

# Sumário

<b>Capítulo 1</b>	<b>Introdução</b>	1
1.0	Sumário executivo.	1
1.1	Introdução	2
1.2	O atual modelo de negócios da indústria da construção.	2
1.2.1	Projeto-Concorrência-Construção (DBB)	4
1.2.2	Projeto e Construção (DB)	6
1.2.3	Construção por Administração com Risco para a Gerenciadora (CM@R)	7
1.2.4	Desenvolvimento Integrado de Empreendimentos (IPD)	7
1.2.5	Que tipo de contratação de construção é melhor quando o BIM é utilizado?.	9
1.3	Ineficiências documentadas das abordagens tradicionais	10
1.3.1	Estudo do CIFE sobre a produtividade do trabalho na indústria da construção.	10
1.3.2	Estudo do NIST sobre o custo da ineficiência da indústria da construção	12
1.4	BIM: novas ferramentas e novos processos	13
1.4.1	Plataformas e ferramentas BIM	13
1.4.2	Processos BIM	14
1.4.3	Definição de objetos paramétricos.	17
1.4.4	Suporte à colaboração da equipe do empreendimento	18
1.5	O BIM como uma plataforma do ciclo de vida	18
1.6	O que não é uma plataforma BIM	20
1.7	Quais são os benefícios do BIM? Quais problemas ele busca resolver?	20
1.7.1	Benefícios pré-construção para o proprietário	21
1.7.2	Os benefícios para projetar	21
1.7.3	Benefícios à construção e à fabricação	23
1.7.4	Benefícios pós-construção	25
1.8	O BIM e a construção enxuta ( <i>lean</i> ).	25

1.9	Quais desafios podem ser esperados? . . . . .	28
1.9.1	Desafios de colaboração e equipes . . . . .	28
1.9.2	Mudanças legais na propriedade e produção da documentação . . . . .	29
1.9.3	Mudanças na prática e no uso da informação. . . . .	29
1.9.4	Questões ligadas à implantação . . . . .	29
1.10	Futuro do projeto e construção com o BIM . . . . .	30
1.11	Estudos de caso . . . . .	30
	Questões para discussão do Capítulo 1 . . . . .	31
<b>Capítulo 2</b>	<b>Principais Tecnologias e Aplicativos . . . . .</b>	<b>32</b>
2.0	Sumário executivo. . . . .	32
2.1	A evolução para a modelagem paramétrica baseada em objetos . . . . .	33
2.1.1	Primeiras modelagens 3D . . . . .	34
2.1.2	Níveis de modelagem paramétrica . . . . .	44
2.1.3	Objetos paramétricos e bibliotecas predefinidos <i>versus</i> definidos pelo usuário. . . . .	45
2.2	Além dos formatos paramétricos . . . . .	48
2.2.1	Manipulação de propriedades e atributos . . . . .	48
2.2.2	Geração de desenhos . . . . .	50
2.2.3	Escalabilidade . . . . .	52
2.2.4	Gerenciamento de objetos e <i>links</i> . . . . .	53
2.2.5	Algumas perguntas frequentes. . . . .	55
2.3	Ambientes, plataformas e ferramentas BIM. . . . .	57
2.3.1	Considerações sobre os aplicativos de projeto BIM . . . . .	59
2.3.2	Considerações para um ambiente BIM . . . . .	62
2.4	Verificação do modelo BIM e de sua qualidade . . . . .	62
2.5	Plataformas BIM . . . . .	64
2.5.1	Allplan . . . . .	65
2.5.2	ArchiCAD. . . . .	66
2.5.3	Bentley Systems . . . . .	67
2.5.4	DESTINI Profiler. . . . .	69
2.5.5	Digital Project . . . . .	70
2.5.6	Revit. . . . .	72
2.5.7	Tekla Structures . . . . .	73
2.5.8	Vectorworks . . . . .	74
2.5.9	Aplicativos baseados em AutoCAD . . . . .	75

