

UML2

UMA ABORDAGEM PRÁTICA

3ª EDIÇÃO

Gilleanes T. A. Guedes

Novatec

Copyright © 2009, 2011, 2018 da Novatec Editora Ltda.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998. É proibida a reprodução desta obra, mesmo parcial, por qualquer processo, sem prévia autorização, por escrito, do autor e da Editora.

Editor: Rubens Prates

Revisão de texto: Patrizia Zagni

Editoração eletrônica: Carolina Kuwabata

Capa: Victor Bittow

ISBN: 978-85-7522-646-9

Histórico de impressões:

Fevereiro/2018	Terceira edição
Fevereiro/2014	Quarta reimpressão
Julho/2013	Terceira reimpressão
Janeiro/2013	Segunda reimpressão
Janeiro/2012	Primeira reimpressão
Junho/2011	Segunda edição (ISBN: 978-85-7522-281-2)
Mai/2009	Primeira edição (ISBN: 978-85-7522-193-8)

Novatec Editora Ltda.

Rua Luís Antônio dos Santos 110

02460-000 – São Paulo, SP – Brasil

Tel.: +55 11 2959-6529

E-mail: novatec@novatec.com.br

Site: www.novatec.com.br

Twitter: twitter.com/novateceditora

Facebook: facebook.com/novatec

LinkedIn: linkedin.com/in/novatec

Sumário

Sobre o autor	17
Prefácio	18
Capítulo 1 ■ Introdução à UML.....	20
1.1 Breve Histórico da UML.....	20
1.2 Por que Modelar Software?	21
1.2.1 Modelo de Software – Uma Definição.....	22
1.2.2 Elicitação e Análise de Requisitos.....	22
1.2.3 Prototipação	25
1.2.4 Prazos e Custos	26
1.2.5 Projeto	27
1.2.6 Manutenção	28
1.2.7 Documentação Histórica	29
1.3 Por que Tantos Diagramas?	30
1.4 Rápido Resumo dos Diagramas da UML.....	30
1.4.1 Diagrama de Casos de Uso	31
1.4.2 Diagrama de Classes.....	32
1.4.3 Diagrama de Objetos	33
1.4.4 Diagrama de Pacotes	33
1.4.5 Diagrama de Sequência.....	35
1.4.6 Diagrama de Comunicação	36
1.4.7 Diagrama de Máquina de Estados	37
1.4.8 Diagrama de Atividade.....	38
1.4.9 Diagrama de Visão Geral de Interação	39
1.4.10 Diagrama de Componentes	40
1.4.11 Diagrama de Implantação	40
1.4.12 Diagrama de Estrutura Composta	41
1.4.13 Diagrama de Tempo ou de Temporização	42
1.4.14 Diagrama de Perfil.....	42
1.4.15 Síntese Geral dos Diagramas.....	43
1.5 Ferramentas CASE Baseadas na Linguagem UML.....	43
Capítulo 2 ■ Orientação a Objetos	45
2.1 Classificação, Abstração e Instanciação	45
2.2 Classes de Objetos	46
2.3 Atributos ou Propriedades	47

2.4 Operações, Métodos ou Comportamentos.....	48
2.5 Visibilidade.....	48
2.6 Herança.....	50
2.6.1 Herança Múltipla.....	51
2.7 Polimorfismo.....	52

