porém pode trazer como risco a confiança demasiada e um otimismo exagerado em relação a prazos, como uma decepção proporcional a seguir.

Com certeza, protótipos facilitam em muito a validação de sistemas, principalmente de novos sistemas, onde há certo grau de exploração da solução mais adequada. Além disso, podem facilitar a encontrar funções desnecessárias ou funções esquecidas, principalmente com usuários já acostumados com sistemas semelhantes.

Protótipos podem ser criados de forma parcial. Por exemplo, se um sistema exige a manutenção (incluir, excluir e alterar) de várias entidades, como aluno, professor e funcionário em um sistema acadêmico, a prototipagem de uma dessas interações pode servir de forma de validação para todas as outras.

### **XI.3.1 Protótipos de Baixa Fidelidade & StoryBoarding**

A construção de protótipos de baixa fidelidade é algo que muitos fazemos sem nem mesmo nos darmos conta. Um protótipo de baixa fidelidade (PBF) é um desenho, provavelmente feito a mão, usado por uma pessoa para demonstrar o comportamento do sistema para outra pessoa. Esse tipo de protótipo é totalmente diferente do protótipo tradicional proposto normalmente e que inclui a construção de um software.

PBF podem ser desenhados em quadros negros, quadros brancos, sobre papel, sobre transparência, em “tablet PCs”, ou qualquer outra forma, incluindo a união das citadas. Podem ser feitos a mão livre ou com auxílio de réguas, gabaritos ou outros materiais de desenho. Pode ser preto e branco ou colorido. Podem usar materiais pré-desenhados, como *frames* de janelas, ou serem feitos a partir de colagens.

Poucos são as habilidades necessárias para desenhar um PBF. Seu custo também é baixo e o ciclo de interação com o usuário muito rápido. PBFs podem ser desenhados junto com o usuário, inclusive em uma reunião de JAD. Um dos efeitos psicológicos interessantes é que o usuário, não vendo uma implementação, fica mais disposto a propor mudanças, pois não vê nenhum custo ou esforço associado às mesmas, o que, na prática, é verdade.

A principal característica de PBF é que eles são explicados e “executados”, ou melhor, “encenados”, manualmente. Partes do protótipo podem ser desenhadas com detalhes, enquanto outras podem ser só indicadas. Alguns objetos podem ser cortados em um tamanho apropriado, como caixas mensagens e menus. A construção dessa encenação é semelhante à técnica de *storyboarding*<sup>92</sup> usada no cinema.

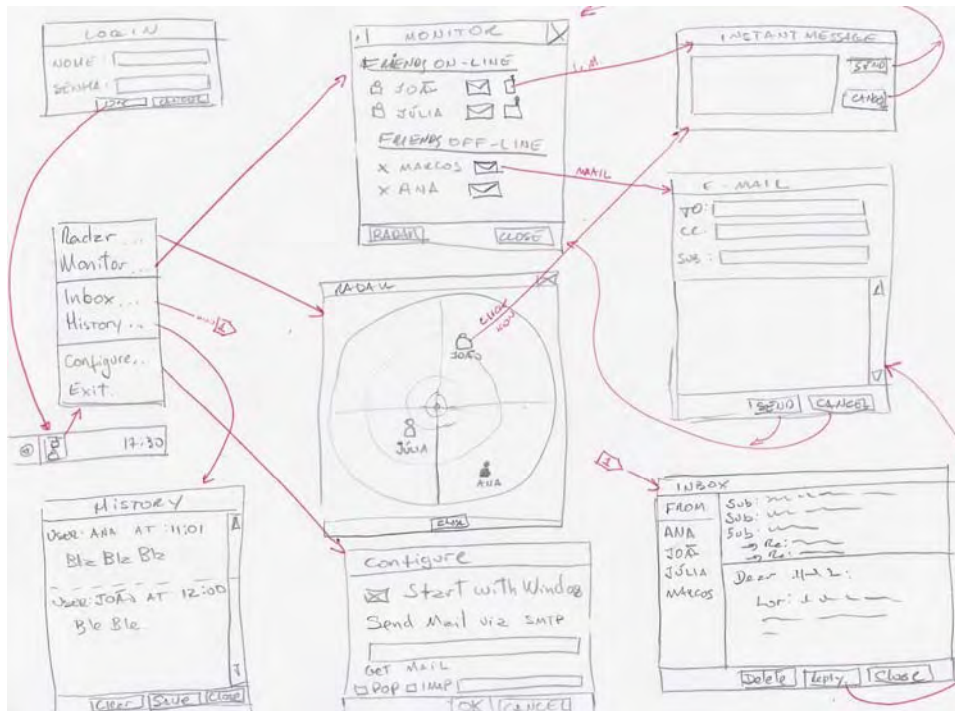
---

<sup>92</sup> Segundo a Wikipédia, um projeto de uma sequência de cenas cinematográficas muito utilizado na publicidade, animação e em cinema em geral. À primeira vista um storyboard parece uma história em quadrinhos. Apesar do storyboard não ser uma HQ propriamente dita, por não possuir balões nem se destinar à reprodução, preserva as características de divisão de ação em quadros.

Como o comportamento de um PBF é executado por uma pessoa, em uma estratégia conhecida como “Mágico de Oz”<sup>93</sup>, sua documentação não é tão simples. A partir da encenação do uso da interface é feita uma avaliação, que pode levar a necessidade de aceitá-la, melhorá-la ou até mesmo iniciar tudo do início.

**Figura 169. Um protótipo de baixa fidelidade de uma tela, indicando operações possíveis (em vermelho), com janelas adicionais feitas com bloco de notas.**

<sup>93</sup> Na história, uma pessoa manipula o “Mágico de Oz” atrás de uma cortina.



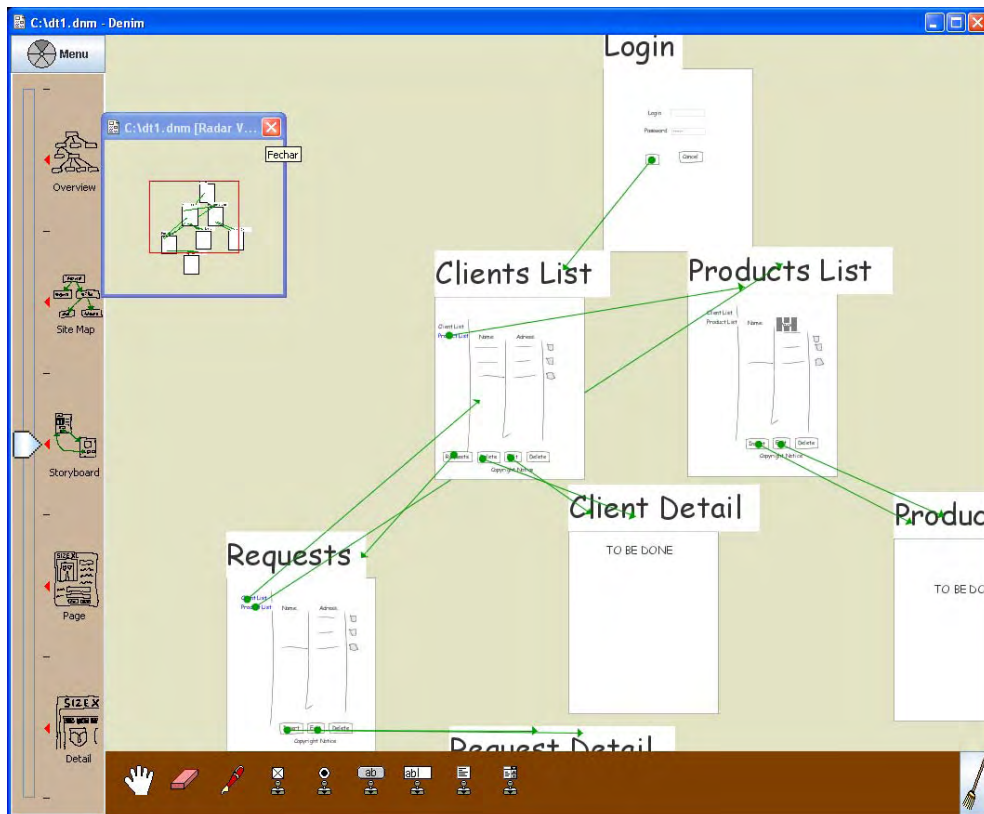
**Figura 170. Vários protótipos de baixa fidelidade em uma folha compondo um storyboard. Anotações coloridas podem ser usadas para indicar ações ou comentários.**

#### Softwares para prototipagem de baixa fidelidade

Com computadores se tornando presente em todos os ambientes, é possível pensar em construir protótipos de baixa fidelidade diretamente no computador e não apenas com papel. O software DENIM (<http://guir.cs.berkeley.edu/projects/denim/>) foi projetado para isso. Ele permite que um grupo de pessoas desenhe a interface a mão e associe algum comportamento que é executado pelo automaticamente. Na verdade, o software é mais adequado a ambientes que usam canetas (como um *tablet PC*) do que mouse.

Uma das vantagens de usar um software desse tipo é que ele pode executar a interface automaticamente. DENIM fornece essa possibilidade, por meio do comando Run. No futuro, DENIM deve permitir a identificação automática dos *widgets* mais comuns em ambientes de desenvolvimento.





**Figura 171.** O software DENIM, para desenho de protótipos de baixa fidelidade e construção de *storyboards* (Landay) – visão no nível storyboard.

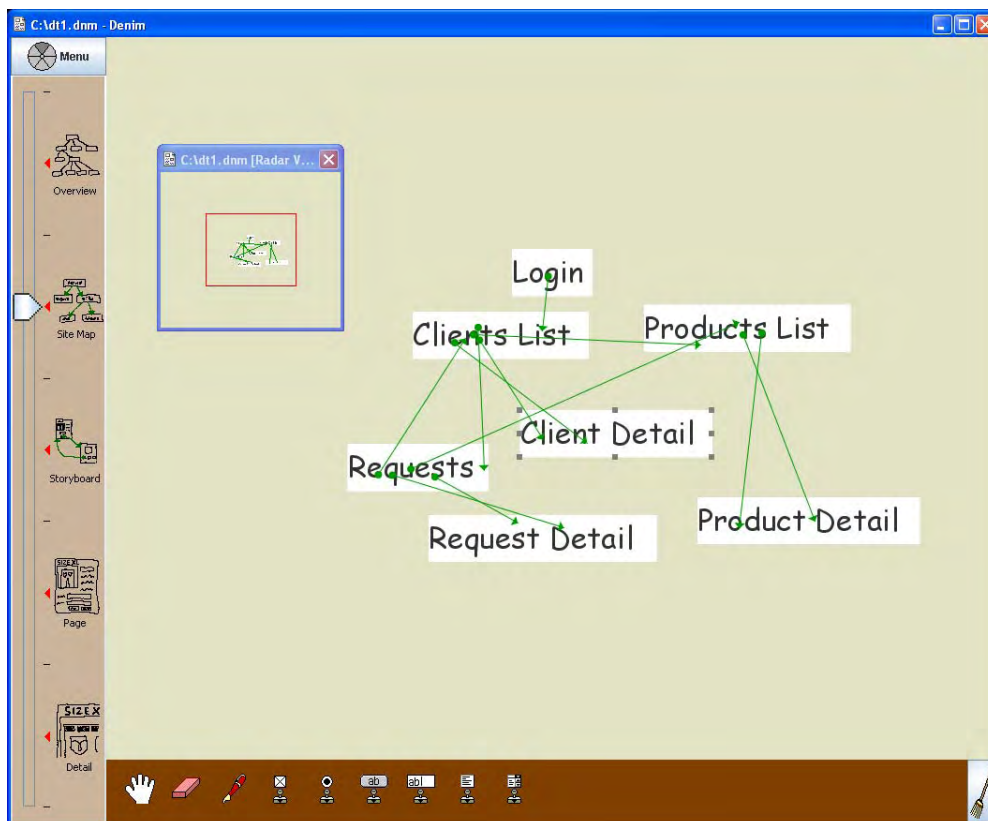


Figura 172. O software DENIM, para desenho de protótipos de baixa fidelidade e construção de *storyboards* (Landay) – visão no nível “Site Map”.

Figura 173. Uma página sendo executada em DENIM (Landay), gerada automaticamente a partir da especificação descrita nas imagens anteriores.

## **XI.4 Modelos de Navegação**

Modelos funcionais e de dados também não representam uma característica importante que é o comportamento esperado do sistema pelos usuários. Novamente, alguns autores defendem que essa modelagem deve ser feita na fase do projeto, e provavelmente ela realmente é deve ser detalhada nessa fase, porém a ausência dessa modelagem na fase de análise pode levar a graves erros de estimativa de custos, pois comportamentos distintos para alcançar a mesma funcionalidade podem ter custos de desenvolvimento muito diferenciados.

Por exemplo, imaginem um sistema cuja finalidade é registrar as multas de trânsito aplicadas por policiais e gerar alguns relatórios. A especificação funcional é simples, o principal evento é “policial envia auto de infração”. Porém isso pode ser recebido de várias formas: por meio de um digitador que lê o auto de infração, por meio da digitalização e reconhecimento de caracteres ou recebendo arquivos gerados por PDAs, como já acontece em algumas cidades. O custo de implementação de cada uma dessas formas é muito diferente, além do que um sistema pode exigir que todas essas formas sendo implementadas, o que aumenta ainda mais o custo.

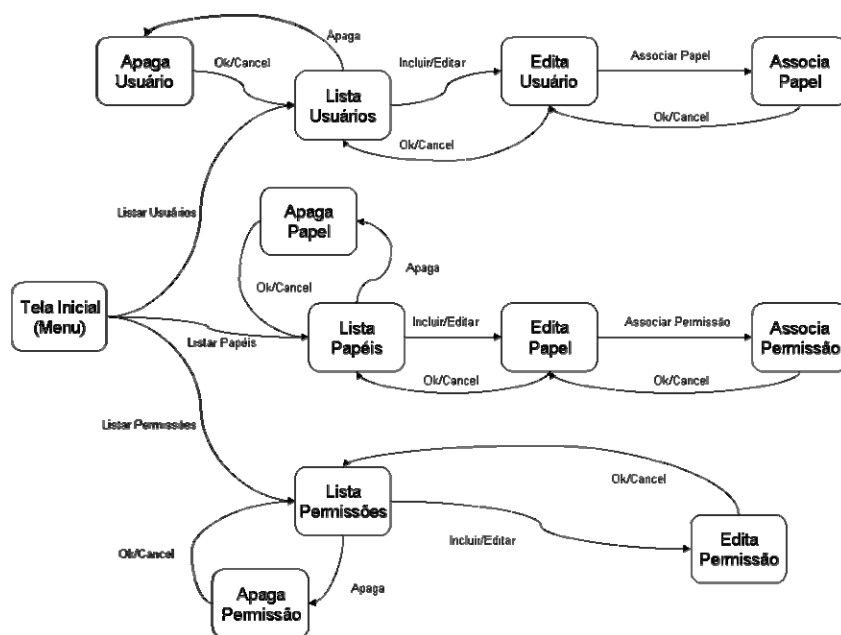
Por isso, é importante criar um modelo do comportamento do sistema ainda na análise, respondendo, de certa forma, como as funções serão executadas, mesmo que em um nível muito alto de abstração. Esse modelo pode ser muito simples, porém não existem ferramentas padronizadas para criá-lo, o que complica um pouco o seu desenho. A seguir veremos algumas propostas já utilizadas com diferentes graus de sucesso em sistemas distintos.