---

2.6	Aplicativos de revisão de projeto . . . . .	76
2.6.1	Visualizadores de modelos . . . . .	77
2.6.2	Ferramentas para integração de modelos . . . . .	79
2.6.3	Ferramentas de verificação de modelo . . . . .	80
2.7	Conclusão . . . . .	83
	Questões para discussão do Capítulo 2 . . . . .	84
<b>Capítulo 3</b>	<b>Colaboração e Interoperabilidade . . . . .</b>	<b>85</b>
3.0	Sumário executivo . . . . .	85
3.1	Introdução . . . . .	86
3.2	Diferentes tipos de métodos de intercâmbio de dados . . . . .	88
3.3	Informação básica sobre modelos de dados de produtos . . . . .	95
3.3.1	Linguagens de modelagem . . . . .	95
3.3.2	ISO-STEP na construção de edificações . . . . .	96
3.3.3	buildingSMART e IFC . . . . .	100
3.3.4	O que é o IFC? . . . . .	100
3.3.5	IDM e MVD . . . . .	105
3.4	Outros esforços de apoio à padronização . . . . .	107
3.4.1	buildingSMART Data Dictionary . . . . .	107
3.4.2	OmniClass . . . . .	107
3.4.3	COBie . . . . .	108
3.4.4	Esquemas baseados em XML . . . . .	110
3.5	A evolução do intercâmbio baseado em arquivo para servidores BIM . . . . .	112
3.5.1	Transações de projeto e sincronização . . . . .	113
3.5.2	Funcionalidade dos servidores BIM . . . . .	118
3.5.3	Sobre o servidor BIM . . . . .	121
3.6	Tecnologias de interface . . . . .	124
3.6.1	Abordagens semiautomáticas . . . . .	125
3.6.2	Abordagens semânticas . . . . .	126
	Questões para discussão do Capítulo 3 . . . . .	128
<b>Capítulo 4</b>	<b>BIM para Proprietários e Administradores de Edificações . . . . .</b>	<b>130</b>
4.0	Sumário executivo . . . . .	130
4.1	Introdução: por que os proprietários devem se interessar pelo BIM . . . . .	131
4.2	O papel do proprietário em um projeto BIM . . . . .	133
4.2.1	Avaliação de projeto . . . . .	133

4.2.2	A complexidade da infraestrutura e do ambiente da construção. . . . .	139
4.2.3	Sustentabilidade . . . . .	140
4.2.4	Entidades de construção públicas: diretrizes de adoção do BIM. . . . .	140
4.3	Gestão de custo e tempo. . . . .	142
4.3.1	Gestão de custos . . . . .	142
4.3.2	Tempo para o lançamento: gestão de cronograma . . . . .	144
4.3.3	Gerenciamento de informações de ativos e de <i>facilities</i> . . . . .	148
4.3.4	Guia de ferramentas BIM para proprietários. . . . .	150
4.3.5	Ferramentas BIM para estimativas de custo. . . . .	150
4.3.6	Ferramentas de gestão de <i>facilities</i> e ativos. . . . .	150
4.3.7	Ferramentas de simulação da operação. . . . .	154
4.4	Um modelo da edificação para proprietários e gerentes de <i>facilities</i> . . . . .	154
4.4.1	O conteúdo das informações de um modelo BIM-FM. . . . .	154
4.4.2	Abordagens alternativas à criação de um modelo BIM-FM. . . . .	156
4.4.3	Classificação dos dados do modelo e padrões. . . . .	157
4.5	Conduzindo a implementação do BIM em um empreendimento. . . . .	160
4.5.1	Desenvolva diretrizes para o uso do BIM nos empreendimentos . . . . .	162
4.5.2	Construindo liderança e conhecimento internos . . . . .	164
4.5.3	Seleção de prestadores de serviços . . . . .	165
4.5.4	Providencie um espaço comum para o pessoal de projeto e construção (“Big Room”). . . . .	167
4.6	Barreiras à implementação do BIM: riscos e mitos comuns . . . . .	167
4.7	Questões a serem consideradas pelos proprietários ao adotarem o BIM. . . . .	171
	Questões para discussão do Capítulo 4. . . . .	173
<b>Capítulo 5</b>	<b>BIM para Arquitetos e Engenheiros . . . . .</b>	<b>175</b>
5.0	Sumário executivo. . . . .	175
5.1	Introdução . . . . .	177

5.2	Escopo dos serviços de projeto . . . . .	179
5.2.1	Formas colaborativas de entrega de projeto . . . . .	180
5.2.2	O conceito de desenvolvimento da informação . . . . .	182
5.2.3	Projetos de construção civil e infraestrutura . . . . .	184
5.3	Uso do BIM no processo de elaboração de projetos . . . . .	186
5.3.1	Projeto conceitual . . . . .	187
5.3.2	Pré-fabricação . . . . .	197
5.3.3	Análise, simulação e otimização . . . . .	197
5.3.4	Modelos de edificação no nível da construção . . . . .	204
5.3.5	Integração projeto e construção . . . . .	211
5.3.6	Revisão de projeto . . . . .	212
5.4	Modelos de objetos da construção e bibliotecas . . . . .	215
5.4.1	Incorporando <i>expertise</i> nos componentes de construção . . . . .	216
5.4.2	Biblioteca de objetos . . . . .	217
5.4.3	Portais BOM . . . . .	220
5.4.4	Bibliotecas no computador/rede local . . . . .	221
5.5	Considerações na adoção para a prática de projeto . . . . .	223
5.5.1	Justificativas e seleção da plataforma . . . . .	223
5.5.2	Utilização em fases . . . . .	225
	Questões para discussão do Capítulo 5 . . . . .	226