Capítulo 3 ■ Diagrama de Casos de Uso 54

3.1 Atores.....	55
3.2 Como Identificar os Atores?	56
3.3 Casos de Uso	57
3.4 Documentação de Casos de Uso	58
3.5 Como Identificar os Casos de Uso?	60
3.6 Associações.....	61
3.7 Generalização/Especialização	62
3.8 Inclusão.....	65
3.9 Extensão.....	66
3.10 Restrições em Associações de Extensão.....	68
3.11 Pontos de Extensão.....	69
3.12 Multiplicidade no Diagrama de Casos de Uso.....	71
3.13 Estereótipos.....	71
3.14 Fronteira de Sistema.....	72
3.15 Exemplo de Diagrama de Casos de Uso – Sistema de Controle Bancário.....	72
3.16 Documentação do Diagrama de Casos de Uso do Sistema de Controle Bancário.....	75
3.16.1 Atores que Interagem com o Sistema.....	75
3.16.2 Documentação do Caso de Uso Abrir Conta Especial.....	75
3.16.3 Documentação do Caso de Uso Abrir Conta Poupança.....	76
3.16.4 Documentação do Caso de Uso Gerenciar Clientes.....	76
3.16.5 Documentação do Caso de Uso Realizar Depósito.....	77
3.16.6 Documentação do Caso de Uso Emitir Saldo.....	78
3.16.7 Documentação do Caso de Uso Emitir Extrato.....	78
3.16.8 Documentação do Caso de Uso Realizar Saque.....	79
3.16.9 Documentação do Caso de Uso Registrar Movimento.....	80
3.17 Exemplo de Diagrama de Casos de Uso – Sistema de Telefone Celular.....	81
3.17.1 Documentação do Caso de Uso Realizar Ligação.....	83
3.18 Exemplo de Diagrama de Casos de Uso – Sistema de Biblioteca.....	84
3.18.1 Documentação do Caso de Uso Locar Exemplos.....	86
3.19 Exemplo de Diagrama de Casos de Uso – Sistema de Clínica Veterinária.....	87
3.19.1 Documentação do Caso de Uso Atender à Consulta.....	88
3.20 Exemplo de Diagrama de Casos de Uso – Sistema de Controle de Advocacia.....	89
3.20.1 Documentação do Caso de Uso Gerenciar Processos.....	92
3.21 Exercícios Propostos.....	93
3.21.1 Sistema de Controle de Cinema.....	93
3.21.2 Sistema de Controle de Clube Social.....	93
3.21.3 Sistema de Locação de Veículos.....	94
3.21.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet.....	95
3.21.5 Sistema de Controle de Hotelaria.....	95
3.21.6 Sistema de Controle de Imobiliária.....	96

3.22 Resolução dos Exercícios	96
3.22.1 Resolução do Exercício Sistema de Controle de Cinema	96
3.22.2 Resolução do Exercício Sistema de Controle de Clube Social	98
3.22.3 Resolução do Exercício Sistema de Locação de Veículos	100
3.22.4 Resolução do Exercício Sistema para Controle de Leilão Via Internet	102
3.22.5 Resolução do Exercício Sistema de Controle de Hotelaria	105
3.22.6 Resolução do Exercício Sistema de Controle de Imobiliária	107

Capítulo 4 ■ Diagrama de Classes..... 112

4.1 Atributos e Métodos	113
4.2 Relacionamentos ou Associações	117
4.2.1 Associação Unária ou Reflexiva	118
4.2.2 Associação Binária	120
4.2.3 Associação Ternária ou N-ária	122
4.2.4 Agregação	123
4.2.5 Composição	123
4.2.6 Generalização/Especialização	124
4.2.7 Classe Associativa	126
4.2.8 Associação Qualificada	127
4.2.9 Dependência	128
4.2.10 Realização	129
4.3 Portas	130
4.4 Interfaces	131
4.4.1 Interfaces Fornecidas	131
4.4.2 Interfaces Requeridas	132
4.5 Restrições	133
4.5.1 Restrições em OCL (Object Constraint Language)	134
4.6 Estereótipos do Diagrama de Classes	141
4.6.1 Estereótipo <<enumeration>>	141
4.6.2 Estereótipos para Projeto Navegacional	142
4.6.3 Estereótipo <<boundary>>	144
4.6.4 Estereótipo <<control>>	145
4.6.5 Estereótipo <<entity>>	148
4.7 Exemplo de Diagrama de Classes (Modelo Conceitual) – Sistema de Controle Bancário	150
4.8 Como Identificar Classes	154
4.9 Exemplo de Modelo de Domínio	156
4.10 Exemplo de Diagrama de Classes – Sistema de Telefone Celular	160
4.11 Exemplo de Diagrama de Classes – Sistema de Biblioteca	164
4.12 Exemplo de Diagrama de Classes – Sistema de Clínica Veterinária	167
4.13 Exemplo de Diagrama de Classes – Sistema de Controle de Advocacia	169
4.14 Persistência	173
4.15 Mapeamento de Classes em Tabelas	174
4.15.1 Estereótipo Table	174
4.15.2 Associações e Chaves Estrangeiras	175
4.16 Padrão Repository	185
4.17 Padrão DAO (Data Access Object)	186

