

DEMOCRATIZANDO BIM

Conceituação Básica em BIM

AUTOR

Rafael F. T. D. Silva

REVISÃO TÉCNICA

Emilly Hirt

Francisco D. A. A. G. Jr.



SUMÁRIO

Aula 1: Definições de BIM e contextualização histórica.....	3
1. <i>Definições de BIM.....</i>	3
1.1. Nas normas.....	4
1.2. Nas instituições.....	4
1.3. Na academia.....	5
1.4. Na legislação.....	8
2. <i>Contextualização histórica.....</i>	8
3. <i>Princípios.....</i>	26
Aula 2: Importância do BIM para o setor de AEC.....	29
1. <i>Princípios.....</i>	29
2. <i>Beneficiados.....</i>	30
2.1. Contratante de projetos.....	31
2.2. Contratante ou executor de obra.....	32
2.3. Prestador de serviço – terceirizados de serviços especializados.....	32
2.4. Prestadores de serviços de operação e manutenção.....	33
2.5. Fabricantes de insumos/materiais.....	33
2.6. Instituições Públicas de Regulação e Políticas.....	34
2.7. Instituições Públicas de Análise e Autorizações.....	34
2.8. Empresas e profissionais de projetos.....	34
2.9. Empresas de tecnologia.....	35
3. <i>Importância do BIM.....</i>	35
Aula 3: Diferenças entre Projetos CAD e Projetos BIM.....	37
1. <i>Projetos em CAD.....</i>	37
2. <i>Projetos em BIM.....</i>	39
3. <i>Diferenças.....</i>	42
Aula 4: Dimensões de BIM.....	47
1. <i>Modelo 3D.....</i>	47
2. <i>Modelo 4D.....</i>	48
2.1. Definições.....	48
2.2. Importância.....	48
2.3. Sua relação com o ciclo de vida.....	49
2.4. Softwares.....	49
3. <i>Modelo 5D.....</i>	51
3.1. Definições.....	51
3.2. Importância.....	52
3.3. Sua relação com o ciclo de vida.....	52
3.4. Softwares.....	52
4. <i>Modelo 6D.....</i>	54
4.1. Definições.....	54
4.2. Importância.....	54
4.3. Sua relação com o ciclo de vida.....	54
4.4. Softwares.....	55
5. <i>Modelo 7D.....</i>	56
5.1. Definições.....	56
5.2. Importância.....	56
5.3. Sua relação com o ciclo de vida.....	57
5.4. Softwares.....	57
6. <i>Modelo 8D.....</i>	59
6.1. Definições.....	59

6.2.	Importância.....	59
6.3.	Sua relação com o ciclo de vida	59
6.4.	Softwares	59
7.	<i>Modelos nD</i>	60
Aula 5: Mandatos BIM no mundo		63
1.	<i>O que é um BIM Mandate?</i>	63
1.1.	O que representa um BIM <i>Mandate</i>	64
1.2.	Histórico dos BIM Mandates	64
2.	<i>As estratégias dos países</i>	65
2.1.	América	65
2.2.	África	67
2.3.	Europa.....	67
2.4.	Ásia.....	68
2.5.	Oceania	70
3.	<i>Iniciativas sobre BIM no mundo</i>	70
Aula 6: Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Decretos 2018 e 2019)		73
1.	<i>Definições de BIM</i>	73
1.1.	Membros do CE-BIM.....	73
2.	<i>Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018</i>	74
2.1.	Objetivos Específicos.....	74
2.2.	Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (CG-BIM).....	74
3.	<i>Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019</i>	75
3.1.	Novos membros do CE-BIM	75
3.2.	Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (CGE-BIM)	75
4.	<i>Estratégia BIM BR</i>	76
4.1.	Os Grupos <i>ad hoc</i>	77
4.2.	Ambiente de criação.....	78
4.3.	A Estratégia Nacional de Disseminação do BIM	78
Aula 7: Normas BIM da ABNT e ISO 19.650.....		84
1.	<i>Normas BIM da ABNT</i>	84
2.	<i>ISO 19650</i>	87
2.1.	ISO 19650-1	88
2.2.	ISO 19650-2	92
2.3.	As outras partes da ISO 19650.....	93
Aula 8: Interface com métodos ágeis para organização de projetos		96
1.	<i>Manifesto Ágil</i>	96
1.1.	Princípios por trás do Manifesto Ágil.....	96
1.2.	Valores	97
2.	<i>Métodos ágeis</i>	99
2.1.	Scrum	99
2.2.	Kanban	101
3.	<i>Processos colaborativos</i>	103
4.	<i>Prática da melhoria contínua</i>	104
4.1.	Ciclo PDCA	104
4.2.	<i>Lean</i> – Produção enxuta	105
4.3.	Kaisen.....	106
5.	<i>Os métodos ágeis nos processos em BIM</i>	107
Aula 9: Anteprojeto/Projeto Básico/Projeto Executivo		110
1.	<i>O conceito de anteprojeto</i>	110
1.1.	Lei nº 8.666/1993:	110
1.2.	Lei nº 12.462/2011 (inciso I, § 2º, Art.9º):.....	110
1.3.	Projeto de Lei PL nº 1.292/1995 (alíneas de “a” a “j” do inciso XXIV, Art. 6º):.....	110

1.4.	Manual SEAP (p. 131 e 173):	111
1.5.	Cartilha da CBIC (2014, p. 10-11):.....	111
1.6.	Guia AsBea boas práticas em BIM II (2015, p. 14):.....	112
1.7.	NBR 13.532 (1995, p. 6):	112
1.8.	NBR 16.636-1 (2017, p. 2) e 2 (2017, p. 9):.....	113
2.	<i>O conceito de projeto básico</i>	114
2.1.	Lei nº 8.666/1993 (inciso IX, Art. 6º, alíneas de “a” a “f”):	114
2.2.	Lei nº 12.462/2011 (inciso IV, Art. 2º e incisos do Parágrafo único):	114
2.3.	Projeto de Lei PL nº 1.292/1995 (alíneas de “a” a “f” do inciso XXV, Art. 6º):	115
2.4.	Manual SEAP (p. 6):.....	116
2.5.	Cartilha da CBIC (2014, p. 11-12 e 15):.....	116
2.6.	Guia AsBea boas práticas em BIM II (2015, p. 15):.....	117
2.7.	NBR 13.532 (1995, p. 6-7):	118
2.8.	NBR 16.636-1 (2017, p. 12) e 2 (2017, p. 9-10):	119
3.	<i>O conceito de projeto executivo</i>	119
3.1.	Lei nº 8.666/1993 (inciso X, Art. 6º):	119
3.2.	Lei nº 12.462/2011 (inciso V, Art. 2º):	119
3.3.	Projeto de Lei PL nº 1.292/1995 (inciso XXVI, Art. 6º):	119
3.4.	Manual SEAP (p. 6 e 174):.....	119
3.5.	Cartilha da CBIC (2014, p. 15-16):.....	121
3.6.	Guia AsBea boas práticas em BIM II (2015, p. 15):.....	121
3.7.	NBR 13.532 (1995, p. 7):	122
3.8.	NBR 16.636-1 (2017, p. 12-13 e 2 (2017, p. 10-11):	122
4.	<i>Considerações</i>	123

Aula 10: Exemplos de aplicabilidade BIM para projetos de Engenharia e Arquitetura

.....		126
1.	<i>Introdução</i>	126
2.	<i>Usos do BIM</i>	126
2.1.	Uso – análise de interferências.....	129
2.2.	Uso – extração de quantitativos.....	130
2.3.	Uso – análise energética.....	131
3.	<i>No processo de projeto</i>	132
3.1.	Fase de preparação	132
3.2.	Fase de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos	133
4.	<i>Áreas de arquitetura e engenharia</i>	136
4.1.	Projetos de Arquitetura e Urbanismo	137
4.2.	Projetos de arquitetura industrial	137
4.3.	Projetos de infraestrutura de obras lineares	137
4.4.	Projetos de infraestrutura de sistemas urbanos	138
4.5.	Projetos de infraestrutura logística.....	138
4.6.	Projetos de infraestrutura de exploração mineral e energética	139

Aula 11: Orçamentação e planejamento de obras em BIM..... 141

1.	<i>Qualidade de modelagem e do modelo</i>	141
2.	<i>Extração de quantitativos</i>	143
3.	<i>Planejamento de obras em BIM</i>	144
4.	<i>Orçamentação em BIM</i>	146

Aula 12: BIM na infraestrutura 151

1.	<i>Por que utilizar o BIM na infraestrutura</i>	151
1.1.	Benefícios do uso do BIM para infraestrutura	152
2.	<i>Limitações do BIM na infraestrutura</i>	152
2.1.	Integração BIM e GIS.....	153
2.2.	IFC para infraestrutura	156
3.	<i>Softwares de BIM</i>	157

3.1.	Desenvolvedor Autodesk	158
3.2.	Desenvolvedor Bentley Systems	158
3.3.	Desenvolvedor Trimble	159
4.	<i>Exemplos de cases de BIM na infraestrutura</i>	160
4.1.	Ferrovia	160
4.2.	Abastecimento de água.....	162
4.3.	Hidrelétrica	163
4.4.	Torres de energia	164
4.5.	Rodovia	166
Aula 13:	Informação agregada ao ciclo de vida de um edifício	170
1.	<i>Conceito de ciclo de vida</i>	170
2.	<i>Conceito de engenharia simultânea</i>	171
3.	<i>Agregação de informação ao ciclo de vida de um edifício – ISO 19.650</i>	173
3.1.	ISO 19650-2 – Fase de entrega dos ativos	174
3.2.	ISO 19650-3 – Fase operacional dos ativos	175
4.	<i>Agregação de informação ao ciclo de vida de um edifício – Teórica</i>	176
Aula 14:	OpenBIM e interoperabilidade	180
1.	<i>BuildingSMART</i>	180
1.1.	O que é o IFC?	181
1.2.	O que é o IDM?	182
1.3.	O que é o IFD?	183
1.4.	O que é o BCF?	183
1.5.	O que é o MVD?.....	184
2.	<i>OpenBIM</i>	185
2.1.	Conceito	185
2.2.	Importância.....	185
3.	<i>Interoperabilidade</i>	186
3.1.	Conceito	186
3.2.	Aplicação.....	187
Aula 15:	Cases de sucesso em BIM – no Brasil e no mundo	190
1.	<i>Cases de sucesso em BIM no Brasil</i>	190
1.1.	Projetos	190
1.2.	Obras.....	193
2.	<i>Cases de sucesso em BIM na América do Sul</i>	197
2.1.	Projetos	197
2.2.	Obras.....	199
3.	<i>Cases de sucesso em BIM na América do Norte</i>	200
3.1.	Projetos	200
3.2.	Obras.....	204
4.	<i>Cases de sucesso em BIM na Europa</i>	207
4.1.	Projetos	207
4.2.	Obras.....	210
5.	<i>Cases de sucesso em BIM na África</i>	214
5.1.	Projetos	214
5.2.	Obras.....	217
6.	<i>Cases de sucesso em BIM na Ásia</i>	218
6.1.	Projetos	218
6.2.	Obras.....	221
7.	<i>Cases de sucesso em BIM na Oceania</i>	224
7.1.	Projetos	224
7.2.	Obras.....	227
Aula 16:	BIM nas compras públicas (PL 1292/1995 SF)	231