<b>Capítulo 6</b>	<b>BIM para Construtores . . . . .</b>	<b>228</b>
6.0	Sumário executivo . . . . .	228
6.1	Introdução . . . . .	230
6.2	Tipos de firmas de construção . . . . .	231
6.3	Quais informações os construtores querem do BIM . . . . .	232
6.4	Processo de mudança para o BIM . . . . .	234
6.4.1	Construção mais enxuta . . . . .	234
6.4.2	Menos papel na construção . . . . .	236
6.4.3	Aumento na distribuição do trabalho . . . . .	237
6.5	Desenvolvendo um modelo BIM para construção . . . . .	237
6.5.1	Detalhamento para produção . . . . .	239
6.5.2	Escritório de projeto compartilhado (“Big Room”) no canteiro de obras . . . . .	240
6.6	Utilizando um modelo da informação da construção para o construtor . . . . .	241
6.7	3D: visualização e coordenação . . . . .	242

6.8	4D: Análise e planejamento da construção . . . . .	245
6.8.1	Modelos 4D para dar suporte ao planejamento da construção . . . . .	246
6.8.2	Benefícios dos modelos 4D . . . . .	249
6.8.3	Ferramentas BIM com capacidades 4D . . . . .	250
6.8.4	Questões e diretrizes para planejamento e programação suportados por BIM . . . . .	254
6.9	5D: levantamento de quantitativos e estimativa de custos . . . . .	255
6.9.1	Extração de quantidades a partir dos modelos BIM para orçamentação . . . . .	257
6.9.2	Diretrizes e questões sobre implementação de BIM para dar suporte ao levantamento de quantitativos e orçamentação . . . . .	258
6.10	Planejamento e controle da produção . . . . .	260
6.11	Fabricação fora do canteiro de obras e construção modular . . . . .	261
6.12	BIM no canteiro de obras . . . . .	262
6.12.1	Entrega de informações de projeto em campo. . . . .	263
6.12.2	Coordenação da produção . . . . .	267
6.12.3	Levantamento das condições <i>in loco</i> . . . . .	268
6.13	Controle de custos e cronograma, e outras funções gerenciais . . . . .	270
6.14	Comissionamento e entrega de informações. . . . .	272
	Questões para discussão do Capítulo 6. . . . .	273
<b>Capítulo 7</b>	<b>BIM para Subempreiteiros e Fabricantes . . . . .</b>	<b>275</b>
7.0	Sumário executivo. . . . .	275
7.1	Introdução . . . . .	276
7.2	Tipos de subempreiteiros e fabricantes. . . . .	278
7.2.1	Serviços de subempreiteiros . . . . .	279
7.2.2	Fornecedores de componentes padrão e produzidos sob encomenda . . . . .	280
7.2.3	Fabricantes de componentes projetados sob encomenda. . . . .	281
7.2.4	Prestadores de serviços de projeto e coordenadores especialistas . . . . .	282
7.2.5	Serviço completo de projeto e construção pré-fabricada e construção modular. . . . .	283

---

7.3	Os benefícios de um processo BIM para fabricantes subempreiteiros . . . . .	283
7.3.1	<i>Marketing</i> e licitações . . . . .	285
7.3.2	Tempos de ciclo de produção reduzidos . . . . .	286
7.3.3	Erros reduzidos de coordenação de projeto . . . . .	287
7.3.4	Menores custos de engenharia e detalhamento . . . . .	291
7.3.5	Aumento da utilização de tecnologias de produção automatizada. . . . .	292
7.3.6	Aumento da pré-montagem, pré-fabricação e construção modular. . . . .	293
7.3.7	Controle de qualidade, gerenciamento da cadeia de suprimentos e manutenção no ciclo de vida. . . . .	296
7.4	Requisitos genéricos do sistema BIM para fabricantes. . . . .	298
7.4.1	Peças e relações paramétricas e personalizáveis . . . . .	298
7.4.2	Relatório de componentes para fabricação. . . . .	302
7.4.3	Interface com sistemas de informações gerenciais. . . . .	303
7.4.4	Interoperabilidade. . . . .	303
7.4.5	Visualização de informação . . . . .	304
7.4.6	Automação das tarefas de fabricação . . . . .	304
7.5	Requisitos específicos de BIM para fabricação . . . . .	305
7.5.1	Fabricantes tradicionais de componentes PSE . . . . .	306
7.5.2	Construção modular. . . . .	314
7.5.3	Impressão 3D e construção robótica . . . . .	315
7.6	Adoção do BIM em operação de fabricação . . . . .	317
7.6.1	Estabelecimento de metas apropriadas. . . . .	317
7.6.2	Atividades para adoção. . . . .	318
7.6.3	Planejamento do ritmo de mudança . . . . .	320
7.6.4	Considerações sobre recursos humanos . . . . .	321
	Questões para discussão do Capítulo 7. . . . .	322
<b>Capítulo 8</b>	<b>Facilitadores da Adoção e da Implementação BIM . . . . .</b>	<b>323</b>
8.0	Sumário executivo. . . . .	323
8.1	Introdução . . . . .	324