### **XI.4.1 O Diagrama de Navegação de Telas**

Esse é um diagrama muito simples, semelhante a um diagrama de transições estado, que mostra quais são as possíveis navegações entre as telas de um sistema. Vários autores sugerem notações similares.

O exemplo da figura a seguir utiliza algumas regras arbitrárias, que são comuns em modelos de navegação. Não se faz distinção entre a funcionalidade, apenas na navegação. Assim, por exemplo, de “Apaga Usuário” navegamos para “Lista Usuário” qualquer que seja a opção (“OK” ou “Cancel”). Nesse diagrama não indicamos a necessidade de selecionar elementos para apagar ou editar, o que pode ser feito em alguma outra notação. O importante aqui é ter uma idéia de quantas “telas abstratas” serão necessárias e ter uma noção do comportamento do sistema (isso porque o cadastro de um usuário, por exemplo, pode exigir várias telas, o que só seria visto no projeto). Outra coisa que podemos notar é que só está sendo considerado, nesse modelo, o comportamento normal. Outros modelos, ou um refinamento deste modelo, podem permitir a inclusão de telas de ajuda ou mensagens de erro, por exemplo.

Entre as vantagens de construir um diagrama de navegação estão a sua simplicidade e informalidade. Apesar de abstratos, podem ser usados em discussões com o usuário com certa facilidade. Além disso, servem também para dar aos desenvolvedores uma visão geral do comportamento do sistema.



**Figura 174.** Um diagrama de navegação de telas, feito com o software PowerPoint.

## Capítulo XII. Qual o Tamanho do Software

Como medir software?

Preço

Esforço

Tamanho

Medidas diretas

Medidas indiretas

Pontos de Função

COCOMO

### XII.1 Qual o tamanho do sistema?

Uma das perguntas mais frequentes em desenvolvimento do software é “qual o tamanho do sistema?” Essa pergunta pode vir sob várias formas:

- Qual o preço do sistema?
- Qual o custo do sistema?
- Qual o esforço para desenvolver o sistema?
- Quantas pessoas serão necessárias para fazer esse software?
- Em quanto tempo o sistema ficará pronto?
- Quantas linhas de código tem o sistema?
- Quantos pontos de função tem o sistema?
- Qual o tamanho do sistema?
- Que recursos são necessários para o sistema?

Nesse capítulo veremos como responder essas questões.

### XII.2 Preço e Custo

Quando queremos saber o preço ou o custo do sistema a preocupação é econômica. No nosso contexto vamos separar os conceitos de custo e preço: custo é quanto se gasta para desenvolver o sistema, preço é quanto se cobra pelo sistema. Apesar de existir uma relação entre preço e custo, cabe aos responsáveis pelo desenvolvimento prever, acompanhar e calcular o custo do sistema (incluindo muitas vezes não só o desenvolvimento, mas também o custo de implantação, operação e manutenção). O preço, porém, é determinado por uma relação comercial entre cliente e fornecedor<sup>94</sup>.

---

<sup>94</sup> Nessa relação o cliente tenta pagar o menor preço possível para o sistema e o fornecedor tenta cobrar o maior preço possível. Tanto fornecedores quanto clientes devem evitar fazer um acordo com risco de futuro “arrependimento”.

Fica claro então que a principal e primeira pergunta que o desenvolvedor deve fazer é “quanto o sistema custa para ser desenvolvido”. A partir desse valor, pode-se começar, se necessário, a pensar em um preço a ser cobrado.

Para sistemas de informação o **principal fator de custo é o gasto com pessoal**<sup>95</sup>. Assim, o custo do software é diretamente ligado à quantidade de pessoas envolvidas no seu desenvolvimento e ao tempo que elas dedicam a essa atividade.

## **XII.3 Esforço e Tempo de Desenvolvimento**

Tendo em vista que o principal fator de custo no desenvolvimento de software é o gasto com pessoal, uma das principais preocupações da Engenharia de Software é determinar qual será a quantidade de pessoas e o tempo por elas dedicado a um projeto. Para isso usamos o conceito de **Esforço** que representa a quantidade de trabalho realizado, medido em pessoa-mês<sup>96</sup>, ou seja, o trabalho feito por uma pessoa em um mês.

Assim, podemos dizer que um sistema precisa de 4 pessoas-mês para ser realizado, ou seja, que uma pessoa trabalhando 4 meses ou 4 pessoas trabalhando um mês. Acontece que sistemas de informação são um pouco como bebês: não podemos ter a gestação de um bebê com nove meses em um mês. Na verdade, Boehm achou uma relação entre o esforço necessário e o tempo necessário para fazer um sistema, e conseqüentemente o tamanho médio da equipe.

Obviamente, o que fazemos no início do projeto é tentar prever o esforço necessário para realizá-lo com sucesso, e conseqüentemente o tempo necessário para completá-lo. Essas previsões são mais ou menos acertadas de acordo com vários fatores, incluindo a maturidade da empresa, a disponibilidade de dados históricos, a experiência dos responsáveis pela predição e a capacidade intrínseca do modelo utilizado na predição.

Um dos principais modelos de predição do esforço necessário é o COCOMO II. Esse modelo, baseado em equações matemáticas derivadas a partir da análise estatística de casos reais é bastante completo. No COCOMO II, que apresentaremos de forma reduzida a seguir, o esforço é calculado a partir de uma previsão do tamanho do software.

## **XII.4 O Tamanho do Software**

Até agora descobrimos que para saber o preço de um software precisamos saber seu custo, e que para saber seu custo precisamos saber o esforço necessário para desenvolvê-lo. Finalmente chegamos à questão mais difícil: como prever o tamanho do software, de forma a determinar o esforço necessário?

A primeira questão a responder é como medir o tamanho do software. Vários autores já discutiram amplamente sobre essa questão. Atualmente duas formas são aceitas internacionalmente para essa medida: milhares de linhas de código fonte

---

<sup>95</sup> Outros custos adicionais comuns são equipamento e software. Mesmo quando já possuímos o equipamento e o software temos que nos lembrar de amortizar o seu custo original de alguma forma entre os vários projetos.

<sup>96</sup> Em sistemas menores a medida é pessoa-hora.

(KSLOCs, a partir do acrônimo em inglês – kilo source lines of code) e pontos de função (PFs ou FPs, do inglês). Ambos possuem defensores e detratores, vantagens e desvantagens mais óbvias ou mais sutis.

Uma linha de código, no contexto do COCOMO II, deve ser uma linha executável, ou uma declaração ou uma diretiva para o compilador, que não tenha sido gerada com um gerador automático e que tenha sido feita pela empresa. Linhas de código, obviamente, só podem ser contadas após a implementação do software.

Um ponto de função é uma medida abstrata que representa a funcionalidade entregue ao cliente, em função das interfaces do sistema com o usuário, com outros sistemas e ainda com a informação vista pelo cliente. Pontos de função são tratados detalhadamente em um capítulo posterior. Pontos de função podem ser contados a partir desde a especificação do sistema até sua implementação final.

Essas duas medidas podem ser convertidas uma na outra, por meio de estatísticas globais ou específicas da empresa.

A vantagem de KSLOC é que podemos simplesmente contá-las, a principal crítica é que medir produtividade ou custo por KSLOCs pode provocar distorções, pois bons programadores deveriam utilizar menos linhas de código para realizar uma função.

Pontos de função podem ser criticados por ser uma medida abstrata demais, porém permitem a comparação de sistemas de forma direta.

## XII.5 Uma visão reduzida do modelo COCOMO II

COCOMO (Constructive Cost Model) é um método de previsão de custos de software. Atualmente é possível conseguir gratuitamente um software COCOMO baseado em pontos de função, o que facilita o cálculo de custos de projeto de sistemas de informação.

A relação entre o tempo de desenvolvimento e o esforço necessário, que apresentamos em sua forma completa a seguir, é parte importante do modelo COCOMO<sup>97</sup>:

$$TDEV = [C \times (PM_{NS})^{(D+0.2 \times (E-B))}] \times \frac{SCED\%}{100}$$

**Equação 1. Tempo de Desenvolvimento calculado pelo modelo COCOMO**

Nessa fórmula  $PM_{NS}$  é a quantidade nominal de pessoas/mês<sup>98</sup>, SCED é a compressão necessária no tempo de desenvolvimento, B, C e D são constantes calibráveis e E é um coeficiente calculado a partir de fatores de escala<sup>99</sup>. O principal significado dessa fórmula pode ser associado ao fato que um projeto de desenvolvimento não pode ser comprimido, no tempo, além de certos limites.

<sup>97</sup> Atualmente em sua segunda versão (COCOMO II)

<sup>98</sup>  $PM_{NS}$  é um valor de pessoas-mês sem considerar esforços de tradução automática e ainda sem considerar efeitos da necessidade de acelerar o desenvolvimento

<sup>99</sup> Em inglês *scale drivers*, em uma tradução mais direta “impulsionadores” de escala.

Coloquialmente, dizemos que software, como um bebê em gestação, pode até ficar bem feito se apressarmos o processo, porém não adianta pegar nove mães para fazer um bebê em um mês.

$$E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^N SF_j$$

**Equação 2. Cálculo de E, a partir dos fatores de escala.**

Na fase inicial do projeto, os fatores de escala são 5 (N=5), e representam a precedência<sup>100</sup> do sistema (PREC), a flexibilidade do projeto (FLEX), o risco do projeto e a arquitetura<sup>101</sup> (RESL), a coesão da equipe (TEAM) e a maturidade do processo (PMAT). Cada um desses fatores de escala pode variar entre os conceitos “**Very Low**” (muito baixa), “**Low**” (baixa), “**Nominal**” (nominal ou média), “**High**” (alta), “**Very High**” (muito alta) e “**Extra High**” (extramamente alta). Originalmente, esses valores deveriam variar entre 5 (VL) e 0 (EH) , porém foram corrigidos estatisticamente. Em situação nominal para todos os casos, o valor de *E* seria a 1,06, porém o software COCOMO usa outros valores, calibrados, o valor de *E* acaba sendo 1,10.

Fatores de Escala	VL	L	N	H	VH	EH
<b>PREC</b>	Totalmente novo	Muito novo	Alguma novidade	Em geral familiar	Muito familiar	Totalmente familiar
<b>FLEX</b>	Rigoroso	Relaxamento ocasional	Algum relaxamento	Conformidade geral	Alguma conformidade	Objetivos gerais
<b>RESL</b>	Pouca (20%)	Alguma (40%)	Normalmente (60%)	Geralmente (75)	Majoritariamente (90%)	Totalmente (100%)
<b>TEAM</b>	Interações difíceis	Algumas dificuldades de interação	Basicamente cooperativo	Muito cooperativo	Altamente Cooperativos	Interação Perfeita
<b>PMAT</b>	Uma média ponderada das respostas SIM a uma avaliação CMM					

**Tabela 37. Classificação para os fatores de escala.**

<sup>100</sup> Ou seja, se a equipe já fez um sistema semelhante antes.

<sup>101</sup> Esses dois fatores estão realmente agregados em um só.



	VLO	LO	NOM	HI	VHI	XHI
PREC	6.20	4.96	3.72	2.48	1.24	0.00
FLEX	5.07	4.05	3.04	2.03	1.01	0.00
RESL	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00
TEAM	5.48	4.38	3.29	2.19	1.10	0.00
PMAT	7.80	6.24	4.68	3.12	1.56	0.00

**Figura 175. Valores dos parâmetros do tipo Fator de Escala, distribuídos com o software USC-COCOMO II.1999.0.**

Fica então a pergunta: como descobrir o esforço necessário. O modelo COCOMO II também nos fornece uma fórmula, desta vez baseada na quantidade de linhas de código previstas para o software.

$$PM = A \times \prod_{i=1}^{17} c_i \times \left( \left( 1 + \frac{BRAK}{100} \right) PM_{NS} \right)^E$$

**Equação 3. Equação para o cálculo de esforço, para código novo, baseado em uma constante A, no produto de multiplicadores de esforço ( $c_i$ ) no código jogado fora (BRAK) e nos fatores de escala (E). Um fator adicional pode ser usado para representar código adaptado.**

Para o contexto de exercícios, ficaremos com fórmulas simplificadas, capaz de atender plenamente os objetivos desse livro. Caso necessário, o leitor pode recorrer ao livro “Software Cost Estimation With COCOMO II” ou ao web site:

<http://sunset.usc.edu/research/COCOMOII/index.html>

$$TDEV = [3.67 \times (PM_{NS})^{0.32}]$$

**Equação 4. Equação simplificada que pode ser usada para ter uma previsão do tempo de desenvolvimento a partir do esforço necessário em pessoas-mês, baseada no modelo COCOMO II.**

$$PM = 2.94 \times MLDC^{1.1}$$

**Equação 5. Equação simplificada de cálculo do esforço, onde MLDC significa milhares de linhas de código.**

A	2.94
B	0.91
C	3.67
D	0.28

**Tabela 38. Valores atuais de A, B, C e D.**

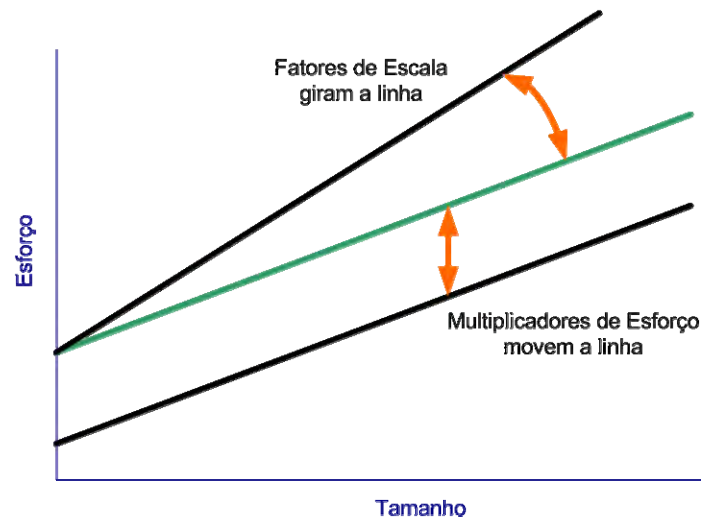


Figura 176. Efeito dos multiplicadores e dos fatores de escala no cálculo do esforço

### XII.5.1 Distribuição do Esforço

Uma questão importante na previsão do esforço a ser feito para o desenvolvimento de um software é como esse esforço será distribuído nas fases do processo de desenvolvimento. O COCOMO 81 tratava desse problema com certo detalhe que não foi continuado no COCOMO II em 2000. Os dados do COCOMO 81, porém, foram reaproveitados com as metodologias do COCOMO II.2000 para nos fornecer valores provisórios com que trabalhar.