1.	<i>Licitação de serviços de engenharia e arquitetura</i>	231
2.	<i>As leis de licitação no Brasil</i>	233
2.1.	Lei n. 8.666/1993.....	233
2.2.	Lei n. 12.462/2011.....	234
2.3.	Lei n. 13.303/2016.....	235
2.4.	Os maiores problemas identificados pelo TCU.....	236
2.5.	As recomendações do TCU.....	237
3.	<i>O PL n° 1.292/1995 (SF)</i>	237
3.1.	As principais mudanças para as licitações de serviços de engenharia e arquitetura.....	238
4.	<i>BIM nas compras públicas</i>	238
4.1.	Estratégia BIM BR.....	238
4.2.	O Decreto n° 10.306/2020.....	239
4.3.	PL n° 1.292/1995 (SF).....	241
Aula 17: Nível de Desenvolvimento (LOD)		247
1.	<i>História</i>	247
2.	<i>A importância do uso do LOD</i>	249
3.	<i>Os diferentes conceitos para LOD</i>	250
4.	<i>Tipos de LOD</i>	250
5.	<i>Aplicação de LOD</i>	257
5.1.	Software.....	258
Aula 18: BIM Execution Plan (BEP)		261
1.	<i>Origem e história do BEP</i>	261
2.	<i>Conceito de BEP</i>	263
2.1.	Importância do BEP.....	263
2.2.	Estrutura do BEP.....	264
3.	<i>Aplicação do BEP no mundo</i>	265
3.1.	Exemplos de aplicação.....	265
REFERÊNCIAS		271

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Siglas BIM básicas harmonizadas.....	7
Tabela 2 - Diferenças entre CAD e BIM – As cinco falácias do BIM, parte 1, 2007. Adaptado .	43
Tabela 3 - Dimensões do BIM.....	47
Tabela 4 - Quadro de inter-relacionamentos para análise de usos do BIM com base no ciclo de vida.....	128
Tabela 5 - Faixa de precisão esperada do custo estimado de uma obra em relação ao seu custo final.....	147
Tabela 6 - Padrões buildingSMART e normas.....	181
Tabela 7 - Etapas no processo de licitação de obras e serviços de engenharia e arquitetura	232
Tabela 8 - Classes do LOD ou ND.....	256

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ambiente de desenvolvimento de projeto antes dos computadores. Le Corbusier em seu Atelier na Rua de Sèvres, em Paris. 1953	37
Figura 2 - Edifício Virtual” no ArchiCAD Graphisoft da Nemetschek, na sua estreia, em 1987. 40	40
Figura 3 - Visão Geral do Software Synchro 4D.	50
Figura 4 - Visão geral do software Navisworks.	50
Figura 5 - Visão geral do software Vico Office.	51
Figura 6 - Extração de quantitativos Navisworks.	53
Figura 7 - Extração de quantitativos Vico Office	53
Figura 8 - Visão geral do Autodesk BIM 360 Field; à esquerda, a tela de adição de informação e, à direita, a visualização 3D de componentes. Fonte: ABDI - 2017.....	55
Figura 9 - Visão geral das informações contidas no ARCHIBUS.	56
Figura 10 - Visão geral Energy Analysis.	58
Figura 11 - Interface EnergyPlus.....	58
Figura 12 - Relação entre as classes segundo a NBR 12006-2.....	85
Figura 13 - Modelo esquemático das publicações da NBR 15965.....	86
Figura 14 - Panorama das normas técnicas BIM no Brasil.....	87
Figura 15 - Estágios de maturidade do BIM.....	88
Figura 16 - Ilustração simplificada da progressão dos requisitos de informação.	89
Figura 17 - Ciclo de vida de gerenciamento de informações de projetos e ativos - A: início da fase de entrega; B: desenvolvimento progressivo do estudo de viabilidade para a construção virtual; C: fim da fase de entrega.	90
Figura 18 - Exemplo esquemático de entrega de informações para apoiar decisões importantes.	91
Figura 19 - Processo de gestão da informação durante a fase de entrega dos ativos.	92
Figura 20 - Princípios do Manifesto Ágil	97
Figura 21 - Novos valores do Manifesto Ágil ou moderno Ágil.....	98
Figura 22 - Fluxo de Processo Scrum.....	101
Figura 23 - Exemplo de sistema Kanban em software	102
Figura 24 - Exemplo de sistema Kanban em mural	103
Figura 25 - Ciclo PDCA	105
Figura 26 - Modelo para aplicação do Kaisen.....	106
Figura 27- Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação.....	136
Figura 28 - Software Solibri – Ferramenta de checagem	142
Figura 29 - Software da TeamSystem – STR Vision CPM. Ferramenta voltada para 4D e 5D 145	145
Figura 30 - Software da ACCA – PriMus IFC. Ferramenta de 5D	149
Figura 31 - Síntese das escalas espaciais em GIS e BIM.....	154
Figura 32 - Esquema das escalas alcançadas em cada padrão - na graduação de sombreamento o mais escuro indica que o padrão atende melhor a escala indicada	155
Figura 33 - Processo de harmonização IFC	157
Figura 34 - Projeto ferroviário em (a) Contexto geográfico, estação portuária existente e novos terminais de contêineres (1) e (2); (b) Os três layouts ferroviários: 1º em pontilhado, 2º em tracejado e 3º em linha dupla contínua.....	161
Figura 35 - (a, b) Modelagem de diferentes soluções no cruzamento entre ferrovias projetadas e estradas existentes; (c) Detecção de conflitos entre elementos; (d) Análise de visibilidade utilizando métodos raytrace no Dínamo.....	162
Figura 36 - Localização da cidade de Tumaruku.....	162

Figura 37 - Vista do Projeto.....	164
Figura 38 - Design das torres.....	165
Figura 39 - Peças no período construtivo das torres	166
Figura 40 - Modelo 3D do projeto.....	167
Figura 41 - Modelo 3D do projeto.....	168
Figura 42 - Custo do Ciclo de Vida de AECO	170
Figura 43 - Ciclo de vida do projeto em processos sequenciais e na engenharia simultânea. 172	
Figura 44 - BIM no ciclo de vida dos ativos	173
Figura 45 - Fluxo de informações durante o ciclo de vida de ativos.....	178
Figura 46 - Fluxo de trabalho com IFC	182
Figura 47 - Representação esquemática de um arquivo MVD	184
Figura 48 - ICSC	190
Figura 49 - ICSC	191
Figura 50 - Infinity Tower.....	192
Figura 51 - Renderização Interior Infinity Tower.....	192
Figura 52 - BS Design	193
Figura 53 - Infinity Tower.....	194
Figura 54 - Corte Infinity Tower.....	195
Figura 55 - Renderização BS Design.....	196
Figura 56 - Renderização Paisagismo BS Design.....	197
Figura 57 - Casa Piedra Blanca	198
Figura 58 - Cortes Casa Piedra Blanca	198
Figura 59 - Modelo Estrutural Casa Piedra Blanca.....	199
Figura 60 - EGWWFB	200
Figura 61 - Torre BBVA Bancomer	202
Figura 62 - Modelo Estrutural Torre BBVA Bancomer.....	203
Figura 63 - Modelagem Torre BBVA Bancomer	204
Figura 64 - Reforma EGWWFB.....	205
Figura 65 - Bergeron Centre For Engineering Excellence	205
Figura 66 - Modelagem Bergeron Centre For Engineering Excellence	206
Figura 67 - Renderização Bergeron Centre For Engineering Excellence.....	206
Figura 68 - Modelagem Autoestrada A100/A115.....	207
Figura 69 - Meilahti Tower Hospital.....	208
Figura 70 - Modelagem MTH	209
Figura 71 - Modelagem Tubulações MTH.....	209
Figura 72 - Render Interior MTH	210
Figura 73 - Escritório Statoil	211
Figura 74 - Corte Escritório Statoil	211
Figura 75 - Interior do Escritório Statoil.....	212
Figura 76 - Galeria Polnocna Shopping	213
Figura 77 - - Implantação Galeria Polnocna	214
Figura 78 - Fábrica de Papel.....	215
Figura 79 - Torre PWC	216
Figura 80 - Fachada Torre PWC	216
Figura 81 - Fachadas Torre PWC	217
Figura 82 - Aeroporto Internacional Mactan-Cebu.....	218
Figura 83 - Modelagem Aeroporto Internacional Mactan-Cebu.....	219
Figura 84 - Fachada T·PARK.....	220
Figura 85 - Modelagem T·PARK.....	221
Figura 86 - T·PARK.....	222

Figura 87 - Fachada Frontal Ponto de Coleta de Lixo	222
Figura 88 - Ponto de Coleta de Lixo.....	223
Figura 89 - Fachada Ponto de Coleta de Lixo	224
Figura 90 - Incubadora Universidade Macquarie	225
Figura 91 - Cortes Incubadora Universidade Macquarie	225
Figura 92 - Instalação Ocean Grown Abalone	226
Figura 93 - Incubadora Universidade Macquarie	227
Figura 94 - Incubadora Universidade Macquarie	228
Figura 95 - Decreto nº 10.306/2020	241
Figura 96 - A história do “LOD” (última atualização 22/07/2016).....	249
Figura 97 - Parte da capa do Guia do BIMForum 2020	251
Figura 98 - Comparação entre os sistemas de classificação e conceitos LOD.....	252
Figura 99 - Tabela de níveis LOD do Reino Unido	254
Figura 100 - Diferenças entre um modelo ND 200 e ND 300 ou ND 350.....	255
Figura 101 - Exemplo de um plano de massas que possui elementos ND 200 e ND 100.....	257
Figura 102 - Visão Geral do LOD Planner para execução de um BEP	258
Figura 103 - Informações disponíveis no LOD Planner para escopo	259
Figura 104 - Visão geral do LOD Planner para execução de cronogramas	259
Figura 105 - Guia de BEP de Singapura.....	261
Figura 106 - Guia de BEP da Penn State	262
Figura 107 - Estrutura BEP	264
Figura 108 - - Exemplo de Planilha de definição de produtos e serviços	266
Figura 109 - Parte inicial do Template BEP Singapura	267
Figura 110 - Plano de Execução BIM de acordo com guia do Reino Unido.....	268
Figura 111 - Parte inicial do template BEP da Nova Zelândia.....	269
Figura 112 - Visão geral do LOD Planner	270

AUTOR

Rafael Fernandes

Técnico de Manutenção Mecânica (ETFSC-1992), Engenheiro de Produção Civil (UFSC- 1999), Engenheiro de Materiais (UFSC-2011), Especialista em Direito Ambiental e Urbanismo.

Atua como Engenheiro de carreira da FATMA, Coordenador de Projetos Especiais na SPG, Coordenador do Laboratório e dos estudos de BIM na SPG, Professor de MBA do INBEC no curso de pós de BIM e Consultor de BIM.

AULA 1

Definições de BIM contextualização histórica

Aula 1: Definições de BIM e contextualização histórica

1. DEFINIÇÕES DE BIM

O acrônimo “BIM” se disseminou ao longo dos últimos anos e se consolidou como a “expressão da inovação digital” para todo o setor de AECO (**A**rquitetura, **E**ngenharia, **C**onstrução e **O**peração). Para acompanhar essa transformação, sua definição vem sendo reformulada e ampliada a fim de suportar mais necessidades e benefícios percebidos em processos que vão desde o projeto, a construção, o comissionamento, a operação, a manutenção, a reforma, a demolição e (principalmente) chegam à gestão de dados e informações para tomada de decisões imediatas ou futuras. Tais transformações nos têm levado a um maior questionamento da sustentabilidade do setor enquanto negócio, em especial no que tange ao desperdício de tempo e de recursos naturais. Dentre os resultados práticos da aplicação desse modelo, é possível citar a aceleração do processo de industrialização, a construção modular, a produção enxuta (*Lean Construction*), a avaliação de riscos com simulação, entre outras inovações.

Provavelmente, o mais antigo documento que apresenta o conceito conhecido hoje como BIM foi um protótipo do trabalho “*Building Description System*”, publicado na extinta revista AIA e escrito por Charles M. Chuck Eastman, na Universidade Carnegie Mellon, em 1975.

[Projetado por] "...definir elementos de forma interativa... deriva[ndo] seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos... Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes... qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligada diretamente à descrição... estimativas de custos ou quantidades de material poderiam ser facilmente geradas... fornecendo um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas... verificação de código de edificações automatizado na prefeitura ou no escritório do arquiteto. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para os pedidos de materiais." (EASTMAN, 2014, p.v).

1.1. Nas normas

Algumas normas descrevem o BIM e fazem parte do processo de transformação da definição desse acrônimo. Dentre elas, cabe mencionar:

ISO 16757-1: 2015 - Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para serviços de construção - Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo:

“Construção de um modelo que contenha as informações sobre um edifício em todas as fases do ciclo de vida desse edifício.”