8.2	Mandatos BIM . . . . .	324
8.2.1	Significância dos mandatos BIM por parte do governo . . . . .	325
8.2.2	O <i>status</i> de mandatos BIM governamentais ao redor do mundo . . . . .	325
8.2.3	Motivações . . . . .	327
8.2.4	Requisitos BIM. . . . .	328
8.2.5	Desafios e considerações . . . . .	329
8.3	<i>Roadmaps</i> , Modelos de Maturidade e Medidas BIM. . . . .	330
8.3.1	<i>Roadmaps</i> BIM . . . . .	330
8.3.2	Modelos de maturidade BIM. . . . .	335
8.3.3	Medidas BIM . . . . .	339
8.4	GUIAS BIM. . . . .	340
8.4.1	Guias BIM por região e organização. . . . .	340
8.4.2	Guias BIM por tópico . . . . .	342
8.5	Educação e treinamento BIM. . . . .	345
8.5.1	Transição dos funcionários sêniores . . . . .	346
8.5.2	Funções e responsabilidades BIM . . . . .	346
8.5.3	Programas de treinamento e certificação pelo setor da construção . . . . .	349
8.5.4	Programas de ensino universitários . . . . .	355
8.5.5	Considerações para o treinamento e desenvolvimento . . . . .	356
8.6	Questões legais, de segurança e melhores práticas . . . . .	358
8.6.1	Questões legais e de propriedade intelectual . . . . .	358
8.6.2	Segurança cibernética para o BIM. . . . .	360
8.6.3	As melhores práticas e outras questões sociais . . . . .	361
	Agradecimentos . . . . .	361
	Questões para discussão do Capítulo 8. . . . .	362
<b>Capítulo 9</b>	<b>O Futuro: Construindo com o BIM . . . . .</b>	<b>364</b>
9.0	Sumário executivo. . . . .	364
9.1	Introdução . . . . .	366
9.2	O BIM antes de 2000: Previsão de tendências. . . . .	367
9.3	Desenvolvimento e impacto do BIM: 2000 a 2017. . . . .	370
9.3.1	Impactos sobre os proprietários: opções melhores, confiabilidade melhor . . . . .	371
9.3.2	Impacto do BIM nas profissões de projeto. . . . .	373
9.3.3	O impacto nas construtoras. . . . .	373



---

9.3.4	O impacto nos fornecedores de materiais e componentes de construção . . . . .	374
9.3.5	O impacto no ensino da construção: educação integrada . . . . .	374
9.3.6	O impacto nas autoridades legais: acesso e análise do modelo . . . . .	375
9.3.7	O impacto na documentação do projeto: desenhos sob demanda . . . . .	375
9.3.8	O impacto nas ferramentas BIM: mais integração, mais especialização, mais informações . . . . .	376
9.4	As tendências atuais . . . . .	376
9.4.1	Tendências do processo . . . . .	377
9.4.2	Tendências da tecnologia . . . . .	381
9.4.3	Tendências do processo integrativo e da tecnologia . . . . .	382
9.4.4	Tendências nas pesquisas sobre BIM . . . . .	383
9.4.5	Os obstáculos à mudança. . . . .	385
9.5	Visão para 2025 . . . . .	386
9.5.1	O projeto e a construção totalmente digitais . . . . .	387
9.5.2	Uma nova cultura de inovação na construção . . . . .	388
9.5.3	Construção <i>offsite</i> (fora do canteiro ou industrializada) . . . . .	389
9.5.4	Regulação da construção: conferência de códigos automatizada . . . . .	390
9.5.5	Inteligência artificial na construção civil . . . . .	391
9.5.6	Globalização . . . . .	393
9.5.7	Suporte para a construção sustentável . . . . .	393
9.6	Além de 2025 . . . . .	394
	Agradecimentos . . . . .	397
	Questões para discussão do Capítulo 9. . . . .	397
<b>Capítulo 10</b>	<b>Estudos de Caso do BIM . . . . .</b>	<b>398</b>
10.0	Introdução . . . . .	398
	Agradecimentos . . . . .	401
10.1	Hyundai Motorstudio, Goyang, Coreia do Sul . . . . .	404
10.1.1	Visão geral do projeto . . . . .	404
10.1.2	Arranjo espacial complexo: a coordenação do projeto baseada no BIM . . . . .	406
10.1.3	Exterior padronizado de forma livre: geração de painéis (painelização) . . . . .	408