Para um processo seguindo o modelo em Cascata, os seguintes resultados são esperados:

<i>Fase</i>	<i>Esforço %</i>	<i>Tempo %</i>
Planos e Requisitos	7 (2-15)	16-24 (2-30)
Projeto do Produto	17	24-28
Programação	64-52	56-40
Programação: Projeto Detalhado	27-23	
Programação: codificação e Teste de unidade	37-29	
Integração e Testes	19-31	20-32
<b>Transição</b>	12 (0-20)	12.5 (0-20)

Tabela 39 Divisão do esforço nas fases de desenvolvimento do software segundo Boehm

### XII.6 Análise de Pontos de Função

Uma das mais importantes informações que podemos ter sobre um produto de software é o esforço necessário para desenvolvê-lo. Usualmente definimos este esforço pela quantidade de homens/hora ou homens/mês necessários para desenvolver

o produto. A principal utilização desta informação tem como objetivo prever e acompanhar o esforço que será gasto no desenvolvimento de um produto de porte semelhante.

Porém, como saber qual o porte de um produto de software?

Para isso foram inventadas várias medidas, algumas delas arbitrárias, outras fáceis de medir. É comum que digamos o tamanho de um software pela quantidade de linhas de código, pelo número de horas gasto para desenvolvê-lo ou pelo custo final do mesmo.

Porém, até 1979 não tínhamos uma boa medida do tamanho do software em função da sua funcionalidade como vista pelo usuário. Apenas nessa data, Albrecht [B45] apresentou uma medida conhecida como Pontos de Função, cujo objetivo era servir como avaliador e preditor do tamanho de um sistema.

Um Ponto de Função (PF) é uma medida abstrata e relativa que conta “o número de funções de negócio entregues ao usuário”. Um relatório simples, por exemplo, pode medir “4 Pontos de Função”. Da mesma forma que um “metro” ou “um litro”, Pontos de Função só fazem sentido quando comparados com um padrão. Assim, um sistema com 1.000 PF entrega o dobro de funcionalidade de que um sistema com 500 PF. Com o tempo, aprendemos a ter uma idéia absoluta do tamanho de um sistema a partir da contagem de seus PFs.

A maneira padronizada de contar pontos de função é fornecida pelo International Function Points User Group (IFPUG), que fornece aos seus associados um manual contendo detalhes do que deve e do que não deve ser contado. Esse capítulo é apenas uma introdução ao método, descrevendo uma forma levemente simplificada da metodologia oficial, servindo para fazer cálculos aproximados do número de pontos de função de um sistema.

### **XII.6.1 Procedimento de Contagem**

O procedimento de contagem se inicia com a determinação do propósito da contagem, isto é, a explicitação do motivo da contagem estar sendo realizada. Normalmente esse propósito estará relacionado a fornecer uma resposta a um problema de negócio existente, como a contratação de um serviço.

A partir do propósito podemos determinar o tipo de contagem. São considerados três tipos de contagem:

- Projeto de Desenvolvimento: onde medimos as funcionalidades entregues ao usuário em uma versão onde o software é desenvolvido desde o início. Inclui as funcionalidades necessárias para a conversão de dados, mesmo que usadas uma única vez.
- Projeto de Melhoria: onde medimos as modificações que alteram, adicionam ou removem funcionalidades em uma aplicação existente. Inclui as funcionalidades necessárias para a conversão de dados, mesmo que usadas uma única vez.
- Aplicação: onde medimos uma aplicação já instalada. Também é chamada de “baseline” e é normalmente realizada no fim de um projeto de desenvolvimento e mantida atualizada nos projetos de melhoria.

O escopo da contagem define um conjunto ou um subconjunto do sistema, e permite dizer se uma funcionalidade deve ou não ser contada.

A fronteira da aplicação delimita o software medido, definindo sua interface com o mundo exterior. Ela servirá não só para considerarmos se uma função deve ou não ser contada, mas também para considerar se um arquivo lógico deve ser contado como interno ou externo a aplicação.

Definido o tipo de contagem, a fronteira e o escopo da contagem, que influenciarão a forma final de contagem, identificamos as funções de negócio como percebidas pelo usuário, dividindo-as em 5 grupos, agrupados em 2 tipos:

#### **XII.6.1.1 Funções Transacionais**

Um processo elementar é a menor atividade significativa para o usuário de forma indivisível. Isso significa que o usuário o vê como um processo único, completo e independente de outros, que se inicia com o sistema em um estado consistente e termina com o sistema em um estado consistente.

Um processo elementar será contado como uma de três possíveis formas de função transacional.

- **Saídas externas (SE ou EO)**, são informações de negócio que o usuário final pode receber, representando relatórios, telas e mensagens de erro como um todo e não em suas partes individuais;
- **Consultas externas (CE ou EQ)**, que são saídas simples e imediatas, sem alteração na base, usualmente caracterizáveis por chaves simples de consulta.
- **Entradas externas (EE ou EI)**, que são processos elementares que processam informações de negócio recebidas pelo sistema de fora da fronteira da aplicação e cuja finalidade principal é manter um Arquivo Lógico Interno .

#### **XII.6.1.2 Funções de Dados**

- **Arquivos lógicos internos (ALI ou ILF)**, que contém os dados permanentes, relevantes para o usuário e mantidos e utilizados pelo sistema. O sistema cria, altera e apaga esses dados.
- **Arquivos de interface externos (AIE ou EIF)**, que contém dados permanentes e relevantes para os usuários, guardados em algum lugar por outra aplicação, mas referenciados pela aplicação em questão. Outro sistema mantém esses dados.

O segundo passo é determinar a **complexidade** de cada função de negócio. A complexidade fornece um peso para cada função de negócio encontrada. O somatório do número de funções multiplicadas pelo seu peso fornece o **número básico de pontos de função**. Esse número é um indicador preliminar do tamanho do sistema.

Finalmente, no terceiro passo, o número básico de pontos de funções é corrigido em função de fatores que aumentam ou diminuem a complexidade do sistema.

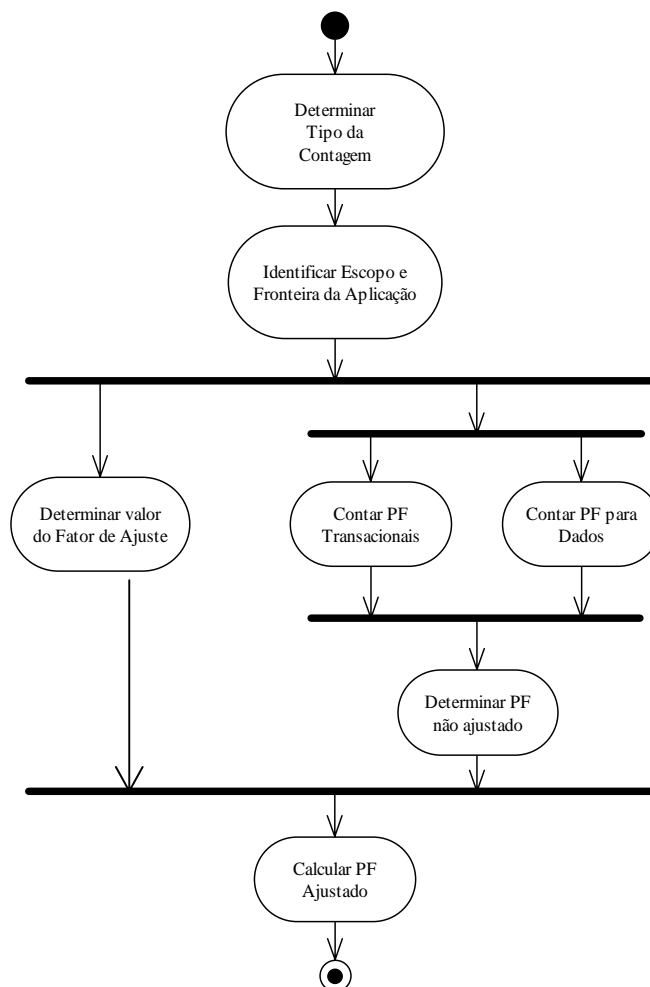


Figura 177. Procedimento de contagem dos pontos de função.

### XII.6.2 Identificando Funções de Negócio

Para identificar as funções de negócio devemos partir de algum documento que aponte as funções **aprovadas** e pelo usuário e **úteis** para o negócio. Não devem ser contadas funções necessárias por causa da tecnologia aplicada. Basicamente, só é cobrado o que o usuário pode ver e está disposto a pagar. Também é importante que as funções de negócio sejam cobradas **como o usuário as percebem**. Isto significa que não interessa se estamos usando um ou vinte arquivos para guardar uma informação, mas sim de quantas formas o usuário pode acessar essa informação.

Além disso, devemos identificar as funções seguindo certa ordem. A ordem é importante porque encontrar um tipo de função de negócio ajuda a encontrar as funções de outro tipo. Assim, em um sistema novo devemos usar a ordem: saídas, consultas, entradas, arquivos e interfaces. Por outro lado, em um sistema já existente devemos usar a ordem arquivos, interfaces, saídas, consultas e entradas.

Para serem contados as funções devem:

- Beneficiar claramente o usuário,
- Ser especificamente aprovado pelo usuário e
- Influenciar em algum grau mensurável o projeto, desenvolvimento, implementação e suporta à aplicação.

No manual da IFPUG podemos encontrar vários exemplos que nos permitem dirimir as dúvidas de como realizar a contagem. A técnica é simples, porém difícil de dominar.

### **Identificando Saídas**

Para contar as saídas é necessário contar todas as informações que o sistema gera para o ambiente de forma procedimental. Tipicamente, saídas são relatórios impressos, telas, janelas e arquivos gerados para outras aplicações.

Deve ser contadas como saídas distintas cada formato utilizado. Basicamente, se for necessário fazer outro procedimento para produzir a informação, contamos como uma saída distinta. Também contamos cada tipo de lógica utilizada para fazer gerar a informação. Assim, se um relatório de vendas contém as vendas por vendedor e por loja, contaremos como duas saídas, pois são necessários procedimentos lógicos distintos para calcular cada um desses valores. Linhas de sumário e total, porém, não são contadas como novas saídas.

Uma saída externa pode ter uma “parte de entrada”, para, por exemplo, selecionar os registros necessários em um relatório, usando alguns campos como filtro. Essa “parte entrada” **não** é contada a parte, já está considerada nessa contagem.

### **Identificando Consultas**

Consultas são, na prática, saídas simplificadas. Normalmente utilizadas para achar informações para modificá-las ou apagá-las. São sempre no monitor, não existe uma consulta em relatório de papel.

Uma consulta **não** pode calcular nenhum valor. Em caso de cálculo de qualquer valor, temos uma saída.

### **Identificando Entradas**

Entradas permitem adicionar, modificar e apagar informações. Se uma tela permite estas 3 funções, são contadas 3 entradas. Normalmente as funções de modificar e apagar ainda exigem consultas correspondentes para achar a informação que será alterada.

Um comando específico para o sistema executar algo é uma entrada.

Mensagens de erro que fazem parte de um processo não são contadas isoladamente, mas sim como um DET. Por exemplo, se você esquecer de colocar um campo obrigatório e receber uma mensagem de erro, não deve contar uma saída a mais, e sim essa mensagem como um DET da entrada ou consulta.

Mensagens de notificação, por outro lado, são processos elementares e devem ser contados como uma saída a parte. Por exemplo, ao tentar comprar um produto que não existe e receber uma mensagem com essa notificação foi feito um processamento, que é contado como uma saída externa adicional.

## **XII.6.3 Entendendo as Lógicas de Processamento**

A lógicas de processamento, ou formas de processamento lógico, são as características que uma transação tem de acordo com os requisitos solicitados especificamente pelo usuário.

A partir dessas lógicas de processamento podemos determinar, como indicado na Tabela 40, qual o tipo de função transacional que deve ser contado.

Forma de Processamento Lógico	Tipo de Função Transacional		
	E	E	E
Realiza validação dos dados	P	P	P
Realiza cálculos ou fórmulas matemáticas	P	O*	N
Converte valores equivalentes	P	P	P
Filtra dados e seleciona usando critérios específicos para comparar múltiplos conjuntos de dados	P	P	P
Analisa condições para determinar qual é aplicável	P	P	P
Altera ou inclui ao menos um ILF	O*	O*	N
Referencia ao menos um ILF ou EIF	P	P	O
Recupera dados ou informação de controle	P	P	O
Cria dados derivados	P	O*	N
Altera o comportamento do sistema	O*	O*	N
Prepara e apresenta informação fora das fronteiras do sistema	P	O	O
É capaz de aceitar dados ou informação de controle que entra pela fronteira da aplicação	O	P	P
Reordena ou reorganiza um conjunto de dados	P	P	P

**Tabela 40. Tipo de Função Transacional e lógica de processamento correspondente (P=possível, O=obrigatório, N = Não é permitido, O\* = obrigatório alternativo). Em especial, por obrigatório alternativo queremos dizer que uma das lógicas (linhas) deve estar presentes para caracterizar uma entrada externa ou saída externa (na coluna). EE = Entrada Externa, SE = Saída Externa, CE = Consulta Externa.**

#### XII.6.4 Identificando Arquivos Internos

Arquivos representam um grupamento lógico requerido pelo usuário. Podem incluir uma ou mais tabelas ou entidades.

Esse é uma das partes mais difíceis da contagem de pontos de função, pois devemos separar o que o usuário pensa do modelo que criamos. Nosso modelo muitas vezes usa vários grupos de dados, ou tabelas, ou entidades, para modelar algo que o usuário vê como um conceito único. Mesmo na modelagem conceitual, a tendência do analista é incluir entidades que o usuário não “vê” naturalmente.

Um Tipo de Elemento de Registro (RET, Record Element Type) é um subgrupo de elementos de dados dentro de um arquivo ou interface. Na prática, em um modelo de dados, um arquivo do usuário (ILF) é composto de um ou mais objetos do modelo.

Outra característica difícil de contar é que cada forma de acesso a um arquivo lógico conta novamente. Assim, por exemplo, se o usuário exige acessar um

automóvel tanto por sua placa quanto por seu número do chassi, temos 2 arquivos lógicos para contar.

Exemplos: Uma nota fiscal é um arquivo lógico, com dois RETs: dados da nota, item de nota.