PAS 1192-5: 2015 - Especificação para modelagem de informações de construção voltada para a segurança, ambientes digitais construídos e gerenciamento inteligente de ativos:

“Conjunto discreto de informações eletrônicas orientadas a objetos usadas para design, construção e operação de um ativo construído.”

BS 8536: 2010 - Briefing de gerenciamento de instalações. Código de prática:

“Representação digital das características físicas e funcionais de um edifício ao longo do seu ciclo de vida.”

1.2. Nas instituições

Algumas instituições de importância internacional deixaram registradas suas próprias definições de BIM. Alguns exemplos são:

National Institute of Building Sciences (NIBS) – ou Instituto Nacional de Ciências da Construção, em português:

“Uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento para obter informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida; definido desde a sua concepção até a primeira demolição.”

BuildingSMART:

“O BIM é uma forma colaborativa de trabalhar sustentada por tecnologias digitais, que permitem métodos mais eficientes de projetar, entregar e manter ativos físicos construídos durante todo o seu ciclo de vida. Os profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) utilizam processos e ferramentas BIM para tomar decisões estratégicas ao longo do ciclo de vida de um ativo.”

Bimdictionary.com:

“O Building Information Modeling (BIM) é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem que várias partes interessadas projetem, construam e operem colaborativamente uma Instalação no espaço virtual.”

1.3. Na academia

O meio acadêmico é a esfera mais envolvida na abordagem desse conceito e na discussão de seus significados. Foi peça fundamental para promover a transformação no campo, a começar pelo já mencionado professor Charles Eastman, considerado o “pai” do BIM. Abaixo, estão algumas definições escritas por importantes pesquisadores da área:

Charles M. Chuck Eastman (retirado do livro “Manual de BIM”, de 2014):

“Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção [...]. O BIM também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrados que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos.”
(EASTMAN, 2014, p. 1)

Reijo Miettinen (retirado de “Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling”, de 2014):

“A modelagem de informações prediais (BIM) refere-se a uma combinação ou a um conjunto de tecnologias e soluções organizacionais que devem aumentar a colaboração interorganizacional e disciplinar na indústria da construção Civil para melhorar a produtividade e a qualidade do projeto, construção e manutenção de edifícios.”

Mohamad Kassem e Bilal Succar (retirado de “Building Information Modelling: Point of Adoption”, 2016):

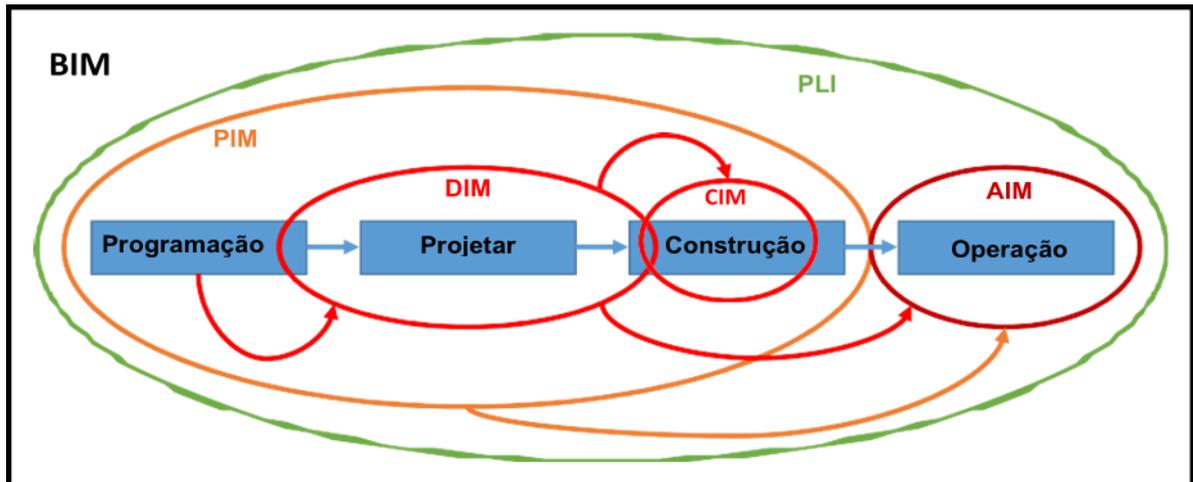
“A modelagem da Informação da Construção (BIM) é a expressão atual da inovação na indústria da construção, gerando uma ampla gama de produtos aprimorados para o mercado, novos requisitos e funções emergentes. Para que as organizações cruzem o abismo da inovação, precisam implementar progressivamente ferramentas, fluxos de trabalho e protocolos complementares. Essa implementação multifacetada não é instantânea, mas passa por períodos recursivos de prontidão para implementação, aquisição de capacidade e maturidade de desempenho.”

Bilal Succar (retirado de “Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders”, de 2009):

“Modelagem da Informação da Construção (BIM) é um domínio de conhecimento abrangente sobre a indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações (AECO).”

Petr Matějka, Aleš Tomek (retirado de “Ontology of BIM in a Construction Project Life Cycle”, de 2017):

“O modelo é paramétrico, orientado a objetos, dirigido por atributos, representação digital da realidade (ou seja, o modelo de informação é um banco de dados), enquanto a modelagem é um conjunto de métodos (ou seja, ferramentas e processos), que podem ser usados para criar e usar o modelo de informação.”



Fonte: Petr Matějka, Aleš Tomek (2017) - Acrônimos BIM harmonizados no ambiente de ontologia em ciclo de vida de projetos de construção – Adaptada

Tabela 1 – Siglas BIM básicas harmonizadas

Acrônimo	Termo (Método e Metodologia)	Acrônimo	Termo (Produto)
DIM	Design Information Modeling	DIIm	Design Information Model
	Modelagem de informações de design		Modelo de informações do design
CIM	Construction Information Modeling	CIIm	Construction Information Model
	Modelagem de informações de construção		Modelo de informações de construção
AIM	Asset Information Modeling	AIIm	Asset Information Model
	Modelagem de informações de ativos		Modelo de informações de ativos
PIM	Project Information Modeling	PIIm	Project Information Model
	Modelagem de informações do projeto		Modelo de informações do projeto
PLIM	Project Life-Cycle Information Modeling	PLIIm	Project Life-Cycle Information Model
	Modelagem de informações do ciclo de vida do projeto		Modelo de informações do ciclo de vida do projeto
BIM	Building Information Modeling	BIIm	Building Information Model
	Modelagem de informações de construção		Modelo de informações de construção

Fonte: PetrMatějka, AlešTomek (2017) – Adaptada

1.4. Na legislação

Por fim, para definir legalmente o significado do acrônimo, o Estado brasileiro deixa oficialmente expresso o seu entendimento do conceito de BIM:

Decreto Federal n. 10.306/2020:

“Building Information Modelling - BIM ou Modelagem da Informação da Construção - conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção.”

2. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

A contextualização histórica do BIM entrecruza linhas do tempo de pessoas, de empresas e de instituições que se somaram para contribuir com a consolidação do sistema tal como hoje conhecemos. É preciso ter em mente que as vantagens percebidas nesse modelo vêm também de outras invenções e inovações que ocorreram antes e durante o desenvolvimento do BIM. Trazer um pouco desse percurso nos ajudará não apenas a entender o nosso presente, mas, mais do que isso, nos auxiliará a pensar também o futuro.

1957 – *Pronto*, o primeiro software comercial de máquina auxiliada por computador (CAM):

Dr. Patrick J Hanratty desenvolve o primeiro software comercial de fabricação assistida por computador (CAM), que passa a se chamar Pronto. Após várias dificuldades causadas pelo uso de uma linguagem de programação impopular, Hanratty deixa a seguinte orientação:

“Nunca gere nada que esteja vinculado a uma arquitetura específica. E mantenha as coisas abertas para se comunicar com outros sistemas, mesmo com a concorrência.”

1962 – A descrição do arquiteto do futuro:

O informático Douglas C. Englebart escreve um ensaio chamado "Aumento do intelecto humano". No texto, está apresentada a ideia do futuro arquiteto, e o pesquisador concebe esse projeto como sendo voltado a objetos, à manipulação paramétrica e a bancos de dados relacionais (Bergin, 2011):

“O arquiteto começa a implementar uma série de especificações e dados, um painel de piso de 15 cm, muro de concreto de 30 cm de três metros de altura dentro de uma escavação e assim por diante. Quando terminar, o ambiente personalizado aparecerá em sua tela. Uma estrutura toma forma. Ele estuda, muda ... Esses quadros se transformam em uma estrutura vinculada cada vez mais detalhada, que representa o pensamento de amadurecimento por trás do design.”

1963 – *Sketchpad*, CAD com interface gráfica do usuário:

O primeiro software de design auxiliado por computador com uma interface gráfica é desenvolvido. Seu nome é *Sketchpad* e ele é criado por Ivan Sutherland, do MIT Lincoln Lab.

1966 – *Teknillinen laskenta Oy*:

A tecnologia é fundada em fevereiro de 1966, em Helsinque, Finlândia. Ainda no mesmo ano, Tekla é adotado como novo nome comercial.

Nos anos 70 e 80, essa tecnologia evolui para geometria sólida construtiva (ou CSG, do inglês Constructive Solid Geometry) e representação de limites (ou Brep, do inglês Boundary Representation). Todo o processo de design para tal transformação exige uma conexão intuitiva com a mídia de design e apresenta o desafio de comandar o computador de maneira simples. Nos anos 70, outros eventos importantes marcaram a década, como a primeira impressora a laser da Xerox PARC, a invenção do CD, a padronização do disquete de 5,25 polegadas, a comercialização do primeiro modem pela Hayes, a primeira rede de comunicação por telefone celular no Japão, entre outros grandes eventos. No Brasil, a Gurgel apresenta o primeiro carro elétrico da América Latina.

1972 – Onuma.

Fundada no Japão, a empresa fornece serviços de Arquitetura internacional.

1975 – *Building description system (BDS)*:

Charles M. Eastman publica um relatório descrevendo um protótipo chamado Building Description System (BDS). Nesse artigo, são expostas ideias sobre design paramétrico e representações em computador 3D de alta qualidade, com um "único banco de dados integrado para análise visual e quantitativa".

O relatório de Eastman acaba servindo como uma descrição embrionária dos sistemas BIM tal como os conhecemos hoje. Eastman projetou um programa que

ofereceu ao usuário acesso a um banco de dados classificável – ou seja, as informações podem ser obtidas categoricamente através de atributos (incluindo materiais e fornecedores) – e também usou uma interface gráfica, além de perspectivas ortográficas.

O BDS foi um dos primeiros projetos na história do BIM a ter sucesso quanto à criação de um banco de dados de construção; o sistema descreveu uma biblioteca individual de elementos que poderiam ser obtidos e adicionados ao modelo (Bergin, 2011). Eastman concluiu que o BDS simplificaria a redação e a análise, bem como reduziria em mais de cinquenta por cento os custos de projeto.

“O sistema BDS foi iniciado para mostrar que uma descrição baseada em computador de um edifício que poderia replicar ou melhorar todos os pontos fortes de desenhos como um meio para a elaboração de projeto, construção e operação, bem como eliminar a maioria de suas fraquezas.”

1977 – Linguagem gráfica para design interativo (GLIDE):

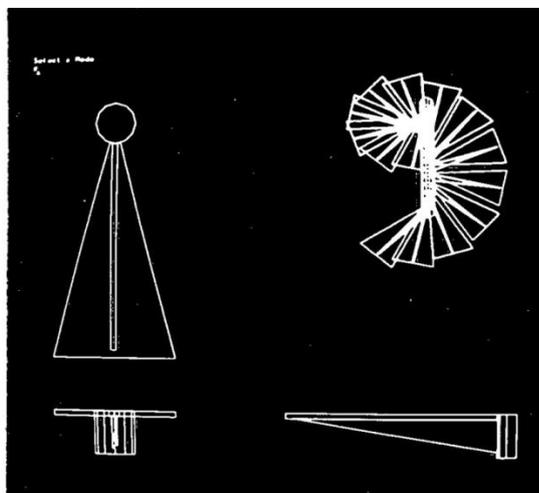
É também Charles Eastman quem cria o GLIDE (Linguagem Gráfica para Design Interativo) no laboratório da Universidade Carnegie Mellon. O GLIDE de Charles Eastman foi um dos primeiros programas a incorporar a maioria dos principais recursos presentes no software BIM atualmente.