4.18 Exercícios Propostos	188
4.18.1 Sistema de Controle de Cinema.....	188
4.18.2 Sistema de Controle de Clube Social.....	189
4.18.3 Sistema de Locação de Veículos.....	189
4.18.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet	190
4.18.5 Sistema de Controle de Hotelaria.....	190
4.18.6 Sistema de Controle de Imobiliária	191
4.19 Solução dos Exercícios	192
4.19.1 Sistema de Controle de Cinema.....	192
4.19.2 Sistema de Controle de Clube Social	194
4.19.3 Sistema de Locação de Veículos.....	195
4.19.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet.....	197
4.19.5 Sistema de Controle de Hotelaria	198
4.19.6 Sistema de Controle de Imobiliária.....	201

Capítulo 5 ■ Diagrama de Objetos..... 204

5.1 Objeto.....	204
5.2 Vínculos.....	205
5.3 Dependência com Estereótipo <<instanceOf>>	206
5.4 Exemplo de Diagrama de Objetos	206

Capítulo 6 ■ Diagrama de Pacotes..... 208

6.1 Pacotes	208
6.2 Dependência.....	210
6.3 Pacotes Contendo Pacotes.....	211
6.4 Estereótipos Aplicados a Pacotes	211
6.5 Representação de Camadas do Modelo por Meio de Pacotes	213

Capítulo 7 ■ Diagrama de Sequência..... 215

7.1 Atores	215
7.2 Lifelines	216
7.3 Mensagens ou Estímulos	217
7.3.1 Mensagens entre Atores	218
7.3.2 Mensagens entre Lifelines	218
7.3.3 Mensagens de Retorno	219
7.3.4 Mensagens Construtoras.....	220
7.3.5 Mensagens Destrutoras.....	221
7.3.6 Autochamadas ou Autodelegações	221
7.3.7 Mensagens Assíncronas.....	222
7.3.8 Restrição de Duração	223
7.3.9 Mensagens Perdidas e Mensagens Encontradas	224
7.4 Portas	225
7.5 Fragmentos de Interação	226
7.6 Usos de Interação (Ocorrências de Interação antes da UML 2.1.1).....	227
7.7 Portões (Gates)	230

7.8	Fragmentos Combinados e Operadores de Interação.....	230
7.9	Invariante de Estado (StateInvariant)	237
7.10	Exemplos de Diagramas de Sequência para o Sistema de Controle Bancário	238
7.10.1	Processo de Abertura de Conta Comum – Modelo Preliminar	238
7.10.2	Processo de Abertura de Conta Comum – Modelo Detalhado.....	239
7.10.3	Processo de Realizar Depósito	241
7.10.4	Processo de Emissão de Extrato	242
7.11	Padrões Repository e DAO	243
7.12	Exemplo de Diagrama de Sequência – Processo de Realizar Ligação para o Sistema de Telefone Celular	244
7.13	Exemplo de Diagrama de Sequência – Processo de Locação de Exemplares para o Sistema de Biblioteca	246
7.14	Exemplo de Diagrama de Sequência – Processo de Atendimento de Consulta para o Sistema de Clínica Veterinária	247
7.15	Exemplo de Diagrama de Sequência – Funcionalidade para Gerenciamento de Processos do Sistema de Controle de Advocacia	248
7.16	Exercícios Propostos.....	251
7.16.1	Sistema de Controle de Cinema – Processo de Venda de Ingressos.....	251
7.16.2	Sistema de Controle de Clube Social – Processo de Pagamento de Mensalidade	252
7.16.3	Sistema de Locação de Veículos – Processo de Locação de Veículo	252
7.16.4	Sistema para Controle de Leilão Via Internet – Processo de Realizar Leilão.....	252
7.16.5	Sistema de Controle de Hotelaria – Processo de Pagamento de Diárias	253
7.16.6	Sistema de Controle de Imobiliária – Processo de Venda de Imóvel.....	253
7.17	Solução dos Exercícios.....	254
7.17.1	Sistema de Controle de Cinema – Processo de Venda de Ingressos	254
7.17.2	Sistema de Controle de Clube Social – Processo de Pagamento de Mensalidade.....	255
7.17.3	Sistema de Locação de Veículos – Processo de Locação de Veículo	256
7.17.4	Sistema para Controle de Leilão Via Internet – Processo de Realizar Leilão	257
7.17.5	Sistema de Controle de Hotelaria – Processo de Pagamento de Diárias	259
7.17.6	Sistema de Controle de Imobiliária	261