### **XII.6.5 Identificando Arquivos Externos**

Arquivos Externos representam um grupamento lógico requerido pelo usuário. Podem incluir uma ou mais tabelas ou entidades.

Arquivos Externos são mantidos por outras aplicações. Arquivos importados contam também como Entrada Externa, arquivos exportados contam também como Consulta Externa ou Saída Externa.

#### **XII.6.5.1 Identificando Itens de Dados (DETs)**

Itens de dados ou elementos de dados (DETs) campos únicos, reconhecidos pelos usuários, desconsiderando-se recursão e repetição. DETs também podem invocar ações. Exemplos de DETs são:

Em Entradas externas

- campos de entrada de dados
- mensagens de erro
- valores calculados que são guardados
- botões
- mensagens de confirmação
- campos repetidos contam apenas como um DET

Em Saídas Externas

- Campos em relatório
- Valores calculados
- Mensagens de erro
- Cabeçalhos de coluna que são gerados dinamicamente em um relatório
- Em Consultas Externas (além dos anteriores que se enquadrem)
- Campos usados em filtros de procura
- O clique do mouse

Em GUIs, botões onde só se pode fazer uma seleção entre muitas (normalmente *radio buttons*) devem ser contados como um DET apenas. Já *check boxes* são normalmente contadas uma a uma. Botões de comando devem ser contados como um elemento de dados levando em conta o fato de executarem uma função.

### **XII.6.6 Determinando a Complexidade**

Para todos os tipos de função de negócios, é importante determinar o número de itens de dados referenciados.

Para saídas, consultas e entradas, nós devemos contar o número de arquivos acessados.



Para arquivos e interfaces, devemos contar o número de RETs e o número de campos de dados do arquivo.

Saídas	Itens de dados referenciados		
• Arquivos Referenciados	1-5	6-19	20+
• 0 –1	Simples (4)	Simples (4)	Média (5)
• 2-3	Simples(4)	Média(5)	Complexa(7)
• 4+	Média (5)	Complexa (7)	Complexa (7)

**Tabela 41. Cálculo da complexidade de saídas externas**

Entradas	Itens de dados referenciados		
Arquivos Referenciados	1-4	5-15	16+
0 –1	Simples (3)	Simples (3)	Média (4)
2	Simples (3)	Média (4)	Complexa (6)
3+	Média (4)	Complexa (6)	Complexa (6)

**Tabela 42. Cálculo da complexidade de entradas externas**

Consultas	Itens de dados referenciados		
Arquivos Referenciados	1-5	6-19	20+
0 –1	Simples (3)	Simples (3)	Média (4)
2-3	Simples (3)	Média (4)	Complexa (6)
4+	Média (4)	Complexa (6)	Complexa (6)

**Tabela 43. Cálculo da complexidade de consultas externas (dica: analisar como saída, dar o valor como entrada)**

Arquivos Internos	Itens de dados referenciados		
RETs	1-19	20-50	51+
1	Simples (7)	Simples (7)	Média (10)
2-5	Simples (7)	Média (10)	Complexa (15)
6	Média (10)	Complexa (15)	Complexa (15)

**Tabela 44. Cálculo da complexidade de arquivos lógicos internos**

Arquivos Externos	Itens de dados referenciados		
RETs	1-19	20-50	51+
• 1	Simples (5)	Simples (5)	Média (7)
• 2-5	Simples (5)	Média (7)	Complexa (10)
• 6	Média (7)	Complexa (10)	Complexa (10)

**Tabela 45. Cálculo da complexidade de interfaces lógicas externas**

### **XII.6.7 As Perguntas**

São 14 as perguntas que devem ser feitas e ajudaram a determinar a quantidade de PF relativa a um sistema. Cada uma deve ser respondida com um número, de 0 a 5, indicando a importância da característica que se pergunta sobre o sistema, da seguinte forma:

- 0 - Não tem influência
- 1 - Influência incidental
- 2 - Influência moderada
- 3 - Influência média
- 4 - Influência significativa
- 5 - Influência essencial em todo o sistema

Para cada pergunta, o padrão IFPUG determina tipos de respostas padronizadas que nos permitem dar a resposta (entre 0 e 5) mais facilmente, como é exemplificado no item 1 (Comunicação de Dados). Foge ao objetivo desse texto fornecer um detalhamento completo do padrão de contagem, que pode ser obtido junto ao IFPUG.

1. Quantas facilidades de comunicação existem para facilitar a transferência ou troca de informação com a aplicação ou sistema?
  - 1.1. Aplicação em batch ou computador isolado: 0
  - 1.2. Aplicação em batch com entrada **ou** (exclusivo) impressão remota: 1
  - 1.3. Aplicação em batch com entrada **e** impressão remota: 2
  - 1.4. A aplicação é um *front-end* que necessita de executar coleta de dados ou teleprocessamento para um sistema de fazer o processamento em batch ou de consultas: 3
  - 1.5. A aplicação é mais que um *front-end*, porém só executa um tipo de protocolo de teleprocessamento: 4
  - 1.6. A aplicação é mais que um *front-end* e executa vários protocolos de teleprocessamento: 5
2. Como será tratada a distribuição de dados e processamento?
3. O usuário exige tempos de resposta ou throughput, ou seja, o desempenho é crítico?
4. Quão fortemente é utilizada a plataforma (hardware) onde a aplicação vai ser executada?
5. Qual a frequência das transações (diárias, semanais, altas o suficiente para exigir um estudo de desempenho)?

6. Que percentagem das informações é inserida on-line?
  - 6.1. Se mais de 30% das transações forem entradas de dados interativas, a nota é 5.
7. A aplicação é projetada para eficiência para o usuário final?
8. Quantas ILFs são alteradas por transações on-line?
9. A aplicação tem processamento lógico ou matemático extensivo?
10. A aplicação é desenvolvida para atender um ou muitos tipos de usuários diferentes?
11. Qual a dificuldade de conversão e instalação?
12. Qual a eficiência e grau de automação de inicialização, backup e recuperação?
13. A aplicação foi especialmente projetada, desenvolvida e suportada para funcionar em locais diferentes em diferentes organizações?
14. A aplicação foi especialmente projetada, desenvolvida e suportada para facilitar mudanças?

## **XII.6.8 Cálculo dos Pfs Finais**

Os PF são calculados em etapas:

contam-se os números de entradas, saídas, consultas, arquivos e interfaces do sistema;

Para cada entrada se determina um grau de complexidade, de acordo com as tabelas complexidade da função (Tabela 41 até Tabela 45), e somando os resultados (Tabela 46) se obtém a **contagem básica de pontos de função**;

responde-se a uma série de perguntas, as quais fornecem, cada uma, um valor de 0 a 5 ( $p_i$ ,  $0 \leq i \leq 5$ ),

calcula-se o número de pontos de função com a equação:

$$PF = \text{total-de-2} \times (0,65 + 0,01 \times \Sigma(p_i)).$$

**Devemos notar que se o cálculo de PF for usado para fazer previsões seguindo o método COCOMO, apenas a contagem básica é necessária (só devem ser feitos os passos 1 e 2).**

		Complexidade (passo 2)						
Função	Contagem Total (passo 1)	Simple	×	Média	×	Complexa	×	Total
Saídas Externas			4		5		7	=
Consultas Externas			3		4		6	=
Entradas Externas			3		4		6	=
Arquivos Lógicos Internos			7		10		15	=
Arquivos de Interface Externos			5		7		10	=
							Total	

**Tabela 46. Guia de cálculo para os pontos de função. Primeiro deve ser feita a contagem total, por tipo de função. Para cada item contado deve então ser determinada a complexidade, o que permitirá encontrar o total (que é o total-de-2).**

### **XII.6.9 Contando PFs na Análise**

São três as principais informações que temos para contar pontos de função a partir da análise que fizemos:

1. Modelo Funcional, lista de eventos ou DFD
2. Modelo da interface
3. Modelo de Entidades e Relacionamento (MER), Modelo Conceitual ou Lógico.

A lista de eventos, o DFD ou o modelo da interface nos fornece a capacidade de contar as funções transacionais. O MER nos permite contar os PFs para dados.

A questão da contagem deve levar em conta que tanto a entrada tem características de saída (mensagens de erro, por exemplo), quanto saídas e consultas tem características de entrada (valores de filtros nas consultas, por exemplo). A Tabela 40 é a principal ferramenta do analista nessa contagem.

### **XII.6.10 Inflação de PFs ao decorrer do projeto**

É normal que o número de PFs se modifique ao decorrer o desenvolvimento do projeto. Isso acontece por dois motivos: alteração dos requisitos e necessidade de implementar mais pontos de função para atender ao comportamento desejado pelo usuário do que estritamente exigido pelo modelo essencial.

É normal que os pontos de função previstos em um início de análise aumentem em até 25% até o final do projeto.

### **XII.6.11 Utilizando Pfs para previsões**

Para utilizar os Pfs para fazer previsões é necessário primeiro conhecer a produtividade em PF/(homem/mês) da equipe que realizará o software. É importante levar em conta o ambiente onde esta equipe trabalha, suas qualidades e defeitos, as ferramentas disponíveis e o tipo de trabalho que realizam afetam o cálculo dessa produtividade. Por exemplo, é comum que equipes de manutenção obtenham

produtividade (aparente) muito maior que equipes de desenvolvimento quando é utilizada a medida de pontos de função.

Sabida a produtividade da equipe, basta calcular o número de PFs para o sistema proposto, por exemplo, analisando o resultado da análise essencial, e dividir esse número pela produtividade, obtendo o esforço necessário para implementar o produto.

## XII.7 Ligando COCOMO II e Pontos de Função

Boehm et al. [XXX] propõe que o método COCOMO II pode ser utilizado para prever o tempo e o esforço necessário para o desenvolvimento de um software a partir da previsão de pontos de função necessários. Para isso, usam uma tabela de conversão entre pontos de função e linhas de código lógicas, apresentada originalmente por Caper Jones [XXX Jones 96].

A previsão se torna simples, basta calcular o número de pontos de função não corrigido (pois o COCOMO II já apresenta correções similares em seu cálculo), converter para linhas de códigos com essa tabela e aplicar as fórmulas.

Caper Jones, porém, alerta que os dados apresentados não são confiáveis, sendo médias que não levam em conta diversas particularidades do desenvolvimento de software por um grupo específico, usando uma arquitetura e ferramentas específicas. Isso pode ser confirmado usando a Tabela 47, fornecida pela empresa QSM, e que mostra não só a média, mas como valores mais altos e mais baixos, o que demonstra variação de até 28 vezes (como em Cobol) entre a menor e maior quantidade de linhas de código por ponto de função encontradas em projetos distintos.

Linguagem	SLOC/FP			
	Média	Mediana	Mais Baixo	Mais Alto
Access	35	38	15	47
ASP	69	62	32	127
Assembler	172	157	86	320
C	148	104	9	704
C++	60	53	29	178
C#	59	59	51	66
Clipper	38	39	27	70
COBOL	73	77	8	400
Excel	47	46	31	63
J2EE	61	50	40	60
Java	60	59	14	97
Lotus Notes	21	22	15	25
Oracle	38	29	4	122
Oracle Dev 2K/FORMS	41/42	30	21/23	100
Powerbuilder	30	24	7	105
SQL	39	35	15	143
Visual Basic	50	42	14	276

**Tabela 47. Tabela de conversão de pontos de função para linhas de código apresentada pela empresa QSM em <http://www.qsm.com/FPGearing.html>, em 26/1/2006.<sup>102</sup>**

<sup>102</sup> Dados apresentados dentro das regras de “fair use”.

## **XII.8 Estimando o Tamanho**

Precisamos então de metodologias que nos permitam prever o tamanho de um produto de software. A partir de uma estimativa podemos então utilizar as fórmulas.

No caso de pontos de função a metodologia principal é fazer uma análise inicial e contar os pontos de função presentes no resultado da análise. Dependendo da qualidade do processo da empresa e da profundidade dessa análise inicial o erro nessa contagem será bem pequeno.

Já no caso de linhas de código precisamos de um método de predição, como por exemplo, solicitar a previsão a um especialista com experiência em projeto semelhante. Um dos métodos sugeridos no passado foi a Técnica de Delfos<sup>103</sup>. Atualmente a técnica não aparece muito nos livros didáticos, provavelmente porque não atende as necessidades de velocidade do mundo atual.

### **XII.8.1 A Técnica de Delfos**

A Técnica de Delfos é uma forma de fazer com que especialistas entrem em consenso sobre uma predição ou estimativa sem que haja uma discussão frente a frente.

Segunda a técnica a primeira ação a ser feita é a definição do produto sobre o qual a estimativa será feita. No nosso caso a pergunta em que estamos interessados é “quantas linhas de código” serão necessárias para implementar o software. Normalmente, a definição faz uma divisão do software em módulos, para facilitar a estimativa.

São então escolhidos especialistas, para os quais são distribuídos os questionários com a descrição dos módulos. Para cada módulo os especialistas devem fazer uma predição de tamanho. Este é o primeiro ciclo.

A partir do primeiro ciclo são feitos ciclos sucessivos onde são distribuídos os mesmos questionários, porém com a informação, não identificada, de cada resposta dada. Normalmente esta informação é dada em um gráfico indicando ainda a estimativa mínima, a máxima, a mediana e a média. A partir do segundo ciclo os especialistas devem justificar suas respostas, de maneira a facilitar a convergência de opiniões. Esse tipo de ciclo é repetido até que o consenso seja atingido.

Apesar da Técnica de Delfos não ser muito rápida, compreender seu funcionamento pode ajudar a determinar como deve ser feito o trabalho de predição de especialistas.

### **XII.8.2 Cenários**

Outra técnica alternativa é determinar cenários de pior caso, caso mais provável e de melhor caso. O valor final da estimativa é dado por:

---

<sup>103</sup> Ou Delphi. Baseado no Oráculo de Delfos, única relação direta com a linguagem Delphi.

$$V_e = \frac{V_{pc} + 4 \cdot V_{cmp} + V_{mc}}{6}$$

**Equação 6. Cálculo do valor estimado ( $V_e$ ) em função do valor de pior caso ( $V_{pc}$ ), valor do caso mais provável ( $V_{cmp}$ ) e do valor do melhor caso ( $V_{mc}$ ).**

### **XII.8.3 Técnicas baseadas em Pontos de Função**

Uma das formas de usar pontos de função para a estimativa de tamanho do sistema é conhecida como contagem indicativa e foi proposta pela NESMA (*Netherlands Software Metrics Users Association*). Ela consiste em contar apenas os Arquivos de Interface Externa e os Arquivos Lógicos Internos. Consideram-se 35 pontos por cada AIE e 15 pontos para cada AIL.