(GLIDE: A LANGUAGE FOR DESIGN INFORMATION SYSTEMS)

```
POLY PROCEDURE spiral.step(POLY centre;
    REAL riser,radius,r,angle,th)=
BEGIN
    POLY support =
        triangle(radius*0.95,-riser*0.8,th);
    POLY collar = column(12,riser,r);
    POLY plate = wedge(radius,th,angle);
    ! return the result of shape operations;
    CUT centre FROM COMBINE collar WITH
        COMBINE support WITH plate
END;

To make spiral staircase, (dimensions in inches)
SET PROCEDURE spiral.stair(ht,radius,angle)=
BSET; INTEGER numsteps; REAL riser;
numsteps ← ht/8.0;
riser ← ht/numsteps;
POLY centre = column(12,ht+32.0,5.0);
POLY step = spiral.step(centre,
    riser,radius,3.0,angle,0.625);
FOR i TO numsteps
DO COPY step={0,riser*i \0,angle;i}
ESET;

SET stair1 = spiral.stair(100.0,46.0,30.0);
```



1978 – Trimble Navigation:

Fundada em novembro de 1978, por Charles Trimble e dois sócios da Hewlett Packard. No início dos anos 80, vários sistemas desenvolvidos na Inglaterra ganham força e são aplicados a projetos então construídos. Estes incluem GDS, EdCAAD, Cedar, RUCAPS, Sonata e Reflex. Ainda na mesma década, os sistemas BIM são comumente descritos, “[...] nos Estados Unidos, como Building

Product Model e na Europa, especialmente na Finlândia, como Product Information Model” (EASTMAN, 2014, p.vi).

O número de computadores em uso em 1980 é de aproximadamente 1 milhão. Outros eventos ganham destaque nessa década, como a comercialização dos primeiros laptops, a liberação do uso do GPS em aeronaves civis, o surgimento do NavLab – primeiro carro realmente autônomo da história –, o registro do primeiro domínio na internet pela Symbolics (uma empresa de computadores), o lançamento do primeiro celular pequeno, na Grã-Bretanha, chegando a aproximadamente 100 milhões de unidades no mundo até o final da década.

1982 – Autodesk:

A empresa Autodesk é fundada pelo programador e empresário John Walker.

1984 – CAD ALLPLAN 1.0:

Surge a primeira solução CAD pela empresa Nemetschek.

1984 – *Radar CH*:

Um gênio da computação e da programação na Hungria comunista chamado Gábor Bojár desenvolve um software que posteriormente contribuiria para a definição do conceito de BIM. Nesse ano, Bojár lança o software Radar CH, da Graphisoft, para o Apple Lisa OS, com tecnologia semelhante ao BDS.

1984 – *Bentley Systems*:

Keith A. Bentley e Barry J. Bentley criam a empresa Bentley Systems em Exton, Pensilvânia.

1984 – Surge a internet.

1985 – MiniCAD:

A Diehl Graphsoft é fundada e lança o MiniCAD, que se torna o software CAD mais vendido para o Mac. Juntamente com o MiniCAD, a Diehl Graphsoft também lança o Blueprint, um programa de CAD 2D para o Mac, mas voltado para arquitetos.

1986 – Primeiro documento a utilizar o termo “Building Modeling”, presente no título de um artigo de Robert Aish:

“[...] modelagem tridimensional, extração automática de desenhos, componentes paramétricos inteligentes, banco de dados integrado, fase temporal de processos de construção e assim por diante [...]”(EASTMAN et al, 2008, p. xii).

1986 – Sistema Universal de Produção Suportada por Computador (RUCAPS):

O sistema RUCAPS, desenvolvido nesse ano pela GMW Computers, é o primeiro programa a usar o conceito de faseamento temporal dos processos de construção e é adotado para auxiliar na construção em fases do Terminal Três do aeroporto de Heathrow.

1987 – IdeaGraphix:

Fundada nesse ano, a IdeaGraphix desenvolve, distribui e suporta os softwares de Arquitetura, Engenharia, Construção (AEC) e gerenciamento de instalações (FM). Foi um dos maiores desenvolvedores de software independentes da Bentley.

1987 – ArchiCAD:

O Radar CH é relançado em 1987 como ArchiCAD, apresenta o primeiro software BIM disponível em um computador pessoal (Bergin, 2011). Nesse ano, o ArchiCAD foi implementado a partir do conceito de construção virtual.



1988 – *Pro / ENGINEER*:

A Parametric Technology Corporation (PTC) é fundada três anos antes e lança a primeira versão do Pro / ENGINEER em 1988. Esse é um programa CAD mecânico que utiliza uma modelagem paramétrica baseada em restrições.

1989 – Uso do termo “*Building Information Model*”:

O conceito aparece em um relatório chamado “An Object-Oriented Environment for Representing Building Design and Construction Data” (GARRETT JR; BASTEN; BRESLIN, 1989).

1989 – Fundação da ACCA:

Em um escritório técnico de Engenharia, Arquitetura e Topografia, os primeiros softwares são desenvolvidos em MAC OS e MS-DOS.

1989 – Fundação da AltoQi:

Empresa Catarinense de software para Engenharia.

Nos anos 90, surgiram outros grandes eventos relacionados à tecnologia, como o lançamento do telescópio espacial Hubble, a conexão dos primeiros sistemas de e-mails proprietários à internet, a invenção do VoIP (chamada telefônica pela internet), a criação do USB (barramento serial universal) por um grupo de sete empresas, a disponibilização pública do WiFi, o surgimento do bluetooth 1.0.

1993 – *Building Design Advisor*:

No Lawrence Berkeley National Lab, desenvolve-se o Building Design Advisor, um software que realiza simulações e sugere soluções baseadas em um modelo. O programa buscava atender às necessidades dos responsáveis pela tomada de decisões desde as fases iniciais e esquemáticas do projeto da construção e o fazia por meio da especificação detalhada dos componentes e dos sistemas da construção.

1993 – UNIFORMAT II - ASTM E1557:

A norma define uma classificação padrão para elementos de construção e obras relacionadas; é usada pelo BIMForum.

1994 – *Industry Alliance for Interoperability* – IAI:

Surge um consórcio da indústria de doze empresas americanas convidadas pela Autodesk para assessorar no desenvolvimento de um conjunto de classes C++ para apoiar o desenvolvimento integrado de aplicativos.

1994 – miniCAD:

A Mapsoft é uma empresa australiana que cria software CAD de pesquisa acessível. O miniCAD foi o primeiro software CAD de pesquisa do mundo a ser executado em um computador de mão – o HP100LX, baseado em DOS.

1995 – Formato de arquivo *International Foundation Class* (IFC):

Até esse ano, a variedade de programas usados por arquitetos e engenheiros e a dificuldade de colaboração entre os diferentes formatos de arquivo geravam muitas perdas durante o processo, pois as informações eram hierárquicas e específicas para cada solução. Para resolver essa ineficiência, o formato de arquivo *International Foundation Class* (IFC) é desenvolvido em 1995 e continua a se adaptar para permitir a troca de dados de um programa BIM para outro.

1997 – *International Alliance for Interoperability* (IAI):

A nova Aliança é reconstituída como uma organização liderada pelo setor, sem fins lucrativos, com o objetivo de publicar e publicizar o IFC (*Industry Foundation Classes*) como um modelo neutro de produto da AEC, respondendo ao ciclo de vida da construção da AEC.

1997 – *Teamwork* do ArchiCAD:

O ARCHICAD lançou sua primeira solução *Teamwork* baseada em troca de arquivos em sua versão 5.1, o que permitiu que mais arquitetos trabalhassem no mesmo modelo de construção simultaneamente.

1997 – Lançamento do IFC 1.0:

Protótipos iniciais.

1997 – Aquisição da IdeaGraphix pela Bentley:

A Bentley adquire a IdeaGraphix, desenvolvedora de software aplicativo MicroStation para gerenciamento de Arquitetura, Engenharia e instalações.

1997 – LEGION:

Fundada nesse ano, por Douglas Connor, a LEGION é uma desenvolvedora de software de simulação de pedestres, baseada em extensa pesquisa do comportamento das pessoas em contextos reais.

1998 – Lançamento do IFC 1.5:

Protótipos iniciais. Usados até 2002.

1999 – Onuma:

No Japão, a Onuma permite que as equipes virtuais trabalhem no BIM pela internet e cria, nesse ano, um sistema de planejamento BIM orientado por banco de dados, abrindo o caminho para a futura integração contínua entre plataformas do software BIM e das tecnologias paramétricas.

1999 – VectorWorks:

A empresa Diehl Graphsoft muda o nome “MiniCAD” para “VectorWorks”.

1999 – Lançamento do IFC 2.0:

Protótipos iniciais.

Na primeira década de 2000, dando continuidade à listagem de inovações tecnológicas em nível global, podemos citar a disponibilização do GPS para usuários civis, o lançamento do iPod pela Apple, a incorporação do WiFi ao chip Centrino da Intel, o desenvolvimento dos padrões de serviços da Web, a criação do YouTube – primeiro site de compartilhamento de vídeos – e, finalmente, o estabelecimento da televisão digital como padrão de transmissão nos EUA.

2000 – Revit Technology Corporation:

Irwin Jungreis e Leonid Raiz se separam da PTC (Pro / ENGINEER) e fundam sua própria empresa de software, chamada “Charles River Software”, em Cambridge, no estado de Massachusetts. No mesmo ano, a empresa desenvolve um programa chamado “Revit”, escrito em C ++ e que utiliza um mecanismo de mudança paramétrico, possibilitado por meio de programação orientada a objetos.

2000 – Aquisição da Vectorworks pela Nemetschek.

2000 – Lançamento do IFC 2x:

Protótipos iniciais.

2000 – Cingapura - *Construction and Real Estate Network* (CORENET):

O caminho de Cingapura para o BIM começou em 2000, com a criação do programa Rede de Construção e Imobiliário (CORENET).

2001 – Synchro:

É fundado no Reino Unido e se torna um dos softwares inovadores no sequenciamento 4D.

2001 – NavisWorks:

A NavisWorks comercializa um software de revisão de projeto 3D chamado JetStream.

2001 – Aquisição da Geopak Corp pela Bentley:

Software de design para infraestrutura rodoviária e ferroviária.

2001 – Publicação da ISO 12006-2: 2001:

Construção Civil - Organização de informações sobre obras - Parte 2: Estrutura para classificação da informação.

2001 – Publicação da ISO 12006-3: 2001

Construção Civil - Organização de informações sobre obras - Parte 3: Estrutura para o intercâmbio de informações orientadas a objetos.

2002 – Utilização do termo “*Building Information Modeling Solutions*” pela Autodesk e o uso do termo “*Building Information Modeling*” por Jerry Laiserin:

Jerry Laiserin, arquiteto e especialista em tecnologia aplicada à construção Civil, publica o artigo “*Comparing Pomes and Naranjas*” (LAISERIN, 2002), em que propõe a adoção do termo “*Building Information Modeling*” pela indústria, para identificar a “próxima geração de softwares para projetar”.

2002 – Publicação da norma PAS (*Publicly Available Specification*) 16739 NWI.

2002 – Compra do Revit pela Autodesk.

2002 – Aquisição da CAiCE Software Corporation pela Autodesk:

A CAiCE é uma desenvolvedora de aplicativos de levantamento e Engenharia para agências e consultores de transporte. O produto é lançado no ano seguinte (em 2003) como "Civil 3D".