Capítulo 8 ■ Diagrama de Comunicação 263

8.1	Lifelines	263
8.2	Vínculos	264
8.3	Mensagens.....	264
8.4	Atores	265
8.5	Autochamada.....	266
8.6	Exemplo de diagrama de comunicação – Processo de Emissão de Saldo	266
8.7	Condições de Guarda e Iterações	267
8.8	Exercícios Propostos.....	269
8.9	Solução dos Exercícios	269
8.9.1	Sistema de Controle de Cinema – Processo de Venda de Ingressos	269
8.9.2	Sistema de Controle de Clube Social – Processo de Pagamento de Mensalidade	270
8.9.3	Sistema de Locação de Veículos – Processo de Locação de Veículo.....	271
8.9.4	Sistema para Controle de Leilão Via Internet – Processo de Realizar Leilão.....	272
8.9.5	Sistema de Controle de Imobiliária – Processo de Venda de Imóvel	273

Capítulo 9 ■ Diagrama de Máquina de Estados	274
9.1 Estado	274
9.1.1 Estado Simples	274
9.2 Transições	275
9.3 Estado Inicial	275
9.4 Estado Final	276
9.5 Exemplo de Diagrama de Máquina de Estados – Processo de Emissão de Saldo	276
9.6 Atividades internas	277
9.7 Transições Internas	279
9.8 Autotransições	279
9.9 Pseudoestado de Escolha	280
9.10 Barra de Bifurcação/União	282
9.11 Estados Compostos	283
9.12 Pseudoestado de História	284
9.13 Estados Compostos Ortogonais	285
9.14 Estado de Sincronismo	286
9.15 Estado de Submáquina	287
9.16 Pseudoestado de Junção	287
9.17 Pseudoestado de Ponto de Entrada e Pseudoestado de Ponto de Saída	288
9.18 Pseudoestado de Término	290
9.19 Exemplo de Diagrama de Máquina de Estados – Emitir Extrato	290
9.20 Exemplo de Diagrama de Máquina de Estados – Realizar Depósito	291
9.21 Exemplo de Diagrama de Máquina de Estados – Realizar Saque	292
9.22 Exemplo de Diagrama de Máquina de Estados – Encerrar Conta	293
9.23 Exercícios Propostos	295
9.23.1 Sistema de Controle de Cinema – Processo de Venda de Ingressos	295
9.23.2 Sistema de Controle de Clube Social – Processo de Pagamento de Mensalidade	295
9.23.3 Sistema de Locação de Veículos – Processo de Locação de Veículo	296
9.23.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet – Processo de Realizar Leilão	296
9.23.5 Sistema de Controle de Hotelaria – Processo de Pagamento de Diárias	297
9.23.6 Sistema de Controle de Imobiliária – Processo de Venda de Imóvel	297
9.24 Solução dos Exercícios	297
9.24.1 Sistema de Controle de Cinema – Processo de Venda de Ingressos	297
9.24.2 Sistema de Controle de Clube Social – Processo de Pagamento de Mensalidade	299
9.24.3 Sistema de Locação de Veículos – Processo de Locação de Veículo	300
9.24.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet – Processo de Realizar Leilão	301
9.24.5 Sistema de Controle de Hotelaria – Processo de Pagamento de Diárias	303
9.24.6 Sistema de Controle de Imobiliária – Processo de Venda de Imóvel	304
Capítulo 10 ■ Diagrama de Atividade	306
10.1 Atividade	307
10.2 Nó de Ação	307
10.3 Fluxo de Controle	308
10.4 Nó Inicial	308
10.5 Nó de Final de Atividade	309
10.6 Nó de Decisão	309