Já o ISBSG (*International Software Benchmarking Standards Group*) propõe acelerar a contagem de pontos de função com o uso de valores médios para projetos de desenvolvimento, segundo a tabela a seguir:

<b>Tipo de Função</b>	<b>PFs médios IBSBG</b>	<b>PFs médios NESMA</b>
Arquivo Lógico Interno	7,4	7
Arquivo de Interface Externa	5,5	5
Entrada Externas	4,3	4
Saída Externa	5,4	5
Consulta Externa	3,8	4

**Tabela 48. Valores médios recomendados pelo IBSBG e pela NESMA para contagem estimativa de Pontos de Função**

Outra forma possível é a analogia com sistemas semelhantes (com possível aplicação do método Delphi ou do Valor Estimado).

## **XII.9 Verificando a Sanidade da Estimativa**

É importante que qualquer estimativa seja verificada quanto a sua qualidade. Uma das melhores formas é tentar formas alternativas de estimar e verificar se os resultados são compatíveis.

Por exemplo, é interessante verificar a estimativa dada por um método (por exemplo, COCOMO II) com estimativas dadas por um segundo método, de preferência feitas por pessoas diferentes.

## **XII.10 Produtividade em Pontos de Função**

Podemos apresentar dois dados recentes sobre a produtividade e Pontos de Função. O David Consulting Group apresenta os seguintes valores<sup>104</sup> médios para diferentes plataformas em janeiro de 2006:

<sup>104</sup> <http://www.davidconsultinggroup.com/indata.htm>

<b>Plataforma de Desenvolvimento</b>	<b>PF por Pessoa Mês</b>
Cliente-Servidor	17
Mainframe	13
Web	25
e-Business Web	15
Vendor Packages	18
Data Warehouse	9

**Tabela 49. Valores médios de produtividade em pontos de função para pessoas-mês segundo David Consulting Group.**



## Capítulo XIII. Projeto 1: Livraria ABC

---

O exemplo a seguir, a Livraria ABC, é uma adaptação de um problema que é apresentado em muitos cursos universitários no Rio de Janeiro.

### XIII.1 Atenção:

A descrição a seguir tenta manter um nível ainda inicial, mas mostrar alguns problemas típicos da elicitação de requisitos:

1. Nem todo entrevistado diz tudo o que faz na primeira entrevista.
2. Alguns casos de uso ficam “escondidos” em uma palavra ou sentença que parece ter pouca importância.
3. Termos diferentes são usados por entrevistados para significar a mesma coisa.
4. Alguns entrevistados falam de uma parte (ou de alguns objetos) de um caso de uso que outro entrevistado não falou.
5. Usuário de mais alto nível na empresa muitas vezes não citam partes importantes do processo.
6. Algumas coisas que a empresa não quer que aconteça, acontecem.

### XIII.2 Entrevista 1: Proprietário da Empresa Sr. José Letrado

A Livraria ABC atua no mercado de venda de livros de arte e livros raros, de colecionadores, sob encomenda.

Nossa atuação **não** prevê a manutenção de livros em estoque. Todos os livros solicitados por seus clientes são, semanalmente, encomendados às editoras, distribuidoras, outras livrarias e outros vendedores em geral. Nós somos uma espécie de empresa de corretagem, que facilita a vida de colecionadores.



O cliente pode pedir qualquer livro, mas nós não trabalhamos com livros comuns. Nosso mercado é restrito e de alto valor agregado. Trabalhamos com livros do mundo todo e temos contatos em todos os lugares. Até no Nepal. A partir do pedido do cliente, a gente investiga se o livro pode ser encontrado e trazido para o Brasil.

Para usar os serviços da livraria, os clientes devem se cadastrar previamente. O pedido de cadastro é aprovado por mim ou por meu filho.

Os clientes enviam seus pedidos pelo correio, telefone ou fax. O pedido é aceito se o cliente estiver previamente cadastrado. Caso contrário, o pedido é rejeitado com um aviso ao solicitante para se cadastrar. Isso é importante, pois nós normalmente pagamos os livros antes de receber por eles e são livros caros.

Nas sextas-feiras, a livraria emite requisições de livros para os fornecedores, com base nos pedidos recebidos.

Quando os livros são entregues pelo fornecedor, a livraria confere a nota de entrega da editora com a requisição, devolvendo as que contiverem erros.

Os pedidos dos clientes são atendidos imediatamente quando completos, isto é, quando todos os livros pedidos foram enviados pelos fornecedores (ou forem cancelados). O atendimento consiste na emissão de uma nota fiscal, de um boleto de pagamento, que são enviados junto com o livro. Cópias da nota fiscal e do boleto são enviadas a tesouraria.

Se depois de 30 dias da data de entrega o fornecedor não enviou um livro requisitado, a livraria cancela o pedido junto ao fornecedor e elimina o livro do pedido do cliente. É enviado um aviso ao cliente desse fato, junto com o restante do pedido, se existir, ou isoladamente pelo correio.

### **XIII.3 Entrevista 2: Henrique Cupim Letrado, funcionário e filho do proprietário (patrocinador)**

A seguir descrevemos fragmentos de uma conversa com o Sr. José Letrado, proprietário da Livraria ABC, que deseja um SI para sua empresa.

A livraria funciona da mesma forma há muitos anos, com tudo feito de forma manual. Porém, com a possibilidade cada vez maior de trabalhar com livros do mundo todo, nosso trabalho aumentou muito. Meu pai é “das antigas”, mas eu o convenci a começar a mudar as coisas, para eu poder tocar melhor o negócio sozinho quando ele se aposentar.

Primeiro pensei em contratar mais pessoas, porém isso não ia diminuir a confusão de papéis com que estamos lidando e a falta de informações, então resolvi que seria necessário informatizar a empresa para, se necessário, crescer.

Hoje nosso processo, como é todo manual, tem muitos defeitos. Temos muita informação repetida, pois temos que controlar os pedidos dos clientes e as requisições aos fornecedores, que se cruzam. Muitas vezes recebemos um livro e por um problema de anotação não sabemos para qual cliente se destina. Então gastamos um bom tempo procurando, cliente por cliente, quem pediu aquele livro.

Mantemos também vários arquivos de clientes, o que facilita em certos casos, mas dificulta em outros. Temos os clientes com pedido em andamento, aqueles com pedidos atendidos, mas não pagos, os frequentes e os outros clientes, que não se enquadram em nenhuma dessas categorias. E tem a lista dos clientes “expulsos”, pois nos deram calote e ainda tem a cara de pau de pedir outro livro.

Como estamos sempre manipulando fichas, algumas vezes esquecemos de requisitar a um fornecedor um ou mais livros pedidos pelo cliente. Isso atrasa o atendimento e resulta em reclamações que não são boas para a livraria.

Claramente, a primeira coisa que o sistema deve fazer é suportar o nosso funcionamento diário. Estou falando da operação básica de atendimento aos clientes, não da cobrança ou outras coisas do gênero, pois para essas vou comprar sistemas prontos<sup>105</sup>.

A partir dessa operação, também são necessários alguns dados para ajudar a gerenciar melhor a empresa. Dois relatórios são muito importantes para mim: um relatório de vendas em um período e um relatório de gastos por fornecedor. Outro relatório que me ajudaria muito é o de pedidos não atendidos.

Os desenvolvedores devem se lembrar que essa empresa é antiga e tradicional. Tanto os funcionários quanto a muitos dos clientes tem pouco hábito de usar computadores. O sistema deve ser muito simples de ser usado. Além disso, como pretendemos ter mais de um computador, o sistema deve funcionar em rede.

Outra coisa importante é que já compramos um sistema gerenciador de banco de dados, por causa do sistema de ERP que instalamos. O sistema tem que usar esse SGDB.

### **XIII.4 Entrevista 3: Sra. Lúcia Pinho, Funcionária**

A seguir, algumas informações levantadas em uma reunião com Lúcia Pinho, funcionária de confiança da Livraria ABC.

Fazemos as coisas do mesmo jeito aqui há muitos anos, mas com a carga de trabalho aumentando, concordo que um sistema de vendas pode ajudar.

O importante é que se leve em conta que estamos comprando outros sistemas de informação não específicos para a Livraria ABC no mercado. Por exemplo, teremos um sistema de contas a pagar e a receber que deverá receber as informações do sistema que vocês vão fazer.

O que eu mais preciso é melhorar o nosso relacionamento com o cliente. Para isso, a informação que vem do sistema de vendas é essencial. Uma coisa importante, por exemplo, é saber que clientes freqüentes não compram mais na freqüência que compravam. Outro é classificar os clientes de acordo com o tipo de livro que gostam, para podermos fazer ofertas de livros novos.

Outra coisa importante é que, com os problemas de entrega, acabamos com um pequeno estoque de livros que compramos, mas os clientes não compraram da gente. Então eu quero fazer algo com isso. Uma mala direta de promoção, por exemplo.

Tenho pensado muito em como um sistema pode nos ajudar. Até mesmo pensei se não seria interessante vender livros pela Internet, o que vocês acham disso? Seria uma grande novidade para nós e nossos clientes.

---

<sup>105</sup> O funcionamento diário da empresa Livraria ABC é descrito no Projeto 1.

### **XIII.5 Entrevista 4: Enron Lando Nopapo, vendedor**

Sou eu que faço as vendas mesmo aqui. Normalmente eu recebo um pedido do cliente com uma lista de livros. Então eu vou nos vários catálogos que possuímos, alguns de editoras, outros de distribuidoras, e procuro os livros desejados. Faço uma lista com cada livro, onde podemos comprá-los, o prazo de entrega, e o preço de custo e uma estimativa de preço de frete. Também consulto a Internet para fazer essa lista. Algumas vezes tenho que esperar uma cotação que vai chegar por fax ou telefone, então eu paro o serviço para começar mais tarde.

Essa lista eu envio para a Lúcia, que define o preço de venda de cada livro. Ela faz isso baseada na experiência dela com os clientes e as necessidades da empresa. Nós compramos os livros em muitas moedas, são livros caros, de arte, ou livros raros e antigos, de colecionador, e a taxa de câmbio também é importante.

Com os preços definidos eu faço uma estimativa do frete para o cliente e preparo uma proposta. Essa proposta é passada para o cliente de várias formas: fax, carta, telefone ou, ultimamente, tenho usado meu e-mail pessoal para facilitar.

Geralmente dentro de 24h o cliente confirma a proposta, ou parte dela. Eu então separo os pedidos que serão feitos na sexta-feira. Quem trata dessa parte dos pedidos para os fornecedores é o próprio Sr. Letrado. Muitas vezes ele consegue mais um desconto na compra dos livros. Algumas das vezes esse desconto, ou parte dele, é repassado para o cliente.

Quando chegam todos os livros de um cliente eu começo a trabalhar de novo. Sou eu que “fecha” a venda. Recalculo o preço de custo e de venda. Passo os casos de possível desconto para a Lúcia, que decide na hora. Emito uma fatura, uma nota fiscal, pacote e preparo para os entregadores (a gente usa a DHD ou a XPS). Muitas vezes eu telefono, ou mando um e-mail, para avisar o cliente que o pedido está sendo enviado.

### **XIII.6 Nesse Exercício:**

1. Levante os stakeholders
2. Levante interesses e objetivos dos stakeholders
3. Levante os atores
4. Levante os casos de uso de nível sumário (nuvem) e nível empresarial caixa-preta
5. Levante os casos de uso de nível sumário (pipa) e nível empresarial branca
6. Liste os casos de uso de nível usuário e nível sistema (caixa preta)
  - a. Descreva de forma breve e casual um desses os casos de uso
  - b. Descreva de forma detalhada um desses casos de uso
7. Desenhe os Diagramas de Atividade para todos os casos de uso
8. Defina as condições de exceção

## Capítulo XIV. Projeto 2: Empresa de *Clipping* ClipTudo

---

A empresa de *clipping* ClipTudo trabalha coletando matérias de jornal que são de interesse de seus clientes, preparando um *portfolio* periódico contendo cópias de todas as matérias, uma pequena avaliação de cada matéria segundo alguns critérios específicos e ainda um relatório mensal global.

A empresa funciona da seguinte maneira.

Com um entrevistador, o cliente define tópicos de interesse. Cada tópico é uma palavra ou uma sentença que pode ser identificada facilmente, como o nome da empresa do cliente ou um termo como “reforma da previdência” ou “venda de bebidas”. A partir desses termos iniciais o entrevistador cria uma lista expandida, com sinônimos e conceitos semelhantes. Essa lista é verificada pelo cliente, gerando uma lista final de tópicos de interesse.

Novamente com o entrevistador, o cliente define critérios de análise. Os critérios são quase sempre os mesmos, como viés da notícia em relação à necessidade do cliente (boa, ruim, neutra, propaganda paga), área da notícia, número estimado de leitores, etc.

Também junto com o entrevistador, o cliente define que meios de comunicação escrita serão monitorados, em uma lista mantida pela empresa de clippings.

A partir da quantidade de tópicos, da complexidade da análise, do período de geração de *portfolios* e da quantidade e frequência dos meios de comunicação, é feito um preço básico do serviço para o cliente. Além do preço básico o cliente ainda paga pela quantidade de cópias que deseja do *portfolio* e do relatório mensal.

No trabalho diário da empresa são empregados dois tipos de funcionários: leitores, classificadores e analistas. Os leitores lêem todas as publicações e copiam os artigos desejados, classificando segundo os tópicos de um ou mais clientes. Os classificadores pegam todas as notícias, classificando-as por cliente e criando um *portfolio* básico. Os analistas fazem as análises diárias e guardam os dados para as análises mensais, completando os *portfolios*.

Todo dia, até as 12h00min, são enviados os *portfolios* referentes a toda publicação obtida até as 19h00min do dia anterior, de acordo com o período pedido pelo cliente (diário, semanal, etc.).

Mensalmente os analistas pegam os dados que guardaram diariamente e fazem os relatórios mensais de resumo.

Cada vez que é emitido um *portfolio*, uma cópia de *portfolio* ou um relatório mensal é enviado um aviso ao sistema de cobranças.

## Capítulo XV. O Diagrama de Fluxo de Dados

---

O objetivo de um Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) é descrever, graficamente, o fluxo de informação e as transformações que são aplicados nos dados [B41]. Ele pode ser utilizado para representar, em diferentes níveis de abstração, sistemas de informação, não necessariamente automatizados. DFDs permitem a modelagem funcional de um sistema em vários níveis de abstração.

Cada diagrama de um DFD é composto de 4 tipos de objetos: processos, memórias, agentes externos e fluxos de dados. Cada um desses objetos tem um símbolo, um nome e possivelmente um rótulo associado.

No passado existiram duas correntes de símbolos para desenhar DFDs. Os que desenhavam processos como caixas com as bordas arredondadas, baseados na proposta de Gane e Sarson [B42], e os que desenhavam processos com círculos, baseados na proposta de Coad e Yourdon [B43]. Atualmente a forma de Yourdon é a mais difundida no mercado.