10.1.4	Estrutura de megatreliça: escaneamento a laser . . . . .	410
10.1.5	Lacuna de percepção entre participantes: realidade virtual (VR) e simulação 4D. . . . .	414
10.1.6	Necessidades de redução de cronograma: pré-fabricação de múltiplas especialidades. . . . .	417
10.1.7	Lições aprendidas e conclusão . . . . .	419
	Agradecimentos . . . . .	420
10.2	Hospital Saint Joseph, Denver, Estados Unidos . . . . .	420
10.2.1	Estrutura organizacional e acordo de colaboração . . . . .	421
10.2.2	O Plano de Execução BIM . . . . .	422
10.2.3	Simulações e análises . . . . .	426
10.2.4	Suporte do BIM para a pré-fabricação . . . . .	426
10.2.5	Garantir as métricas ajuda a informar esforços futuros . . . . .	429
10.2.6	Riscos e benefícios à segurança decorrentes do uso do BIM e da pré-fabricação . . . . .	430
10.2.7	BIM no canteiro de obras . . . . .	431
10.2.8	BIM para gerenciamento das instalações . . . . .	431
10.2.9	Lições aprendidas: melhores práticas . . . . .	432
	Agradecimentos . . . . .	433
	Recursos <i>on-line</i> . . . . .	433
10.3	Residência estudantil da Nanyang Technological University, Cingapura . . . . .	434
10.3.1	Introdução . . . . .	434
10.3.2	Visão geral do projeto . . . . .	434
10.3.3	Organização e gerenciamento do projeto . . . . .	438
10.3.4	Fluxo de trabalho de PPVC . . . . .	438
10.3.5	Implementação do BIM. . . . .	443
10.3.6	Biblioteca PPVC paramétrica. . . . .	444
10.3.7	Realização de benefícios . . . . .	453
10.3.8	Conclusão e lições aprendidas . . . . .	455
	Agradecimentos . . . . .	457
10.4	Mapletree Business City II, Cingapura . . . . .	457
10.4.1	Introdução . . . . .	457
10.4.2	Questões de comunicação e colaboração . . . . .	463
10.4.3	Reuniões de coordenação do BIM . . . . .	464
10.4.4	Planejando a execução do BIM. . . . .	467
10.4.5	Intercâmbio de dados . . . . .	467

---

10.4.6	Ganhos de produtividade . . . . .	468
10.4.7	Usos inovadores do BIM . . . . .	470
10.4.8	Simulações e análises . . . . .	476
10.4.9	O BIM no canteiro de obras . . . . .	479
10.4.10	Conclusão . . . . .	487
	Agradecimentos . . . . .	489
10.5	Aeroporto Internacional Príncipe Mohammad Bin Abdulaziz, Medina, Árabia Saudita . . . . .	489
10.5.1	Informações sobre o projeto . . . . .	489
10.5.2	Uso inovador do BIM . . . . .	490
10.5.3	Comunicação e colaboração . . . . .	493
10.5.4	Participação dos envolvidos . . . . .	494
10.5.5	Riscos . . . . .	497
10.5.6	O BIM no canteiro de obras . . . . .	502
10.5.7	Aprendizados: problemas, desafios, soluções . . . . .	502
10.5.8	Conclusão e perspectivas . . . . .	508
	Agradecimentos . . . . .	509
10.6	Instituto médico Howard Hughes, Chevy Chase, Maryland . . . . .	509
10.6.1	Introdução . . . . .	509
10.6.2	Antecedentes . . . . .	510
10.6.3	Os desafios . . . . .	511
10.6.4	Um BIM com capacidade para FM . . . . .	512
10.6.5	Análise de impactos usando um BIM com capacidade para FM . . . . .	515
10.6.6	Lições aprendidas até o momento . . . . .	516
10.6.7	O caminho futuro . . . . .	518
	Agradecimentos . . . . .	518
	Glossário . . . . .	520
	Referências . . . . .	529
	Índice . . . . .	545