2002 – Gehry Technologies:

Surgiu dos esforços pioneiros de Frank Gehry e sua equipe na Gehry Partners para adaptar métodos derivados das indústrias aeroespacial e automotiva a projetos complexos de Arquitetura, Engenharia e Construção.

2003 – *Generative Components*:

Desenvolvido pela Bentley Systems e lançado nesse ano, o sistema do GC está focado na flexibilidade paramétrica e na geometria da escultura; além disso, o GC suporta superfícies NURBS.

2003 – Lançamento do IFC 2x2:

Protótipos iniciais. Usado até 2008.

2003 – EUA – *General Services Administration (GSA)*:

O GSA formula o Programa Nacional 3D-4D, que determina a adoção do BIM para serviços públicos de construção.

2005 – buildingSMART:

Os membros da *International Alliance for Interoperability (IAI)* mudam o nome da organização para "buildingSMART".

2005 – Publicação da ISO / PAS 16739:2005 - *Industry Foundation Classes*:

A Especificação da plataforma IFC2x fornece um modelo de informações, escrito em EXPRESS (ISO 10303-11: 1994).

2006 – *Digital Project*.

A Gehry Technologies lança o Digital Project, um programa semelhante ao GC da Bentley.

2006 – Exército Brasileiro – OPUS:

Ferramenta de gestão da informação de construções militares.

2006 – Graphisoft e Scia tornam-se subsidiárias do Grupo Nemetschek.

2006 – Lançamento do IFC 2x3:

Uso previsto de 2008 até 2016.

2007 – Compra do NavisWorks pela Autodesk.

2007 – Lançamento do IFC 2x3 TC1:

Apesar da previsão de uso de 2008 até 2016, a tecnologia continua não sendo utilizada.

2007 – Publicação da ISO 12006-3: 2007:

Construção Civil - Organização de informações sobre obras - Parte 3: Estrutura para o intercâmbio de informações orientadas a objetos.

A norma permite que sistemas de classificação, modelos de informação, de objetos e de processos sejam referenciados a partir de uma estrutura comum.

2008 – EUA - *General Services Administration* (GSA):

Obrigações do BIM em projetos.

2008 – Conclusão da aquisição da Robobat pela Autodesk.

2008 – *Parametricist Manifesto* (Patrik Schumacher, 2008):

“*Parametricismo* é o grande novo estilo depois do modernismo.”

Uma proposta de uma nova abordagem.

2008 – Publicação da ISO 22263: 2008:

Organização de informações sobre obras - Estrutura para gerenciamento de informações de projetos.

2009 – Criada a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção (ABNT/CEE-134):

Iniciativa do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), com o intuito de normalizar o BIM.

Em 2010, duas em cada três pessoas no mundo têm assinaturas de telefones móveis; em 2012, a Curiosity chega a Marte; em 2013, a ReWalk Robotics lança o primeiro exoesqueleto comercial para ajudar pessoas com lesões na medula espinhal.

2010 – Criação do “bcfXML v1”:

Nesse ano, a Tekla e a Solibri criaram um esquema XML inicial, chamado “bcfXML v1”, para codificar mensagens contendo tópicos BIM. A implicação era aumentar o grau de colaboração nos fluxos de trabalho BIM trocando apenas os tópicos enxutos, mas não todo o modelo de dados BIM.

2010 – Contratação da Biblioteca BIM pela MDIC.

2010 – Publicação da ISO 29481-1: 2010:

Modelagem de informações de construção - Manual de entrega de informações - Parte 1: Metodologia e formato.

A norma especifica uma metodologia e um formato para o desenvolvimento de um manual de entrega de informações (IDM).

2010 – Publicação da ABNT NBR ISO 12006-2:2010:

Construção de edificação — Organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação de informação.

2010 – 1º Seminário Internacional BIM – Sinduscon/SP.

2011 – Publicação da ABNT NBR 15965-1:2011:

Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura. Essa norma define a terminologia, os princípios do sistema de classificação e os grupos de classificação para o planejamento, projeto, gerenciamento, obra, operação e manutenção de empreendimentos da construção Civil.

2011 – UK *Government Construction Strategy* (Estratégia de Construção do Governo do Reino Unido):

A estratégia UK prevê a implementação do BIM em níveis que vão do zero ao três.

2011 – Cingapura – *Building and Construction Authority* (BCA):

A meta era elevar a produtividade do setor em até 25% nos próximos dez anos. Um elemento importante para alcançar esse objetivo passa a ser a política adotada por Cingapura, que visa colaborar com entidades governamentais de compras e tornar obrigatório o uso do BIM para seus projetos a partir de 2012.

2012 – COPEL – Licitação de projetos de Centros de Operação.

2012 – Formit:

A Autodesk desenvolve o Formit, um aplicativo que traz capacidade BIM para dispositivos móveis.

2012 – Compra do SketchUp pela Trimble.

2012 – Publicação da ISO / TS 12911: 2012:

A norma objetiva fornecer especificações estruturadas para o comissionamento da modelagem de informações da construção (BIM).

2012 – Publicação da ISO 29481-2: 2012 – Revisão da norma.

2012 – Publicação da ABNT NBR 15965-2:2012:

Sistema de classificação da informação da construção – Parte 2: Características dos objetos da construção.

A norma define as terminologias, o sistema de classificação e os grupos de classificação relativos às características dos objetos da construção. O sistema de classificação se aplica ao planejamento, ao projeto, à obra, à operação e à manutenção de empreendimentos da construção Civil.

2012 – Cingapura – Publicação do Guia BIM:

O BCA publica o *Guia BIM* e apresenta novas orientações e requisitos para seu uso.

2013 – Publicação da ISO 16739:2013 - *Industry Foundation Classes*:

Diretrizes para bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos.

2013 – Publicação da ISO 16354: 2013:

A norma especifica um esquema de dados conceitual e um formato de arquivo de troca de dados do modelo de informações da construção (Bim). O esquema conceitual é definido na linguagem de especificação de dados EXPRESS.

2013 – Aquisição da TopoGRAPH pela Bentley.

2013 – Aquisição da Data Design System pela Nemetschek.

2013 – Lançamento do IFC4:

Usado a partir de 2014.

2013 – CPTM – Projeto Executivo de Recuperação da Estação Santa Terezinha.

2013 – Licitação em BIM do Banco do Brasil S.A. – RDC Presencial:

Edital: 2013/10406 (9600).

2013 – Publicação do BIMFORUM 2013:

O BIMFORUM é uma referência que permite aos profissionais da indústria de AEC especificar e articular, com enorme clareza, o conteúdo e a confiabilidade dos modelos de informações de construção (BIMs), em vários estágios do processo de projeto e construção.

2014 – Licitação em BIM do Projeto do Instituto de Cardiologia de SC:

Publicação do primeiro edital de projeto em BIM pelo Governo de Santa Catarina.

2014 – Florianópolis – 1º Seminário Estadual de BIM de SC – Uma nova forma de fazer Engenharia e Arquitetura.

2014 – Compra da Tekla, Vico Office e Gehry Technologies GTeam pela Trimble.

2014 – Publicação da ABNT NBR 15965-3:2014:

Sistema de classificação da informação da construção – Parte 3: Processos da construção.

A padronização tem por objetivo apresentar a estrutura de classificação que define os processos da construção para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

2014 – Curitiba – 1º Seminário Regional “Construindo BIM”:

O Seminário reúne os três estados do Sul do Brasil, culminando com a celebração de termo de cooperação técnica.

2015 – Desenvolvimento do Uniclass:

Especialistas de todo o setor de AEC, liderados pela *National Building Specification* (NBS), desenvolvem o Uniclass 2015.

2015 – Criação da Frente Parlamentar BIM.

2015 – Publicação da ISO 12006-2: 2015:

Construção Civil - Organização de informações sobre obras - Parte 2: Quadro para classificação.

A norma define uma estrutura para o desenvolvimento de sistemas de classificação de ambiente construídos.

2015 – Publicação da ISO 16757-1: 2015:

Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para serviços de construção - Parte 1: Conceitos, arquitetura e modelo.

2015 – Publicação da ABNT NBR 15965-7:2015:

Sistema de classificação da informação da construção – Parte 7: Informação da construção.

A norma apresenta a estrutura de classificação que define as informações (ou os dados referenciados e utilizados durante o processo de criação e manutenção de um objeto construído) para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção pela indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

2016 – Aquisição da Solibri e da SDS / 2 pela Nemetschek.

2016 – Publicação da ISO 29481-1: 2016:

Modelagem de informações de construção - Manual de entrega de informações - Parte 1: Metodologia e formato.

A norma visa facilitar a interoperabilidade entre aplicativos de software usados durante todas as etapas do ciclo de vida das obras, incluindo instruções, projeto, documentação, construção, operação, manutenção e demolição.

2016 – Assinatura do acordo de cooperação Brasil e Reino Unido.

2016 – CBIC – Publicação da Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras.

2016 – Salvador – 1º Seminário Estadual sobre BIM Bahia.

2016 – Florianópolis – 2º Seminário Regional Sul de BIM – “Juntos somos mais fortes”.

2017 – Lançamento do "bcfXML v2.1" e do "bcfAPI v2.1" pela buildingSMART.

2017 – Decreto Dsn14473, que institui o Comitê Estratégico de Implementação do BIM.

2017 – Salvador – 2º Seminário Estadual sobre BIM Bahia.

2017 – Disponibilização da Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC pela ABDI:

A coletânea contém 6 guias sobre BIM.

2017 – Lançamento BIM da AltoQi:

Lançamento das novas versões do QiBuilder e Eberick com recurso em BIM.

2018 – Publicação da PAS 1192-6: 2018:

Especificação para compartilhamento colaborativo e uso de informações estruturadas de Saúde e Segurança aplicando o BIM.

2018 – Publicação do Decreto 9.377/2018:

Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.

2018 – Aquisição da Synchro (4D), Agency9 (gêmeos digitais), LEGION (simulação de pedestres) pela Bentley.

2018 – Publicação da ISO 16739-1:2018 - *Industry Foundation Classes* (IFC):

Industry Foundation Classes (IFC) para compartilhamento de dados nos setores de construção e gerenciamento de instalações - Parte 1: Esquema de dados.

2018 – Publicação da ISO 19650-1: 2018:

Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem de informações da construção - Parte 1: Conceitos e princípios.

2018 – Publicação da ISO 19650-2: 2018:

Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem de informações da construção - Parte 2: Fase de entrega dos ativos.

2018 – Publicação da ABNT NBR ISO 12006-2:2018:

Construção de edificação - Organização de informações da construção – Parte 2: Estrutura para classificação.

A norma estabelece uma estrutura para o desenvolvimento de sistemas de classificação do ambiente construído. Ela identifica um conjunto de títulos de tabelas de classificação, recomendadas para uma variedade de classes de objetos da construção, de acordo com pontos de vista diversos e particulares (pela forma ou pela função, por exemplo).

2018 – Publicação da ABNT NBR ISO 16354:2018:

Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos.

2018 – Porto Alegre - 3º Seminário Regional Sul de BIM.

2018 – ACCA – Reconhecimento:

É a empresa com o maior número de softwares BIM certificados pela buildingSMART no mundo.

2019 – Publicação do Decreto nº 9.983/2019:

Estratégia Nacional de Disseminação do BIM; instituição do Comitê Gestor da Estratégia do BIM.

2019 – Publicação do 2º Edital em BIM para os Projetos da Fundação Catarinense de Educação Estadual – FCEE.

2020 – Publicação do Decreto nº 10.306:

Estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de Engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da Administração Pública Federal.

2020 – Publicação da ISO 19650-3: 2020:

Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem de informações da construção - Parte 3: Fase operacional dos ativos.

2020 – Publicação da ISO 19650-5: 2020:

Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem de informações da construção - Parte 5: Abordagem voltada para a segurança no gerenciamento de informações.

2020 –ISO /CD 19650-4 em desenvolvimento:

Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem de informações da construção - Parte 4: Troca de informações.