Cada processo em um DFD pode ser expandido em outro DFD, que o descreve. Dessa forma, DFDs são utilizados para descrever um sistema em níveis cada vez mais detalhados de informação. Usualmente também usamos o termo DFD para descrever um conjunto de diagramas construídos com essa notação.

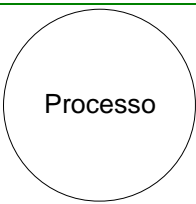
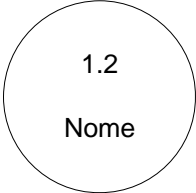
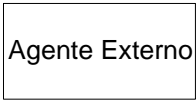
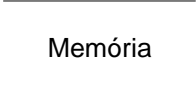


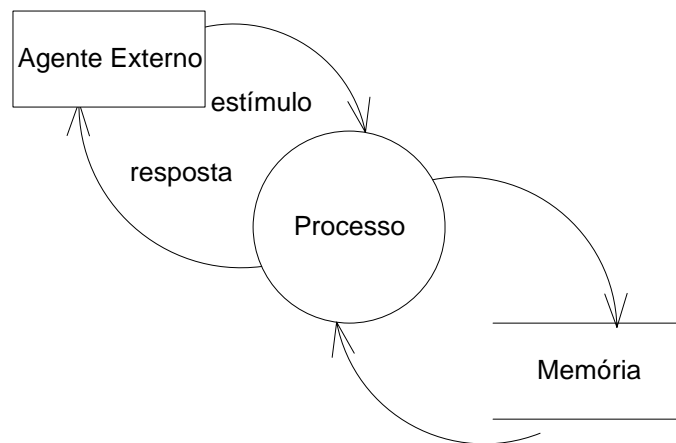
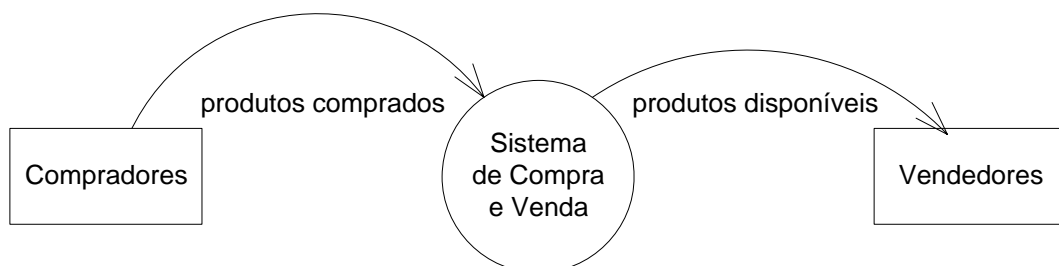
Figura	Descrição
	Um processo identificado apenas pelo nome
	Um processo com número e nome
	Um Agente Externo identificado
	Uma memória identificada
	Um fluxo de dados sem identificação

Figura	Descrição
	Um fluxo de dados identificado

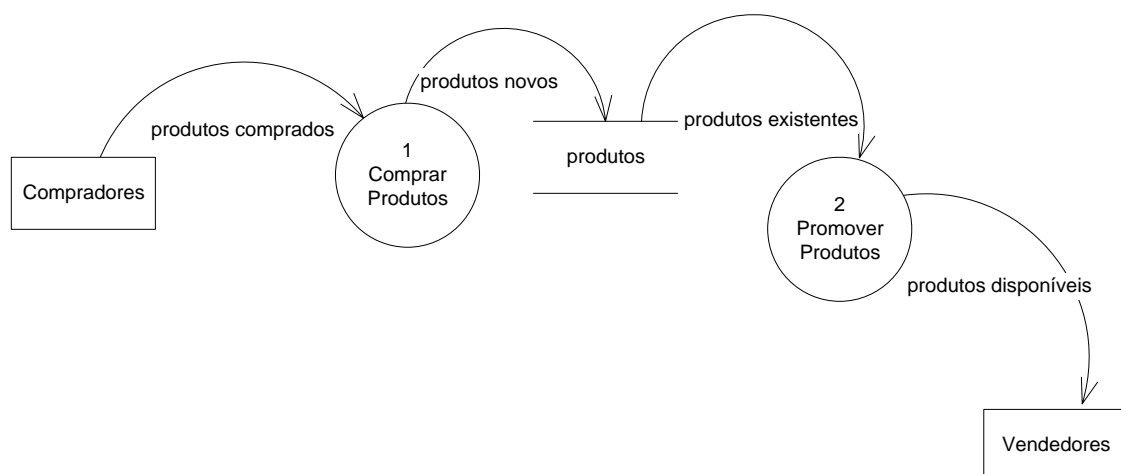
**Tabela 178. Símbolos e seus significados para a construção de um Diagrama de Fluxo de Dados**



**Figura 179. Um DFD simples**



**Figura 180. Um DFD de Contexto muito simples**



**Figura 181. A explosão do DFD de Contexto da Figura 180**

DFDs não descrevem uma sequência de execução ou qualquer outra relação de controle<sup>106</sup>. Se uma seta indica que dados passam de um processo A para um processo B, é possível que A chame B, B chame A, ou ainda que outro processo superior chame os dois e faça a transferência de dados. DFDs também não dão nenhuma informação sobre a lógica de execução, como repetições ou condições. Qualquer fluxo de dados ou processo presente pode ou não executar, uma ou mais vezes. Na verdade, existem técnicas especiais para derivar relações de controle entre processos a partir da estrutura de um DFD. Essas técnicas, porém, não se aplicam ao caso em estudo nesse livro, pois não são muito eficazes para desenvolver sistemas Cliente/Servidor. Finalmente, o DFD também não informa se algo acontece (ou seja, se os fluxos de dados realmente comunicam os dados entre os processos), mas sim que algo pode acontecer (ou seja, que é possível que um processo envie seus fluxos de dados).

### XV.1.1 Algumas regras sintáticas

Dados só podem passar de agentes externos para memórias por meio de um processo. Agentes externos ou memórias também não podem se comunicar diretamente. Isso significa que **fluxos de dados devem começar ou acabar em um processo**.<sup>107</sup>

Processos devem ler alguma informação, de um agente externo, outro processo ou memória, e gerar alguma informação, para um agente externo, outro processo ou memória. Não **existem processos que criam informação do nada** (fontes) **nem processos que consomem informação** (“buraco negro” ou *sink*).

**Um processo tem um nome e um número.** O nome deve ser formado por um verbo no infinitivo e um objeto (atender cliente, vender produto, etc.). O número deve identificar unicamente o processo. Se estivermos usando um DFD para descrever um processo que aparece em outro DFD, então usamos uma numeração hierárquica. Por exemplo, os processos que ficam em um DFD que explica o processo número “2” devem ser numerados “2.1”, “2.2”, “2.3” e assim sucessivamente. Se precisarmos de outro DFD para explicar o processo “2.2”, os processos nesse terceiro DFD serão numerados “2.2.1”, “2.2.2”, sucessivamente.

**Agentes externos e memórias** (depósitos de dados) possuíam um rótulo na notação original de Gane e Sarson [B42], porém na notação de Yourdon, que utilizamos agora, **não possuem rótulos**.

### XV.1.2 Entendendo os Fluxos de Dados

Em um DFD, na verdade, temos três tipos de fluxos de dados. O primeiro tipo de fluxo, que ocorre entre um processo e um agente externo, representa dados que estão cruzando a fronteira do sistema. Esse tipo de fluxo indica que cada dado descrito no fluxo estará, possivelmente de forma opcional, sendo apresentado por ou a um agente externo. Ele representa, realmente, um “fluxo” dos dados nele descritos.

---

<sup>106</sup> De certa maneira, descrições feitas com DFDs são semelhantes a descrições feitas com diagramas IDEF0, pois estes são descendentes de uma outra notação, SADT, que era usada de forma alternativa a DFDs.

<sup>107</sup> Nos diagramas particionados isso é um ou-exclusivo, ou seja, um fluxo de dados pode partir ou chegar em uma atividade, mas não ambos. Nos outros diagramas um fluxo pode indicar a comunicação entre dois processos.



Já entre um processo e uma memória, o fluxo tem um significado levemente diferente. Em primeiro lugar ele ocorre dentro do sistema, não cruza nenhuma fronteira. Mas, principalmente, um fluxo saindo da memória em direção ao processo indica uma consulta a uma memória, possivelmente usando operações equivalentes a seleções e projeções da lógica relacional, sem modificá-la. Por outro lado, um fluxo saindo de um processo e entrando em uma memória indica uma alteração dessa memória, que pode significar a criação, a alteração ou a eliminação de um ou mais registros.

Finalmente temos fluxos de dados entre processos. Esses fluxos querem dizer apenas que os dados utilizados em um processo são fornecidos por outro processo, porém não há nenhum compromisso, no DFD, que isso seja feito dinamicamente. Um fluxo desse tipo é, *a priori*, equivalente ao primeiro processo salvar os dados em uma memória e o segundo processo ler dessa memória. As implementações podem ser várias, incluindo o primeiro processo ativar o segundo, o segundo ativar o primeiro ou os dois serem ativados de forma assíncrona. Devemos notar que não aparecem fluxos de dados entre processos em DFDs particionados por eventos.

### **XV.1.3 Entendendo as Memórias**

Na análise de sistemas fazemos a modelagem de dados simultaneamente a modelagem funcional. Isso permite que as memórias do modelo essencial sejam modeladas diretamente nas entidades do modelo de entidades e relacionamentos, uma das técnicas recomendadas originalmente e a mais adequada para o desenvolvimento de sistemas na atualidade<sup>108</sup>.

Ao definir as memórias utilizamos uma regra simples: toda a entidade do modelo de dados utilizada pelo processo deve ser tocada por uma seta. Se a seta estiver indo do processo para a memória, dizemos que há uma alteração dessa memória, pela adição, exclusão ou alteração de um ou mais registros. Se a seta estiver vindo da memória para o processo então dizemos que está acontecendo uma leitura na memória, ou uma busca, porém fica claro que seu conteúdo não é modificado.

É razoável tanto utilizar como memórias as entidades ainda não normalizadas na terceira forma normal (modelo conceitual tradicional) quanto às normalizadas.

### **XV.1.4 Tipos de DFD**

Em um **DFD de Contexto** todo o sistema é representado por apenas um processo. Não aparecem memórias internas ao sistema em um DFD de Contexto, apenas agentes externos e, segundo alguns autores, memórias que pertencem a outros sistemas e que são utilizadas pelo sistema sendo descrito. Geralmente o DFD de Contexto é o primeiro diagrama de um DFD nivelado. O processo que aparece nesse diagrama geralmente tem o nome do sistema sendo implementado.

O DFD de contexto pode ser criado imediatamente a partir do dicionário de eventos, ou da lista de eventos e respostas.

Um **DFD Nivelado** ou **Hierárquico** é na verdade um conjunto de vários DFD interligados de forma hierárquica de modo que exista um DFD inicial e que cada DFD além desse possa ser alcançado a partir da expansão sucessiva dos processos em

---

<sup>108</sup> Isso porque a modelagem conceitual de dados se encaixa perfeitamente com o conceito de modelo essencial e ainda permite uma transição rápida para os SGBD relacionais (oops! Estamos falando de tecnologia?).

DFDs. DFDs Nivelados são a forma mais tradicional de descrever um sistema de forma *top-down* em Engenharia de Software.

Alguns autores chamam de DFD nível zero o DFD de Contexto. Outros chamam de DFD nível zero o DFD gerado pela expansão do processo que aparece no DFD de Contexto. Nós ficaremos com a segunda opção, isto é: o primeiro DFD é o de Contexto, contendo um único processo. Esse processo é expandido para o DFD nível zero, que contem um número razoável de processos (entre 5 e 9, normalmente).

Um **DFD particionado** representa cada atividade essencial como um diagrama isolado, cujo significado será explicado mais tarde. DFDs particionados têm apenas um processo por diagrama, a atividade essencial, que recebe dados de no máximo um agente externo e de uma ou mais memórias. Nosso método de desenvolvimento é baseado no uso de DFDs particionados e nas expansões de seus processos.

Um **DFD global** é a unificação em um só diagrama de todos os DFDs particionados de um sistema, eliminando as repetições de agentes externos e memórias. Um DFD global pode ser usado como passo intermediário para transformar um DFD particionado em um DFD nivelado. DFDs globais são normalmente ferramentas de rascunho e não de análise. Também é possível substituir um DFD global por uma Matriz CRUD.

#### **XV.1.5 Criando o DFD Particionado**

A principal forma de comunicar a modelagem essencial é pela criação de um DFD Particionado. Nesse DFD apresentamos um diagrama para cada evento. Cada um desses diagramas contém apenas um evento e apenas uma atividade essencial.

Quando dizemos que cada diagrama contém apenas um evento, estamos também dizendo existe no máximo um fluxo de dados entrando o sistema vindo de um agente externo. Da atividade para os agentes externos podem existir vários fluxos, que representam a saída de dados do sistema. Entre atividades e memórias também podem existir quantos fluxos forem necessários para representar a busca, inserção, alteração e eliminação de dados da memória.

Os DFD particionados podem ser resumidos em um DFD de Contexto. Nesse DFD não aparecem as memórias internas ao sistema e o sistema é representado como apenas um processo. A principal função do DFD de contexto é representar, em um só diagrama, todas as interações do ambiente com o sistema (o contexto da aplicação!).

Vejamos a seguir uma descrição simples de um sistema e os DFDs particionados equivalentes.

#### **XV.1.6 Criando o DFD hierárquico**

O Diagrama de Fluxo de Dados Hierárquico (ou nivelado) já foi uma das principais ferramentas de análise e documentação de sistemas. Atualmente, devido à metáfora de programação gerada pelos ambientes GUI, que é baseada em eventos, ele é normalmente dispensado. Também devemos notar que a análise essencial, apesar de facilitar sua criação, dificulta a manutenção de um DFD hierárquico, pois esse deve ser reconstruído a cada modificação dos eventos particionados.

Em todo caso, o DFD nivelado permite uma visão abstrata do sistema composta de visões parciais cada vez mais detalhadas. Como essa característica é muito boa, algumas vezes ainda podemos desenvolver DFD hierárquicos.

Para isso, iniciamos com o DFD Global do sistema. O DFD global não é nada mais que a unificação de todos os DFD particionados do sistema em um único DFD, onde cada memória, atividade essencial e agente externo só aparece uma vez. Ao fazer o DFD global escolhemos uma folha de grande tamanho (A3 ou maior) e colocamos os DFDs particionados nessa folha um a um, sempre reaproveitando todos os símbolos já existentes. Essa forma de construir pode ser difícil para sistemas muito grandes, sendo outra estratégia colocar no centro da folha todas as memórias, depois colocando os processos ao redor das memórias e os agentes externos ao redor dos processos. Se o sistema ficar realmente muito complicado, é aceitável duplicar agentes externos. A duplicação de memórias para facilitar a construção do diagrama deve ser evitada ao máximo, mas é aceitável em alguns casos, como memórias que são claramente acessadas por um número grande de processos. A duplicação de processos é proibida.