10.7 Exemplo Simples de Diagrama de Atividade.....	310
10.8 Nó de Bifurcação/União	311
10.9 Final de Fluxo	311
10.10 Fluxo de Objetos.....	312
10.11 Nó de Objeto.....	312
10.12 Alfinetes (Pins)	313
10.13 Nó de Parâmetro de Atividade.....	313
10.14 Nó de Buffer Central.....	315
10.15 Nó de Repositório de Dados (Data Store Node)	315
10.16 Exceções	316
10.17 Ação de Envio de Sinal (Ação de Objeto de Envio na versão 2.0)	316
10.18 Ação de Evento de Aceitação	316
10.19 Ação de Evento de Tempo de Aceitação.....	317
10.20 Ação de Chamada de Comportamento	318
10.21 Ação de Chamada de Operação.....	319
10.22 Partição de Atividade	319
10.23 Região de Atividade Interrompível	320
10.24 Nó de Atividade Estruturada	321
10.24.1 Nós Condicionais	322
10.24.2 Nós de Laço	323
10.25 Região de Expansão	324
10.26 Conectores	325
10.27 Exemplo de Diagrama de Atividade – Emitir Extrato.....	326
10.28 Exemplo de Diagrama de Atividade – Realizar Depósito	328
10.29 Exemplo de Diagrama de Atividade – Realizar Saque.....	328
10.30 Exercícios Propostos.....	329
10.30.1 Sistema de Controle de Cinema – Processo de Venda de Ingressos	329
10.30.2 Sistema de Controle de Clube Social – Processo de Pagamento de Mensalidade	330
10.30.3 Sistema de Locação de Veículos – Processo de Locação de Veículo	330
10.30.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet – Processo de Realizar Leilão	331
10.30.5 Sistema de Controle de Hotelaria – Processo de Pagamento de Diárias	331
10.30.6 Sistema de Controle de Imobiliária – Processo de Venda de Imóvel.....	332
10.31 Solução dos Exercícios	332
10.31.1 Sistema de Controle de Cinema – Processo de Venda de Ingressos	332
10.31.2 Sistema de Controle de Clube Social – Processo de Pagamento de Mensalidade	333
10.31.3 Sistema de Locação de Veículos – Processo de Locação de Veículo.....	335
10.31.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet – Processo de Realizar Leilão.....	337
10.31.5 Sistema de Controle de Hotelaria – Processo de Pagamento de Diárias.....	339
10.31.6 Sistema de Controle de Imobiliária – Processo de Venda de Imóvel	340

Capítulo 11 ■ Diagrama de Visão Geral de Interação 342

11.1 Exemplo de Diagrama de Visão Geral de Interação – Processo Geral de Conclusão de Pedido – Sistema de Livraria Digital	344
11.2 Exercícios Propostos.....	345
11.2.1 Sistema de Controle de Clube Social – Processo Geral de Associação	345
11.2.2 Sistema de Controle de Hotel – Processo Geral de Encerramento de Estada.....	345

11.3 Solução dos Exercícios	346
11.3.1 Sistema de Controle de Clube Social – Processo Geral de Associação	346
11.3.2 Sistema de Controle de Hotel – Processo Geral de Encerramento de Estada.....	347

Capítulo 12 ■ Diagrama de Componentes 349

12.1 Componente.....	349
12.2 Interfaces Fornecidas e Requeridas	351
12.3 Classes e Componentes Internos	352
12.3.1 Portas	353
12.4 Exemplo de Diagrama de Componentes – Sistema de Controle Bancário	353
12.5 Exercícios Propostos	355
12.5.1 Sistema de Controle de Cinema	355
12.5.2 Sistema de Controle de Clube Social	355
12.5.3 Sistema de Locação de Veículos.....	356
12.5.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet	356
12.5.5 Sistema de Controle de Hotelaria.....	356
12.5.6 Sistema de Controle de Imobiliária	357
12.6 Solução dos Exercícios	357
12.6.1 Sistema de Controle de Cinema	357
12.6.2 Sistema de Controle de Clube Social.....	358
12.6.3 Sistema de Locação de Veículos.....	359
12.6.4 Sistema para Controle de Leilão Via Internet	359
12.6.5 Sistema de Controle de Hotelaria.....	360
12.6.6 Sistema de Controle de Imobiliária	361