É esse o ponto em que nos situamos hoje com o modelo. Quanto ao futuro do BIM, considerando uma projeção a fim de adivinhar o que irá acontecer, a tendência é a mudança da sua escala de atuação; ou seja, migraremos para a escala de ruas, bairros, distritos, cidades, estados e países. O BIM alcançará o âmbito social, em que a gestão dos dados e informações será usada para melhorar a qualidade de vida das pessoas em comunidade. Nesse sentido, outro conceito que se apresenta é o *City Modeling Information (CIM)*, ou “modelagem da informação da cidade”. O CIM viabiliza o que vem sendo chamado de “Gêmeos Digitais das Cidades” para suportar as necessidades das Cidades Inteligentes.

3. PRINCÍPIOS

A importância do *Building Information Modeling (BIM)* – ou Modelagem da Informação da Construção, em português – para o setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) está diretamente ligada aos conceitos de eficiência, eficácia e economicidade. Mas, afinal, o que são eficiência, eficácia e economicidade?

A eficiência, constitucionalmente implícita no art. 37 (caput) da Constituição Federal, está atrelada à expectativa da “*sociedade que aspira que a Administração adote os métodos mais apropriados, dentro de avançados padrões técnicos. O que se exige é que a Administração trabalhe com qualidade, opere de forma a colocar à disposição da sociedade os avanços tecnológicos próprios da modernidade, esteja voltada para o atendimento satisfatório das necessidades do todo coletivo. A correção dos métodos será determinante na obtenção dos melhores resultados*”. Estamos norteados pela finalidade do bem

comum, de modo que o princípio da eficiência representa um meio para concretização desse objetivo. Nesse sentido, o princípio da eficiência se caracteriza como “*aquele que **impõe** à **Administração Pública** direta e indireta a seus agentes a **persuasão do bem comum**, por meio do exercício de suas competências de forma imparcial, neutra, transparente, participativa, eficaz, sem burocracia e sempre em **busca da qualidade**, primando pela adoção dos critérios legais e morais necessários para a **melhor utilização possível dos recursos públicos**, de maneira a **evitar-se desperdícios** e **garantir-se maior rentabilidade social**. Note-se que não se trata da consagração da tecnocracia, muito pelo contrário, o princípio da eficiência dirige-se para a razão e fim maior do Estado, a prestação dos serviços essenciais à população, visando à adoção de todos os meios legais e morais possíveis para a **satisfação do bem comum**”.*

Já a eficácia, segundo conceito essencial para pensarmos o BIM, se define como “*a concreção dos objetivos desejados por determinada ação do Estado, **não sendo levados em consideração os meios e os mecanismos utilizados para tanto** [...] **É atingir o objetivo com o menor custo** e os **melhores resultados possíveis**”.*

Por fim, a ideia de economicidade denota um objetivo imposto aos gestores, que devem, “*por meio de um **comportamento ativo, criativo e desburocratizante** tornar possível, de um lado, a **eficiência** por parte do servidor, e a **economicidade** como resultado das atividades, impondo-se o exame das **relações custo/benefício** nos processos administrativos que levam a **decisões**, especialmente as de **maior amplitude**, a fim de se **aquilatar a economicidade da escolha** entre diversos **caminhos** propostos para a **solução do problema**, para a implementação da decisão”.*

A aplicação dos conceitos de eficiência, eficácia e economicidade é fundamental para a construção do planejamento estratégico de qualquer organização. Uma vez reconhecidas as dificuldades, urgências e necessidades desta, torna-se mais fácil definir o plano de implementação, implantação e adoção do BIM, bem como entender a importância desse modelo para a empresa ou instituição.

AULA 2

Importância do BIM para o setor de AEC

Aula 2: Importância do BIM para o setor de AEC

1. PRINCÍPIOS

A importância do *Building Information Modeling* (BIM) – ou Modelagem da Informação da Construção, em português – para o setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) está diretamente ligada aos conceitos de eficiência, eficácia e economicidade. Mas, afinal, o que são eficiência, eficácia e economicidade?

A eficiência, constitucionalmente implícita no art. 37 (caput) da Constituição Federal, está atrelada à expectativa da “*sociedade que aspira que a Administração adote os métodos mais apropriados, dentro de avançados padrões técnicos. O que se exige é que a Administração trabalhe com qualidade, opere de forma a colocar à disposição da sociedade os avanços tecnológicos próprios da modernidade, esteja voltada para o atendimento satisfatório das necessidades do todo coletivo. A correção dos métodos será determinante na obtenção dos melhores resultados*”. Estamos norteados pela finalidade do bem comum, de modo que o princípio da eficiência representa um meio para concretização desse objetivo. Nesse sentido, o princípio da eficiência se caracteriza como “*aquele que **impõe à Administração Pública direta e indireta a seus agentes a persuasão do bem comum, por meio do exercício de suas competências de forma imparcial, neutra, transparente, participativa, eficaz, sem burocracia e sempre em busca da qualidade, primando pela adoção dos critérios legais e morais necessários para a melhor utilização possível dos recursos públicos, de maneira a evitar-se desperdícios e garantir-se maior rentabilidade social. Note-se que não se trata da consagração da tecnocracia, muito pelo contrário, o princípio da eficiência dirige-se para a razão e fim maior do Estado, a prestação dos serviços essenciais à população, visando à adoção de todos os meios legais e morais possíveis para a **satisfação do bem comum*****”.

Já a eficácia, segundo conceito essencial para pensarmos o BIM, se define como “*a concreção dos objetivos desejados por determinada ação do Estado, não sendo levados em consideração os meios e os mecanismos utilizados para tanto [...] É atingir o objetivo com o menor custo e os melhores resultados possíveis*”.

Por fim, a ideia de economicidade denota um objetivo imposto aos gestores, que devem, “*por meio de um **comportamento ativo, criativo e desburocratizante** tornar possível, de um lado, a **eficiência** por parte do*

servidor, e a **economicidade** como resultado das atividades, impondo-se o exame das **relações custo/benefício** nos processos administrativos que levam a **decisões**, especialmente as de **maior amplitude**, a fim de se **aqilatar a economicidade da escolha** entre diversos **caminhos** propostos para a **solução do problema**, para a implementação da decisão”.

A aplicação dos conceitos de eficiência, eficácia e economicidade é fundamental para a construção do planejamento estratégico de qualquer organização. Uma vez reconhecidas as dificuldades, urgências e necessidades desta, torna-se mais fácil definir o plano de implementação, implantação e adoção do BIM, bem como entender a importância desse modelo para a empresa ou instituição.

2. BENEFICIADOS

Além de sua ampla relevância, os benefícios acarretados pelo BIM podem ser notados em sua implementação, em sua implantação, em sua adoção, em sua aplicação e em suas exigências. De antemão, inclusive, pode-se dizer que as vantagens desse novo modo de trabalhar alcançam todos os envolvidos na cadeia – isto é, desde quem contrata, projeta, produz, constrói, opera e mantém até quem reforma ou demole.

De todo modo, cabe lembrar que tais benefícios só são atingidos quando alguns aspectos estão bem consolidados, a começar pela compreensão de que o BIM é um conceito abrangente e sistêmico. Por isso, ele precisa ser entendido a partir de uma abordagem transdisciplinar, interdisciplinar e multidisciplinar, já que se trata de um “produto” (casa, edifício, hospital, escola, ferrovia, rodovia, barragem, hidroelétrica, aeroporto, redes de abastecimento, entre outros) que é constituído por diversas áreas de conhecimento e não de um único campo de atuação. É necessário ter em mente que essas diversas áreas precisam estar organizadas de modo processual. Elas demandam ou geram informações e decisões que passam a estar vinculadas a uma estrutura de dados tridimensional que, por sua vez, é simulada e visualizada de forma coordenada e integrada com todos os envolvidos. A partir disso, os dados e informações podem ou devem ser utilizados em todo o ciclo de vida desse produto.

O outro aspecto que impacta na adoção do BIM está relacionado à pergunta “como?”, isto é, está presente quando nos questionamos acerca de como especificar; como gerenciar; como desenvolver (modelar); como coordenar; como ter e garantir qualidade; como usar; como alimentar com dados e informações; como compartilhar; entre outros. Também é relevante perguntar “Por quê?” “Para quem?” “Quem está envolvido ou será influenciado/afetado?” “Quando?” “Quanto?” “Onde?”. Ou seja, informações organizacionais,

gerenciais, contratuais, culturais, sociais e locacionais precisam ser coletadas e organizadas ao longo do processo de projeto, durante a execução da obra e durante a operação e manutenção do ativo físico para que os benefícios sejam alcançados e percebidos por todos da cadeia produtiva. Lembrando que parte dos benefícios vem da gestão do ativo informacional.

Para listar alguns dos benefícios proporcionados pela utilização do BIM, esses foram categorizados por segmento ou por atuação.

2.1. Contratante de projetos.

Um dos benefícios do contratante de projetos é ter um “produto único” que contém todas as áreas de conhecimento necessárias para sua construção, operação e manutenção, de modo que as melhores soluções que englobem determinado item estejam unicamente integradas. Em outras palavras, o produto deixa de ser um acumulado de projetos isolados (ou meramente sobrepostos) das disciplinas necessárias. Outra vantagem decorrente desse modelo vem da possibilidade de uma melhor interação do contratado com o contratante, permitindo e facilitando a tomada de decisões – e reduzindo, por consequência, os retrabalhos comuns nos processos de projeto em CAD. Os meios (realidade virtual, realidade aumentada ou realidade mista) de contato e imersão por parte do contratante e do usuário sobre o modelo viabilizam e democratizam a compreensão da futura obra, trazendo também maior segurança jurídica entre as partes.

Um grande avanço decorrente da coordenação e da compatibilização dos projetos é a possibilidade de antecipação de problemas que só seriam identificados na execução da obra, assim como aqueles que só são identificados na manutenção, os quais têm um grande impacto e um alto custo de resolução.

Outros dois pontos positivos que estão intimamente ligados entre si são a simulação do planejamento da execução da obra e sua orçamentação. Aqui, temos a possibilidade de simular exaustivamente a execução de uma obra e relacionar tal simulação aos vários conteúdos analíticos da orçamentação. Esse procedimento permite a antecipação não só de fluxos de caixa como também da escolha das melhores (ou mais adequadas) técnicas de execução, favorecendo o prognóstico de suas relações e dependências para atender o modelo de negócio da empresa contratante.

Finalmente, o estabelecimento de requisitos de desempenho e de requisitos de manutibilidade é um aspecto igualmente importante, uma vez que eles deverão estar presentes principalmente com as informações não-geométricas nas entidades dos modelos. Assim, gera-se uma base confiável para verificação e registro do atendimento dos requisitos, servindo, então, como um bom alicerce

para a operação e a manutenção do ativo construído, o que contribui para uma redução considerável de judicializações sobre o código de defesa do consumidor.

2.2. Contratante ou executor de obra

Considerando que esse ator participou desde a concepção do projeto, muitos riscos foram mitigados e, em alguns casos, eliminados com as simulações de execução. Aqui, um dos benefícios é o aumento da acurácia em relação ao que será gasto e consumido, o que permite precisar quando deverão ser comprados os insumos. Ou seja, a implementação do BIM permite uma gestão de compra e estoque mais otimizada, além de facilitar a gestão do próprio canteiro como um todo. Também é uma vantagem interessante o fato de se ter uma base sólida para registrar as mudanças ou desvios durante a execução da obra, o que permite o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de melhoria contínua e das lições aprendidas.

É possível, ainda, avaliar os diversos serviços individualmente ou de maneira correlacionada, a fim de propor, simular, testar e avaliar outras técnicas construtivas e/ou outros materiais, respeitando as exigências de norma. O resultado é uma melhoria da performance e do desempenho das equipes, bem como, conseqüentemente, a redução dos retrabalhos e dos desperdícios de tempo e de materiais. Ou seja, esse modelo permite aplicar os conceitos de melhoria contínua, de lições aprendidas e principalmente de produção enxuta, técnicas já consagradas em outras indústrias que há muito tempo estão automatizadas (vale mencionar que a industrialização da Construção Civil e o desenvolvimento de novos materiais seguem essa crescente).