O diagrama global representa um nível intermediário do sistema, o nível onde cada processo representa um evento. A partir do diagrama global construiremos o DFD particionado pela seleção de atividades essenciais em processos.

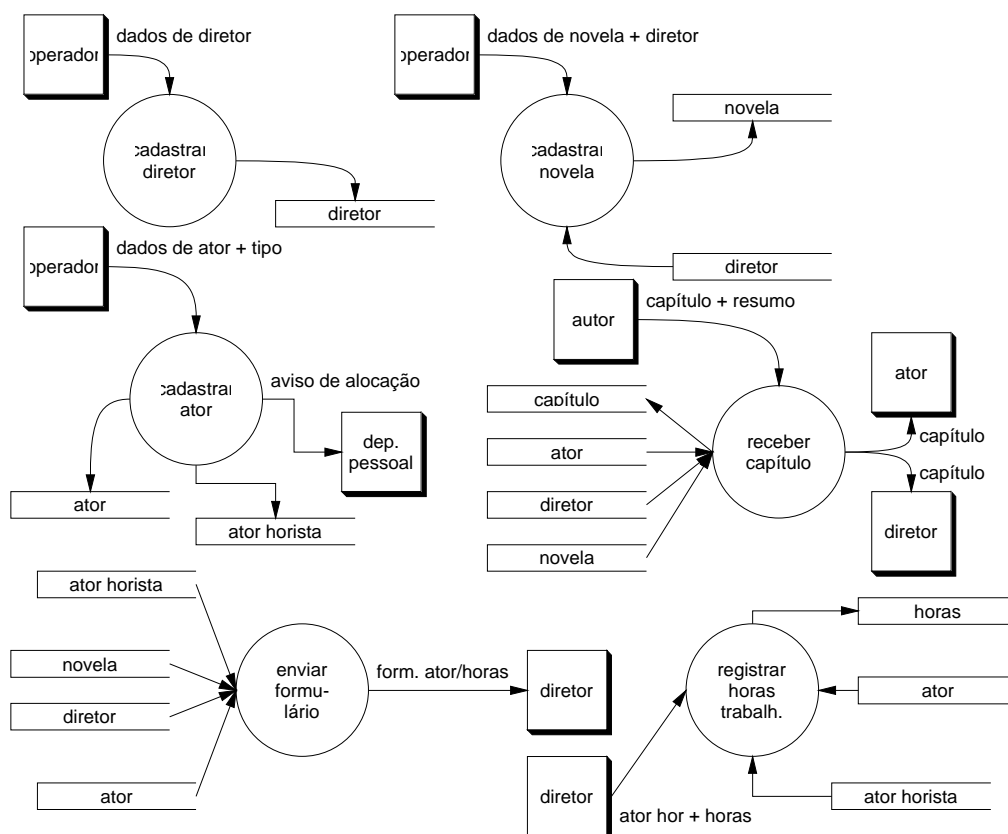
As seguintes heurísticas podem ser utilizadas para isso:

- Agregar em um único processo todas as atividades essenciais que usam uma memória específica. Como resultado, essa memória também será representada dentro desse processo em um nível superior do DFD,
- Agregar todas as atividades de custódia que acessem uma memória específica,
- Agregar funcionalidades que são utilizadas por um agente externo específico e
- Agregar por meio de funções de negócio.
- Manter o nível de complexidade de cada processo criado entre números recomendáveis ( $7 \pm 2$  objetos em cada processo).

O resultado será um conjunto de processos onde cada processo contém várias atividades essenciais e talvez uma ou duas memórias, interligados por sua conexão com memórias do sistema.

Se o número resultante de processos for entre 5 e 9, alcançamos um nível abstrato razoável para o diagrama de nível zero. Caso contrário, repetimos esse processo até que isso aconteça.

Finalmente, alcançado o nível zero, temos que construir o DFD nivelado por meio da explosão de cada processo e criação de um DFD específico para cada explosão, respeitando-se todas as regras normais de criação de Diagrama de Fluxos de Dados.



**Figura 182. Todos os componentes do DFD particionado do sistema para Rede Bobo de Televisão<sup>109</sup> em uma só imagem**

<sup>109</sup> Esse DFD particionado é uma figura inexistente durante o projeto. Em um documento real, cada diagrama apareceria em uma página, e não todos agrupados. Além disso, devemos notar a ausência de um não evento possível.



# Capítulo XVI. Sistema Acadêmico da Universidade do Povo

---

Uma Universidade do Povo (UniPovo) precisa que você auxilie o desenvolvimento do seu sistema acadêmico. A seguir serão feitas algumas descrições que permitiram que você desenhe esse modelo.

## **XVI.1 A estrutura da Universidade**

A UniPovo é dividida em centros universitários. Exemplos de centros são: O Centro de Ciências Exatas (CCE), o Centro de Ciências da Saúde (CCS) e o Centro de Ciências Humanas (CCH). No sistema acadêmico só precisam ser conhecidos o identificador do centro (CCH, CCE, etc.) e seu nome.

Cada centro universitário é composto de várias unidades. Uma unidade pode ser um instituto, um hospital, uma escola, e várias outras denominações que são agregadas ao nome. Por exemplo, a Escola Politécnica (EsPol) é uma unidade, como são também o Hospital Universitário (HU) e o Museu da Ciência (MC).

Todo centro possui pelo menos uma unidade, e todas as unidades pertencem a algum centro. Na verdade, o centro a que pertence faz parte da identificação da Unidade. As unidades, como os centros, também só precisam ser identificadas pelo seu código (EsPol, HU, etc.) e seu nome.

Por sua vez, as unidades são também obrigatoriamente divididas em departamentos, que só podem existir dentro das Unidades. Os departamentos também possuem um nome e um código (como Departamento de Ciência da Computação - DCC), e algumas vezes nem se chamam departamento (como Programa de Engenharia Oceânica – PEO).

## **XVI.2 Os Cursos e seus Currículos**

Cada departamento pode ser responsável por um ou mais cursos. O Departamento de Ciência da Computação, por exemplo, é responsável pelos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação e Tecnólogo em Redes de Computador. Um curso é equivalente a atribuição de um diploma (que leva o nome do curso). Manter cursos e formar pessoas nesses cursos é a função mais importante da Universidade.

Os cursos possuem um código e um nome e um grau. A UniPol fornece vários graus de diploma, como graduação, pós-graduação, extensão, etc...

Para cada curso é importante conhecer a licença do MEC, a data de abertura, a data do primeiro diploma e avaliação corrente do MEC. Possivelmente um curso também tem uma data de encerramento, o que é raro na graduação mas bastante comum na extensão.

Um detalhe importante é que durante sua existência um curso pode ter vários currículos. Esses currículos, inclusive, podem estar valendo simultaneamente, pois quando um currículo começa, os alunos já inscritos no curso ainda ficam no currículo anterior (é possível criar uma nova inscrição do aluno no currículo novo, mas isso não é obrigatório).

Um currículo é formado de cadeiras. As cadeiras não são propriedades dos currículos e podem estar associadas a vários currículos de cursos diferentes (por exemplo, Cálculo I é parte de quase todos os currículos de cursos de Ciências Exatas). Vamos discutir elas mais a frente no texto.

As cadeiras de um currículo são divididas em obrigatórias e optativas. As cadeiras optativas são muitas, porém há um apenas requisito mínimo que precisa ser cumprido. Por exemplo, no currículo atual de Tecnólogo em Redes de Computadores existem 20 cadeiras optativas, cada uma valendo 4 créditos, porém só são precisos 12 créditos.

Assim, cada currículo deve ter anotado quantos créditos são precisos em cadeiras optativas (no mínimo).

Sobre um currículo queremos saber a sua data de início, que o identifica junto com o curso, sua data de extinção e o texto do currículo.

## **XVI.3 Cadeiras, Ementas, Cursos e Horários**

As cadeiras são fornecidas por um departamento, sendo mantidas por eles.

Cada cadeira possui um código, um nome, uma data de criação, uma data de extinção e uma ementa.

A ementa, porém, vai variando com o tempo, e é importante guardar todas as ementas. Assim, cada cadeira possui, na verdade, um histórico de ementas. Cada ementa possui uma data de início de validade, uma data de final de validade, um objetivo, um texto de ementa e um conjunto de livros de referência. A ementa também possui um número de horas e uma quantidade de créditos.

Atenção para o que acontece nesse caso. A cadeira é um conceito abstrato, que define muito pouco. A definição mais detalhada é dada pela ementa. Mas a ementa também é um conceito abstrato. A cadeira/ementa só existe realmente quando é criada uma turma que a implementa.

A turma tem um código e uma lotação permitida, é ministrada por um ou mais professores e permite que os alunos se matriculem nela (mais tarde trataremos de matrículas). Cada turma possui vários horários, sendo que cada horário tem uma sala, uma hora de início, um dia da semana e uma duração em minutos.

A turma, então, implementa uma ementa válida de uma cadeira. Os horários indicam como a turma ocorre. Os professores são responsáveis pela turma e os alunos se matriculam nela (e não nos horários, nas ementas ou nas cadeiras).

Para indicar os livros de uma ementa, devem ser informados: o título, o autor, a edição, o ano de edição e a editora. Cada livro é identificado por seu ISBN. Veja no glossário informações mais detalhadas sobre o ISBN.<sup>110</sup> Cada ementa pode usar vários livros e um livro pode ser usado em várias ementas. Uma ementa pode não ter livro nenhum opcionalmente, porém um livro deve aparecer em alguma ementa para estar presente no sistema. .

---

<sup>110</sup> Nesse trabalho, decidimos mostrar como algumas coisas podem se complicar no mundo real. O ISBN é uma dessas coisas que parecem bastante simples, mas na verdade acabam exigindo bastante conhecimento. E todo esse conhecimento para implantar apenas um atributo no modelo.

Cada cadeira possui, possivelmente, um conjunto de cadeiras que são seus pré-requisitos. Uma cadeira pode ser pré-requisito de muitas cadeiras.

## **XVI.4 Alunos, Inscrições, Matrículas e Aproveitamento**

Nada tão importante em um sistema acadêmico do que o aluno. O aluno possui um DRE, que o identifica, um nome e ainda as seguintes informações: nome do pai, nome da mãe, CPF (opcional, no caso de alunos), endereço completo (rua, complemento, CEP, bairro, cidade, estado), telefone e telefone alternativo.

Um aluno faz inscrições em cursos. Cada Inscrição tem um número, uma data de inscrição, uma data de conclusão (opcional), uma data de cancelamento (opcional), um meio de inscrição (vestibular, transferência, etc.), e uma nota de vestibular (opcional).

Em cada inscrição o aluno pode fazer matrículas em turmas. Veja que normalmente poderíamos associar alunos a turma, mas no mundo real as coisas são bem mais complicadas. Um aluno pode cursar cursos diferentes, com inscrições diferentes e continua sendo o mesmo aluno. Da mesma forma, ele pode se inscrever várias vezes no mesmo curso (por exemplo, por ter a matrícula cancelada em algum momento) e, em cada inscrição, se matricular muitas vezes em cada cadeira (por exemplo, por ser reprovado ou trancar a cadeira).

Cada matrícula possui uma identificação, uma data de pedido, uma data de aprovação, uma data de trancamento, um aproveitamento (a nota), uma presença, um status (aceito, trancado, aprovado, reprovado por média, reprovado por falta, etc.) e observações.

Veja outra complicação: no boletim de um aluno aparecem as notas das matrículas da inscrição do aluno no curso, porém as notas não são identificadas pela matrícula, mas sim pela cadeira da ementa da turma da qual a matrícula pertence. O mundo real não é fácil para quem faz sistemas de informação.

Finalmente, um aluno pode, em uma inscrição, aproveitar notas de outra inscrição, isto é, aproveitar matrículas onde foi aprovado em outra inscrição. Assim, uma aluno de Computação que foi transferido da Engenharia pode aproveitar a nota de Cálculo I, por exemplo.

Um aproveitamento exige um identificador, uma data de pedido, uma data de aprovação e um número de processo.

## **XVI.5 Glossário<sup>111</sup>**

<b>DRE</b>	Diretório Registro Escolar. Nome do identificador numérico único para os alunos da universidade.
<b>EAN</b>	International Article Number. A sigla vem do nome original European Article Number. Um código de 13 dígitos capaz de

---

<sup>111</sup> Esse exercício apresenta um glossário parcial, supondo que os termos usados são conhecidos dos alunos. O principal motivo do glossário é explicar um pouco o que é o ISBN e mostrar como a implementação de um simples atributo do modelo pode ser bastante complicada.



identificar unicamente qualquer produto. Usar como referência <http://www.ean-ucc.org/>.

**GTIN** Global Trade Identification Number. Um nome com vários significados, sendo o principal uma estrutura de dados que emprega 14 dígitos que identifica unicamente um item de comércio, produto ou serviço. Outro significado é a família de padrões de estrutura de dados do padrão EAN/UCC. Usar como referência <http://www.gtin.info/>.

**ISBN** International Standard Book Number,. É um código numérico que identifica unicamente livros de 159 países. Até 31 de dezembro de 2006 as editoras devem usar o ISBN-10. A partir de 1º de janeiro de 2007, o ISBN vai passar a ter 13 números (ver ISBN-13). Veja, porém a informação sobre GTIN para saber porque devem ser usados 14 dígitos no modelo. Usar como referência <http://www.isbn-international.org/>

**ISBN-10** A versão de dez dígitos do ISBN válida até 31 de dezembro de 2006. Seu formato é dividido em quatro partes (como em 85-89384-82-9), onde a primeira parte indica um região geográfica ou país, a segunda parte indica a editora, a terceira parte indica o livro e a última parte é um dígito verificador módulo 11. O último dígito pode ser um X (com o valor de 10). Usar como referência <http://www.isbn-international.org/>.

**ISBN-13** ISBN-13 é a versão do padrão ISBN válida a partir de 1º de janeiro de 2007. O ISBN-13 é parte de um padrão mais abrangente (de 13 dígitos) conhecido como EAN. A partir dessa data ele será conhecido apenas como ISBN. Seu formato é dividido em 5 partes. A primeira parte é um número de três dígitos que identifica que o produto é um livro, podendo ser 978 ou 979. As quatro partes restantes têm o mesmo significado que as partes do ISBN-10, porém o método de cálculo do dígito verificador é diferente. Usar como referência [http://www.bisg.org/isbn-13/ISBN13 For Dummies.pdf](http://www.bisg.org/isbn-13/ISBN13%20For%20Dummies.pdf) e <http://www.isbn-international.org/>

## Capítulo XVII. Bibliografia

---

Albrecht, A. J. Measuring Application Development Productivity Monterey, CA 1979.

Alonso, Eduardo. Untitled 2003.