Capítulo 13 ■ Diagrama de Implantação 363

13.1 Nós	363
13.2 Estereótipos.....	365
13.3 Associações.....	366
13.4 Exemplo de Diagrama de Implantação.....	366
13.5 Artefatos	367
13.6 Especificação de Implantação	369
13.7 Exemplo de Diagrama de Implantação contendo Artefatos	369
13.8 Nós Contendo Pacotes	370
13.9 Exercícios Propostos	370
13.9.1 Sistema para Controle de Leilão Via Internet	371
13.10 Solução dos Exercícios.....	371
13.10.1 Sistema para Controle de Leilão Via Internet	371

Capítulo 14 ■ Diagrama de Estrutura Composta 373

14.1 Colaborações	373
14.2 Papéis	374
14.3 Ocorrência de Colaboração	375
14.4 Portas.....	377
14.5 Propriedades e Partes	377

Capítulo 15 ■ Diagrama de Tempo ou de Temporização 379**Capítulo 16 ■ Diagrama de Perfil 381**

16.1 Conceitos Básicos: Modelos, Metamodelos e Metaclasses	381
16.1.1 Metaclasses Classifier	383
16.1.2 Metaclasses BehavedClassifier	383
16.1.3 Metaclasses NameSpace	383
16.1.4 Metaclasses NamedElement	383
16.1.5 Metaclasses DirectedRelationship	383
16.1.6 Metaclasses Constraint	383
16.1.7 Metaclasses RedefinableElement	384
16.2 Criação de Perfis.....	384
16.3 Estereótipos.....	384
16.4 Extensão	385

Capítulo 17 ■ Estudo de Caso – Sistema de Pizzaria Online – PizzaNet 387

17.1 Descrição do Problema	387
17.2 Solução do Problema	391
17.2.1 Diagramas de Casos de Uso	391
17.2.2 Documentação dos Diagramas de Casos de Uso da PizzaNet.....	396
17.2.3 Diagrama de Classes – Modelo de Domínio	406
17.2.4 Diagrama de Objetos	415
17.2.5 Diagrama de Pacotes da PizzaNet	416
17.2.6 Diagramas de Sequência da PizzaNet	416
17.2.7 Diagrama de Comunicação Escolher Pizza	436
17.2.8 Diagramas de Máquinas de Estados da PizzaNet.....	436
17.2.9 Diagramas de Atividade da PizzaNet	458
17.2.10 Diagrama de Visão Geral de Interação – Realizar Pedido.....	484
17.2.11 Diagrama de Componentes da PizzaNet.....	486
17.2.12 Diagrama de Implantação da PizzaNet.....	487

Capítulo 18 ■ A UML 2.5 489

18.1 Áreas Semânticas	489
18.2 Conceitos Básicos: Modelos, Metamodelos e Metaclasses	490
18.3 Estrutura Comum	490
18.3.1 Raiz (Root)	490
18.3.1.1 Metaclasses Element	491
18.3.1.2 Metaclasses Comment	491
18.3.1.3 Metaclasses Relationship	492
18.4 Metaclasses Utilizadas para a Modelagem de Classes	492
18.4.1 Metaclasses Classifier	493
18.4.2 Metaclasses StructuredClassifier	493
18.4.3 Metaclasses EncapsulatedClassifier	493
18.4.4 Metaclasses BehavedClassifier	493

18.4.5 Metaclassa StructuralFeature.....	494
18.4.6 Metaclassa BehavioralFeature	494
18.4.7 Metaclassa Property	494
18.4.8 Metaclassa Operation.....	494
18.4.9 Metaclassa Reception	494
18.4.10 Metaclassa Extension.....	494