2.3. Prestador de serviço – terceirizados de serviços especializados

Considerando que os modelos foram compatibilizados e verificados quanto à qualidade de modelagem para extração dos quantitativos, essas empresas terceirizadas (ou profissionais autônomos) têm a possibilidade de precisar os seus custos e preços, de maneira a se programar com antecedência, permitindo ou trazendo segurança e sustentabilidade para o negócio. Outro benefício é a mitigação de retrabalhos, uma vez que se identificam, pelas simulações, quando e quais atividades devem ser executadas. Sobre esse aspecto, é muito importante que haja uma fiscalização detalhada para a garantia da qualidade dos serviços já prestados. Mais um fator importante que envolve os diversos usos do BIM para esses atores está na possibilidade de questionar e avaliar outras

possíveis formas de executar o mesmo trabalho, além de permitir a mecanização e a industrialização parcial ou total do serviço.

2.4. Prestadores de serviços de operação e manutenção

Considerando que os agentes anteriores à fase de operação e manutenção cumpriram com suas obrigações, temos a possibilidade de identificar uma série de oportunidades, começando com a programação de manutenção preventiva que, por característica, tem um custo menor do que as manutenções corretivas. Outra vantagem é saber quais itens, componentes, equipamentos ou sistemas têm garantias, bem como quais seriam as exigências para assegurar a garantia de cada um.

Com a instalação de sensores é possível, por exemplo, monitorar usos dos espaços e avaliar o desempenho térmico e luminotécnico ao longo do dia e do ano. Com base nos resultados, mudanças podem ser propostas e os registros das condições encontradas podem também ser usados em outros projetos. Ou seja, todo e qualquer monitoramento será um grande meio de aprendizagem que permitirá melhorar as futuras edificações.

Sem a intenção de esgotar a lista de benefícios, cabe mencionar um deles em particular, pouco utilizado: a possibilidade de alimentar o banco de dados, já estruturado no modelo, com informações, por exemplo, dos custos de limpeza, dos produtos utilizados, do tempo de limpeza, entre outros, sobre ambientes e superfícies. O resultado é uma análise de desempenho, durabilidade, custo de manutenção e renovação dos materiais, que servirá, por sua vez, para a indicação (ou não) do uso de tais materiais em outras obras.

2.5. Fabricantes de insumos/materiais

O fabricante é um dos agentes que, na maioria das vezes, é ignorado no processo de projeto e na operação e manutenção. Isso se dá em especial pelos agentes públicos, devido à análise simplista sobre um único aspecto: o preço. Assim, são ignorados o desempenho e os custos de limpeza e de manutenção, impactantes na operação dos ativos.

Em todo caso, quando o BIM é considerado nesta seção do desenvolvimento de projetos, é possível incorporar algumas informações relevantes. No caso de possuir biblioteca dos seus produtos ou objetos, por exemplo, o modelo permite uma visualização – quase realista – da sua aplicação, facilitando as tomadas de decisão.

Com a construção das bibliotecas haverá a necessidade de melhorar as especificações técnicas, o que possibilitará uma redução de retrabalho e de demandas judiciais.

Como, nos ambientes de modelagem, trabalha-se na escala do real (1:1), informações importantes como preparo, critério de aceite, técnica de aplicação, tempo de espera, limpeza, entre outros aspectos irão permitir uma análise mais acurada do resultado esperado e do produto final, a obra (ativo físico). E essa participação dos fabricantes no processo de projeto, pelo uso de suas bibliotecas, promoverão um aumento de produtividade das equipes de instalação.

2.6. Instituições Públicas de Regulação e Políticas

Essas instituições adquirem um dos maiores benefícios: Ter acesso aos dados do setor de AECO. A vantagem é que, com base nesse material, é possível propor e criar políticas inteligentes (a partir da ciência e da pesquisa) de desenvolvimento sustentável, ecologicamente adequadas, socialmente inclusivas e igualitárias e digitalmente acessíveis.

2.7. Instituições Públicas de Análise e Autorizações

Essas instituições podem gerar um grande benefício socioambiental e econômico com a desburocratização por conta da digitalização normativa, processual e de análise. Assim, garante-se a transparência e, por consequência, atenua-se a judicialização dos seus atos administrativos.

2.8. Empresas e profissionais de projetos

Esse segmento do setor de AECO tem uma grande responsabilidade, ainda que se possa pensar que os benefícios já tenham se esgotado. Na verdade, uma das grandes vantagens obtidas está implícita e diz respeito ao conhecimento sistêmico que será adquirido ou viabilizado por esses agentes. Isso se deve ao fato de serem eles, efetivamente, o grande elo de toda a cadeia produtiva. Há ainda benefícios na produtividade, na verificação facilitada da qualidade, na redução de retrabalho, entre outros, viabilizados com as ferramentas de modelagem e o processo colaborativo.

Deve ser uma das áreas mais valorizadas, justamente pelo conhecimento aplicado e se refletindo em benefícios para todos os outros atores da cadeia produtiva;

2.9. Empresas de tecnologia

Essas provavelmente gerarão uma grande quantidade de empregos decorrentes das novas demandas de soluções, sendo beneficiadas com o crescimento do mercado de desenvolvimento de softwares e hardwares.

3. IMPORTÂNCIA DO BIM

Com alguns benefícios apontados, podemos perceber a importância da modelagem da informação da construção (qualquer coisa construída ou construível) para todo o setor de AECO. Ou seja, o BIM é o meio para uma grande transformação; é o divisor de águas na cadeia produtiva da construção; é a inclusão do setor de AECO na revolução industrial 4.0 e 5.0.

Além dos benefícios econômicos apontados, a importância do BIM ultrapassa o próprio setor de AECO por viabilizar uma indústria que passa a reconhecer os seus impactos sociais, ambientais e econômicos. Por consequência, essa indústria pode também propor melhores soluções para os problemas atuais, ou mesmo se antecipar em relação aos problemas futuros.

Essa importância pode ser traduzida nas metas da Estratégia BIM BR, na qual se espera um aumento da produtividade das empresas em 10% e redução de custos de produção em 9,7% daquelas que adotarem o BIM, além de esperar elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil.

AULA 3

Diferenças entre Projetos CAD e Projetos BIM

Aula 3: Diferenças entre Projetos CAD e Projetos BIM

1. PROJETOS EM CAD

Os processos de projetos de benfeitorias/infraestruturas (ou seja, de ativos) evoluíram ao passo da tecnologia, desde sua concepção e seu desenvolvimento até a entrega documental para execução. Os resultados desse progresso são os sistemas CAD e BIM. O primeiro sistema desenvolvido foi o CAD (*Computer Aid Design*), cujo conceito é a criação e a modificação de elementos constituintes do projeto através de um computador. Com isso, substituiu-se o método manual de representação, cujo suporte consistia em papéis manteiga, vegetal e/ou heliográfico, e cujas ferramentas eram a prancheta, a mesa de vidro com luz inferior, a régua “T”, a régua paralela, o lápis (ou lapiseira), os esquadros, os gabaritos, a borracha ou a caneta nanquim, por exemplo, (Imagem 1).

Figura 1 - Ambiente de desenvolvimento de projeto antes dos computadores. Le Corbusier em seu Atelier na Rua de Sèvres, em Paris. 1953



Fonte: Bloco (13): o ensino e a prática de projeto / organização Centro de Arquitetura e Urbanismo. – Novo Hamburgo: Feevale, 2017. 228 p. ; il. ; 21 cm.

Em 1957, o cientista Dr. Patrick J. Hanratty criou o CAM (*Computer Aided Manufacturing*), partindo de uma ideia similar à do CAD – este que, até então, era aplicado somente em grandes empresas aeroespaciais e automobilísticas.

Em meados dos anos 60, com o avanço dos computadores, esse sistema tornou-se uma ferramenta essencial à Engenharia, possibilitando, assim, diferentes softwares CAD. Dentre eles, destaca-se o pioneiro “*Sketchpad*”, desenvolvido por Ivan Sutherland durante sua tese de PhD no MIT. O sistema permitia que o usuário criasse desenhos em duas dimensões em uma tela de computador com o auxílio de uma caneta.

No Brasil, é possível situar nos anos 90 a grande transição dos processos manuais de projeto (prancheta, papel e lápis) para os processos suportados por computação (CAD). Ainda assim, cabe um destaque importante sobre o modo como se trabalhava antes do CAD. É fato que a grande mudança percebida com o uso de ferramentas de CAD está na *forma* ou no *meio*, isto é, na passagem da prancheta com instrumentos físicos para a prancheta com instrumentos digitais. No entanto, a alteração do modo de trabalho foi sendo implementada (talvez de forma inconsciente e despercebida, inclusive), se afastando do processo consolidado e coerente para o fim então proposto: o desenvolvimento do ativo como um produto único. O processo dos projetos em papel e lápis demandava a presença de todos os projetistas durante cada etapa de seu desenvolvimento. Como os famosos recursos “Ctrl + C” e “Ctrl + V” não eram uma opção (por conta do papel como meio físico), as folhas precisavam ser translúcidas para serem sobrepostas, facilitando a clara compreensão do produto final – essa era uma das atividades corriqueiras durante o desenvolvimento do projeto. Havia, de fato, condições e ambientes favoráveis ao trabalho em equipe, colaborativo, hoje muito comentado e atrelado ao BIM.

Mesmo que o CAD tenha modificado o modo manual de projetar (com lápis e papel), os entregáveis são constituídos por formas geométricas básicas, que seriam representações simbólicas para a compreensão de cada disciplina envolvida. São desenhos representativos cujas interpretações, modificações e correções ficam a cargo do projetista. Em suma, todas as etapas que envolvem o projeto, do início do desenvolvimento arquitetônico à entrega dos complementares, passam por diversos profissionais (principalmente nos casos de projetos de média e alta complexidade), porém, são desenvolvidos individualmente, sem interações e sem uma coordenação. Quando existe algum tipo de coordenação, todas as alterações são feitas manualmente nos arquivos de cada uma das disciplinas, gerando uma grande quantidade de retrabalho e, por consequência, implicando em erros que se acumulam. Os resultados são gastos adicionais, especialmente na fase execução da obra.

Ou seja, nos processos de projetos em CAD, cada setor realiza um trabalho individualmente; a partir dos resultados obtidos, o arquiteto (pensando em edificações) repassa aos demais profissionais o arquivo digital da arquitetura, composto por representação em 2D. Muitas vezes, o compartilhamento de arquivos ocorre sem muita interação entre os membros do projeto, gerando o

desenvolvimento seccionado de cada disciplina. Ou seja, o projeto final é composto por várias soluções de projetos individuais; um mero empilhamento de documentos. Parte desse problema, portanto, está associada à falta de gestão de projetos, bem como do trabalho colaborativo.

Contudo, se engana quem pensa que, apenas ao aplicar métodos de trabalho e gestão colaborativa no desenvolvimento de projetos em CAD, se obtém os mesmos benefícios quando comparados aos do BIM. Com toda certeza, o trabalho apresentará avanços; porém, a produtividade ainda será reduzida, uma vez que a demanda por atividades intelectuais aumenta para resolver os problemas das análises de sobreposição, bem como as tarefas braçais, elevando os custos significativamente e, por consequência a competitividade.

2. PROJETOS EM BIM

Nos anos 80 e 90, o avanço da tecnologia levou aos softwares de construção e visualização tridimensional – os chamados “CAD 3D” – a ideia de gerar um modelo com mais informações, culminando no que se compreende por BIM (*Building Information Modeling*). No entanto, uma discussão paira sobre o início da concepção desse termo. Não há, na bibliografia, um consenso sobre quem seria o autor desse sistema. Segundo Alves, há duas teorias: a primeira indica Jerry Laiserin como responsável pela primeira aplicação do BIM, com o conceito de “Edifício Virtual” no ArchiCAD Graphisoft da Nemetschek, na sua estreia, em 1987 (Figura 1); já a segunda aponta o professor Charles M. Eastman, do Instituto de Tecnologia da Geórgia, como criador do conceito, considerando que o termo “*Building Information Model*” seja basicamente o mesmo que “*Building Product Model*”, recorrentemente empregado nos seus livros e documentos desde a década de 70.