Barbieri, Carlos. Modelagem de Dados. IBPI Press Rio de Janeiro 1994.

Bertini, C., Ceri, S., e Navathe, S. B. Conceptual Database Design. The Benjamin/Cummings Publishing Company redwood City, California 1992.

Brooks Jr., Frederick P. The Mythical Man-Month. Addison-Wesley Publishing Company Reading, Massachusetts 1982.

Christel, M e Kang, K. Issues in Requirements Elicitation. Software Engineering Institute / CMU 8-8-2003.

Cockburn, Alistair. Writing Effective Use Cases. Addison Wesley 2001.

Cougo, Paulo. Modelagem Conceitual e Projeto de Banco de Dados. Campus Rio de Janeiro 1999.

Furlan, J. D. Modelagem de Negócio. Makron Books São Paulo 1997.

Gane, Chris e Sarson, T. Structured System Analysis: Tools and Techniques. Prentice-Hall Englewood Cliffs, N.J. 1979.

Gene Bellinger, Durval Castro, e Anthony Mills. Data, Information, Knowledge, and Wisdom 6-8-2003.

Hay, D. Princípios de Modelagem de Dados. Makron Books São Paulo 1999.

Hay, D., Anderson, J. C., e and others. GUIDE Business Rule Project: Final Report. GUIDE International 1997.

Hay, D. e et alli. Defining Business Rules: What they are really? The Business Rule Group 2000.

Heuser, Carlos A. Projeto de Banco de Dados. Editora Sagra Luzzatto Porto Alegre 2001.

Kendall, J e Kendall, K. System Analysis and Design. Pearson, Prentice Hall 6-8-2001.

Laudon, K e Laudon, J. Essentials of Management Information Systems. Prentice Hall 2001.

Machado, C. A. F. Normas e Modelos de Maturidade. Prentice-Hall São Paulo 2001.

Miller, George A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information 1956.

Modell, Martin E. A Professional's Guide to Systems Analysis. Mc-Graw Hill New York 1996.

Palmer, John F. e McMenamim, Stephen M. Análise Essencial de Sistemas. McGraw-Hill : Makron Books São Paulo 1991.

Pompilho, S. *Análise Essencial: Guia Prático de Análise de Sistemas*. IBPI Press Rio de Janeiro 1995.

Pressman, Roger S. *Software Engineering - A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill, Inc. New York 1992.

Pressman, Roger S. *Software Engineering - A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill, Inc. New York 1997.

Robertson, J e Robertson, S. *Volere Requirements Specification Template*. Atlantic System Guild 2003a.

Robertson, J e Robertson, S. *Volere Requirements Specification Template*. Atlantic System Guild 2003b.

Robertson, Suzanne e Robertson, James. *Complete System Analysis*. Dorser House New York 1998.

Ross, Ronald G. *The Business Rule Book: Classifying, Defining and Modeling Rules*. Database Research Group Boston, Massachusetts 1999.

Ross, Ronald G. e Lam, G. S. *Developing the Business Model: The Steps of Business Rules Methodology*. Business Rule Solutions 2003.

Ruble, David A. *Practical Analysis & Design for Client/Server and GUI Systems*. Yourdon Press Upper Saddle River 1997.

Seacord, Robert C., Plakosh, Daniel, e Lewis, Grace A. *Modernizing Legacy Systems: Software Technologies, Engineering Processes, and Business Practices*. Addison-Wesley 2003.

Sharp, Alec. *The 7 Deadly Sins of Process Modeling* 7-8-2003.

Shlaer, Sally e Mellor, Stephen J. *Object-Oriented Systems Analysis, Modelling the World in Data* 1999.

Von Halle, Barbara. *Business Rules Applied: Building Better Systems Using the Business Rule Approach*. John Wiley & Sons New York 2002.

Yourdon, Edward. *Análise Estruturada Moderna*. Editora Campus Rio de Janeiro 1990.

[Jones 1996]. C. Jones, *Applied Software Measurement, Assuring Productivity and Quality*, McGraw-Hill, New York, N.Y, 1996.

[Kent 83] Kent, Williams, *A Simple guide to Five Normal Forms in Relational Database Theory*, Communications of ACM 26(2), Feb. 1983, 120-125.

## Bibliografia

[B1] Nathan Shedroff, "Information Interaction Design: A Unified Field Theory of Design," in Robert Jacobson (ed.) *Information Design* The MIT Press, 1999, pp. 267-292.

[B2] Gene Bellinger, Durval Castro, and Anthony Mills. Data, Information, Knowledge, and Wisdom. <http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm> . 6-8-2003.

Ref Type: Electronic Citation

[B3] Laudon, K. and Laudon, J., *Essentials of Management Information Systems*, 4th ed. Prentice Hall, 2001.

[B4] Modell, M. E., *A Professional's Guide to Systems Analysis*, 2nd ed. New York: Mc-Graw Hill, 1996.

[B5] Pressman, R. S., *Software Engineering - A Practitioner's Approach*, 4th ed. New York: McGraw-Hill, Inc., 1997, pp. -852.

[B6] Machado, C. A. F., "Normas e Modelos de Maturidade," in da Rocha, A. R. C., Maldonado, J. C., and Weber, K. C. (eds.) *Qualidade de Software: Teoria e Prática* São Paulo: Prentice-Hall, 2001.

[B7] Brooks Jr., F. P., *The Mythical Man-Month* Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1982, pp. -195.

[B8] Pradip Kar and Michelle Bailey. Characteristics of Good Requirements. <http://www.incose.org/rwg/goodreqs.html> . 1996.

Ref Type: Electronic Citation

[B9] Robertson, J. and Robertson, S. Volere Requirements Specification Template. <http://www.volere.co.uk/template.doc> in 06/11/2003 [9]. 2003. Atlantic System Guild.

Ref Type: Electronic Citation

[B10] Karl E. Wiegers. Writing Quality Requirements. Software Development . 1-5-1999.

Ref Type: Magazine Article

[B11] Robertson, J. and Robertson, S. Volere Requirements Specification Template. <http://www.volere.co.uk/template.doc> [9]. 2003. Atlantic System Guild. 6-11-2003.

Ref Type: Electronic Citation

[B12] Robertson, J. and Robertson, S. Volere Requirements, how to get started. <http://www.volere.co.uk/gettingstarted.htm> . 2004.

Ref Type: Electronic Citation

[B13] Robertson, J. and Robertson, S. Prioritization Analysis. <http://www.volere.co.uk/books.htm> . 2004.

Ref Type: Electronic Citation

[B14] Christel, M. and Kang, K. Issues in Requirements Elicitation. <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/92.reports/pdf/tr12.92.pdf> CMU/SEI-92-TR-012. 8-8-2003. Software Engineering Institute / CMU. 8-8-2003.

Ref Type: Report

[B15] Kendall, J. and Kendall, K. **System Analysis and Design**. 4. 6-8-2001. Pearson, Prentice Hall.

Ref Type: Catalog

[B16] Cockburn, A., *Writing Effective Use Cases* Addison Wesley, 2001.

[B17] Palmer, J. F. and McMenamim, S. M., *Análise Essencial de Sistemas* São Paulo: McGraw-Hill : Makron Books, 1991, pp. -567.

[B18] McConnell, S., *Rapid development : taming wild software schedules* Redmond, Wash: Microsoft Press, 1996.

[B19] Ross, R. G. and Lam, G. S. *Developing the Business Model: The Steps of Business Rules Methodology*. 2003. Business Rule Solutions.

Ref Type: Report

[B20] Furlan, J. D., *Modelagem de Negócio* São Paulo: Makron Books, 1997.

[B21] Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). Draft. [FIPS 183]. 1993. USA, National Institute of Standards and Technology.

Ref Type: In Press

[B22] Sharp, A. The 7 Deadly Sins of Process Modeling. [www.drma-seattle.org/200202-pdf.pdf](http://www.drma-seattle.org/200202-pdf.pdf) . 7-8-2003. 7-8-2003.

Ref Type: Electronic Citation

[B23] Alonso, E. Untitled. [http://www soi.city.ac.uk/~pauline/S930\(3\)fin1.ppt](http://www soi.city.ac.uk/~pauline/S930(3)fin1.ppt) . 2003.

Ref Type: Electronic Citation

[B24] Rumbaugh, J., Jacobson, I., and Booch, G., *The unified modeling language reference manual* Reading, Mass: Addison-Wesley, 1999.

[B25] Seacord, R. C., Plakosh, D., and Lewis, G. A., *Modernizing Legacy Systems: Software Technologies, Engineering Processes, and Business Practices* Addison-Wesley, 2003.

[B26] Hay, D. and et alli, *Defining Business Rules: What they are really?*, Version 1.3 ed. The Business Rule Group, 2000.

[B27] Hay, D., Anderson, J. C., and and others. **GUIDE Business Rule Project: Final Report**. 1997. GUIDE International.

Ref Type: Report

[B28] Ross, R. G., *Business Rule Concepts: The New Mechanics of Business Information Systems* Business Rule Solutions, Inc., 1998.

[B29] Von Halle, B., *Business Rules Applied: Building Better Systems Using the Business Rule Approach* New York: John Wiley & Sons, 2002.

[B30] Ross, R. G., *The Business Rule Book: Classifying, Defining and Modeling Rules*, Second ed. Boston, Massachusetts: Database Research Group, 1999.

[B31] Cougo, P., *Modelagem Conceitual e Projeto de Banco de Dados* Rio de Janeiro: Campus, 1999.

[B32] Bertini, C., Ceri, S., and Navathe, S. B., *Conceptual Database Design* redwood City, California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1992.

[B33] Shlaer, S. and Mellor, S. J., *Object-Oriented Systems Analysis, Modelling the World in Data* 1999.

- [B34] Robertson, S. and Robertson, J., *Complete System Analysis* New York: Dorser House, 1998.
- [B35] Hay, D., *Princípios de Modelagem de Dados* São Paulo: Makron Books, 1999.
- [B36] Heuser, C. A., *Projeto de Banco de Dados*, 4 ed. Porto Alegre: Editora Sagra Luzzatto, 2001.
- [B37] Pompilho, S., *Análise Essencial: Guia Prático de Análise de Sistemas* Rio de Janeiro: IBPI Press, 1995.
- [B38] Barbieri, C., *Modelagem de Dados* Rio de Janeiro: IBPI Press, 1994.
- [B39] Ruble, D. A., *Practical Analysis & Design for Client/Server and GUI Systems* Upper Saddle River: Yourdon Press, 1997.
- [B40] Miller, G. A., "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information," *The Psychological Review*, vol. 63 1956.
- [B41] Pressman, R. S., *Software Engineering - A Practitioner's Approach* New York: McGraw-Hill, Inc., 1992, pp. -792.
- [B42] Gane, C. and Sarson, T., *Structured System Analysis: Tools and Techniques* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1979.
- [B43] Yourdon, E., *Análise Estruturada Moderna* Rio de Janeiro: Editora Campus, 1990, pp. -836.
- [B44] Norman, D. A., *The design of everyday things*, 1st Doubleday/Currency ed ed. New York: Doubleday, 1990.
- [B45] Albrecht, A. J., "Measuring Application Development Productivity," *Proc. IBM Aplic. Dev. Symposium* Monterey, CA: 1979, pp. 89-92.

## Capítulo XVIII. Índice

---

- Abstração, 27, 241, 243
  - Classificação, 28, 29, 55, 144, 207, 218, 270
  - Composição, 28, 29
  - Generalização, 28, 30, 141, 237, 240
- Agente Externo, 292
- Análise, 14, 17, 197
- Análise Essencial, 1, 2, 190, 191, 197, 304, 305, 307, 308
  - princípio da neutralidade tecnológica, 192
- análise estruturada, 190
- Análise Estruturada, 190, 191, 305, 308
- Ator, 156, 210, 227, 229, 230
- Boehm, Barry, 22, 23, 268, 272, 283
- Caso de Uso, 2, 25, 198, 215, 229, 230, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 244, 247, 249, 250
  - Fluxo Alternativo, 229
  - Fluxo Principal, 229, 235, 245
- Cenário, 244
- Cenários, 229, 231, 232, 284
- Chen, Peter, 154, 163, 173, 177
- Comportamento, 61
- Cor, 185
- DENIM, 262, 263, 264
- Diagrama de Entidades e Relacionamentos, 144, 145, 150, 151, 153, 154, 155, 226
- Diagrama de Fluxo de dados hierárquico, 295
- Diagrama de Fluxo de Dados, 190, 204, 209, 210, 211, 215, 217, 220, 226, 282, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298
  - de contexto, 293, **295**, 296
  - nível zero, 296
  - nivelado, **295**
  - particionado, 296
- Engenharia de Informação, 154, 173
- Entrevista, 57, 58, 62, 63, 93, 287, 288, 289, 290
  - Aberta, 57
  - Estruturada, 58
  - por Questionário, 57
- EPC, 2, 81, 83, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 148
- Especificação de Requisitos, 51
- estímulo, 195, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 217, 218
- Evento**, 48, 190, 201, 207, 216, 220, 224
  - não-esperado, 202, 206
  - não-evento, 207, 218
  - temporal, 182, 190, 207
- Fatores Chave de Sucesso, 46
- Fatos, 55, 140, 141
- Funções de Negócio, 81, 85, 275
- Furlan, José Davi, 304, 307
- IDEF0, 2, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 96, 97, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 148, 215, 294, 307
- IDEF1X, 150, 154, 155, 172, 173, 176, 177
- Interface com o Usuário, 25, 254, 255
- JAD, 2, 35, 55, 64, 66, 205, 260
- Martin, James, 173, 304
- McMenamim, 190, 304, 307
- Memória, 52, 150, 190, 210
- Microsoft, 26, 76, 259, 307

Modelagem Conceitual de Dados, 150, 151, 189  
 Modelo de Processo, 18, 19, 20, 21, 22, 49, 54, 71, 119, 146, 147, 220, 250  
 Modelo Funcional, 17, 190, 282  
 Palmer, 190, 304, 307  
 Pontos de Função, 41, 267, 272, 273, 283, 285  
     arquivos, **274**  
     **interfaces, 274**  
     saídas, 276  
 Pressman, 16, 305, 306, 308  
 Regras de Negócio, 81, 139, 143, 150  
 Relatórios, 159, 160, 207  
 Requerimentos  
     verdadeiros, 197  
 Requisitos, i, 19, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 48, 49, 50, 52, 55, 66, 68, 74, 79, 196, 197, 244, 246, 272  
 Requisitos falsos, 197  
 SAD, 8  
 SADT, 96, 294  
 SIG, 8  
 Sistemas de informação, 7  
 Tecnologia Interna Perfeita, 193  
 Tela, 219  
 Termos, 140, 141, 225, 287  
 Testes, 19, 272  
 Win-Win, 22  
 Yourdon, Edward, 191, 200, 222, 225, 226, 292, 294, 305, 308  
 Zachman, 32, 33