Figura 2 - Edifício Virtual™ no ArchiCAD Graphisoft da Nemetschek, na sua estreia, em 1987



Fonte: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>

Nos processos de projetos em BIM, já na fase de concepção, há necessidade de uma grande quantidade de informações, que precisam ser levantadas e tratadas por todos os membros da equipe. Dessa discussão inicial, surge uma série de especificações e regramentos que passam a estar vinculados como parâmetros às entidades, aos elementos e aos objetos. Sem essa abordagem, o retrabalho em BIM pode ser muito difícil, com o risco, inclusive, de que se recomece o processo desde o início. Tal complexidade reside também no fato de que a etapa inicial do projeto deve ser elaborada pelos moldes do conceito de Engenharia simultânea; esse tema, entretanto, será abordado em outra aula.

No processo em BIM, a representação documental ocorre através das entidades tridimensionais que compõem os projetos. Em outras palavras, os modelos do projeto de cada disciplina, bem como as representações 2D que são obtidas de forma automática (e que estão intimamente atreladas e vinculadas ao modelo), geram um grande ganho de produtividade no processo projetual. Todavia, é preciso ter em mente que o item mais importante dos entregáveis no processo de projeto em BIM não são necessariamente os modelos e suas representações 2D, mas as informações geométricas e não-geométricas que formam uma base de dados precisam sobre as decisões. A relevância dessas informações é clara: elas serão utilizadas nas fases seguintes do ciclo de vida do ativo, além de criar uma estrutura para os dados, que serão incorporados conforme a evolução deste.

Pelo fato de, nos processos que envolvem BIM, haver a possibilidade de trabalho simultâneo e remoto sobre um mesmo projeto, a modificação de um parâmetro automaticamente resulta na alteração das demais instâncias do objeto. Essa integração de serviços facilita o compartilhamento de informações e a relação de trabalho entre os projetistas. Assim, o principal destaque dos processos de projetos em BIM é a necessidade de integração e de trocas constantes entre os membros da equipe de projeto; ou seja, ao final, as soluções desenvolvidas em cada disciplina refletem a melhor solução do projeto em sua totalidade, como um produto único.

No entanto, cabe um alerta: se for aplicado o método de projeto atualmente utilizado no desenvolvimento de projetos em CAD para obtenção dos entregáveis comumente solicitados, com o uso de ferramentas em BIM, os resultados (ou seja, os entregáveis) serão os mesmos do processo em CAD, com a diferença da existência de uma representação em 3D.

Nos processos de projetos em BIM, para uma troca mais eficiente, é necessário o compartilhamento de arquivos interoperáveis, os chamados IFCs. A interoperabilidade sempre foi uma necessidade dentro do mercado de softwares, seja em CAD ou em BIM. Agora, com o crescente número de soluções com o conceito BIM, a interoperabilidade passa a ser uma necessidade exigida também por alguns clientes.

A interoperabilidade em relação ao BIM é atualmente mantida pela BuildingSMART, que será comentada em outras aulas e está basicamente estruturada no compartilhamento de um arquivo padrão, denominado *Industry Foundation Classes*(IFC). Esse tipo de documento atua como uma “linguagem comum” dos objetos geométricos, permitindo sua leitura nos diferentes softwares; porém, por ser uma “linguagem comum”, nem sempre é compreendida por quem gera e/ou recebe os dados, gerando perdas de informação.

Com a assimilação do conceito de BIM, percebe-se a necessidade de se reunir, em um sistema (ou estrutura), todas as informações relacionadas ao ciclo de vida de uma construção ou de um ativo. Ou seja, é preciso agrupar os dados desde a fase de levantamento de informações e requisitos até a demolição. Uma parte desses elementos pode ser gerada a partir de simulações; em todo caso, não devemos considerar ou entender tais artifícios apenas como uma possibilidade mas, mais do que isso, como uma necessidade.

As simulações de cenários, de opções, de consumos de recursos naturais e energéticos, de custos, de sequências e formas construtivas, de manutenibilidade etc...devem ser exigidas para que possamos efetivamente ter e gerar os benefícios esperados. Da mesma maneira, alguns desses benefícios estão diretamente relacionados ao trabalho em equipe – por isso, ao mesmo

tempo, temos também que resgatar o modo de trabalho colaborativo, autogerenciável e de gestão facilitada. Nele, o gestor ou coordenador é um *facilitador* para a equipe de projeto, buscando meios de comunicação e troca de informações de forma fácil e efetiva. Em outras palavras, o intuito é buscar as ferramentas e soluções que tenham uma melhor interoperatividade, uma vez que a interoperabilidade se mostra como uma condição favorável para o aumento de produtividade, minimizando os erros e as incompatibilidades decorrentes de formatos proprietários.

Outro entregável gerado ou permitido pelas ferramentas em BIM é a maior interação com o cliente, especialmente como um instrumento para apoiar as suas decisões. Os responsáveis por essa evolução são os modelos para imersão ou composição com a realidade, os quais permitem uma melhor compreensão das soluções projetadas, em todas as fases do ciclo de vida dos ativos. Esses modelos contêm três conceitos fundamentais: o de “realidade virtual”, que permite a imersão e a interação; o de “realidade aumentada”, que permite a inclusão dos modelos virtuais sobre a realidade; e o de “realidade mista”, que é a combinação das outras duas – imersão e interação incluídas na realidade.

3. DIFERENÇAS

Com essas considerações, é possível afirmar que as características dos processos de projetos, os produtos gerados e as relações de trabalho entre os membros das equipes de Engenharia e Arquitetura com o uso dos softwares CAD e BIM são diferentes em boa parte. Poderíamos continuar detalhando as diferenças entre CAD e BIM – elas não se esgotam por aqui. De antemão, para facilitar a percepção dessas diferenças, o Quadro 01 apresenta alguns pontos importantes para tecermos as comparações. Pode ser que você tenha divergências sobre os elementos expostos abaixo; em todo caso, vale destacar que os dados aqui apontados têm por base os mais de 25 anos de experiências e o material de referência bibliográfica. Em suma, o quadro a seguir não dita uma verdade absoluta, mas sim uma fração da realidade vivenciada.

Tabela 2 - Diferenças entre CAD e BIM – As cinco falácias do BIM, parte 1, 2007. Adaptado

Tarefas	CAD (Horas)	BIM (Horas)	Horas economizadas	Economia de tempo
Desenho esquemático	190	90	100	53%
Desenvolvimento de design	436	220	216	50%
Documentos de construção	1023	815	208	20%
Verificação e coordenação	175	16	159	91%
Total	1,824	1,141	683	

Fonte: <https://www.cadalyst.com/aec/the-five-fallacies-bim-part-1-1-2-3-revit-tutorial-3688>

Quadro 01: comparativo em CAD e BIM – Fonte: Produzido pelo autor.

Fases/Usos	CAD						BIM					
	Cliente	Equipe	Processos	Ferramentas	Comunicação	Entregável	Cliente	Equipe	Processos	Ferramentas	Comunicação	Entregável
Levantamento de informações Levantamento de requisitos	Difícil de levantar e explicar	Dificilmente participa	Difíceis; não estruturados	Planilhas e editor de texto	Visual e verbal	Planilha/Tabela; meio digital	Difícil de levantar e explicar	Deve participar	Difíceis; não estruturados	Planilhas e editor de texto; uso de CDE	Verbal e escrita	Planilha/Tabela
Estudo de Viabilidade	Compreensível	Dificilmente participa	Conhecidos; pouco estruturados	Planilhas/Gráficos	Visual e verbal	Planilhas/Gráficos; meio digital	Compreensível	Deve participar	Conhecidos; pouco estruturados	Planilhas/Gráficos	Verbal e escrita	Planilhas/Gráficos
Estudo Conceitual	Entendível	Só a arquitetura	Simplex representação 2D	CAD	Visual e verbal	Representação 2D do terreno e da arquitetura	Compreensível	Deve participar	Modelagem do local e do conceito em um único arquivo compatibilizado	Ferramentas de modelagem topográfica e arquitetônica; editor de texto; uso de CDE	Visual, verbal e BCF	Modelo do terreno, modelo do conceito arquitetônico e representações 2D dos documentos técnicos
Estudo Preliminar	Entendível, mas depende do conhecimento do cliente	Dificilmente existe um trabalho colaborativo, o desenvolvimento é individual	Simplex representação 2D	CAD	Visual e verbal	Documentos técnicos da representação 2D do terreno e da arquitetura	Compreensível com a utilização dos modelos	Deve participar	Detalhamento do modelo do terreno, da arquitetura, do modelo conceitual estrutural, compatibilizado	Ferramentas de modelagem topográfica, arquitetônica e estrutural. E editor de texto. Uso de CDE	Visual, verbal e BCF	Modelo do terreno, arquitetura preliminar, estrutural, conceitual e representações 2D dos documentos técnicos
Anteprojeto	Entendível, mas depende do conhecimento do cliente	Dificilmente existe um trabalho colaborativo, o desenvolvimento é individual	Simplex representação 2D	CAD	Visual e verbal	Documentos técnicos da representação 2D do terreno e da arquitetura	Compreensível com a utilização dos modelos	Deve participar	Detalhamento do modelo do terreno, da arquitetura, do preliminar, do modelo preliminar de PPCI e MEP, compatibilizado	Ferramentas de modelagem topográfica, arquitetônica, estrutural, PPCI e MEP; editor de texto; uso de CDE	Visual, verbal e BCF	Modelo do terreno, do anteprojeto arquitetônico, do estrutural preliminar, conceitual de PPCI e MEP e representações 2D dos documentos técnicos
Projeto para licenciamentos	Entendível, mas depende do conhecimento do cliente	Dificilmente existe um trabalho colaborativo, o desenvolvimento é individual	Simplex representação 2D	CAD	Visual e verbal	Documentos técnicos da representação 2D dos projetos legais da arquitetura, PPCI e hidrossanitário	Compreensível com a utilização dos modelos	Deve participar	Detalhamento do modelo do terreno, da arquitetura, do PPCI e hidrossanitário, compatibilizado	Ferramentas de modelagem topográfica, arquitetônica, estrutural, PPCI e MEP; editor de texto; uso de CDE	Visual, verbal e BCF	Modelo do terreno, arquitetura, PPCI e hidrossanitário legal e representações 2D dos documentos técnicos
Projeto Básico	Entendível, mas depende do conhecimento do cliente	Dificilmente existe um trabalho colaborativo, o desenvolvimento é individual	Simplex representação 2D	CAD	Visual e verbal	Documentos técnicos da representação 2D dos projetos arquitetônicos, estrutural, PPCI e MEP	Compreensível com a utilização dos modelos	Deve participar	Detalhamento do modelo do terreno, da arquitetura, do PPCI e MEP, compatibilizado	Ferramentas de modelagem topográfica, arquitetônica, estrutural, PPCI e MEP; uso de CDE	Visual, verbal e BCF	Modelo do terreno, arquitetura, PPCI e hidrossanitário legal e representações 2D dos documentos técnicos
Projeto Executivo e Projeto Completo do Ativo	Entendível, mas depende do	Dificilmente existe um trabalho	Simplex representação 2D	CAD e editor de texto	Visual e verbal	Documentos técnicos da representação 2D do terreno, da arquitetura, do estrutural, PPCI e MEP	Compreensível com a utilização dos modelos	Deve participar	Detalhamento do modelo do terreno, da arquitetura, do	Ferramentas de modelagem topográfica,	Visual, verbal e BCF	Modelo do terreno, arquitetura,

Simulações	Rara de ocorrer e isoladas	Só a arquitetura, quando é solicitada	Isoladas ou inexistentes	Existem	Visual e verbal	Documentos e gráficos	Interação facilitada	Deve participar	Fazem parte do processo; definidos pelos usos	Diversas ferramentas; por disciplina de projeto	Fazem parte do processo decisório, visual e verbal	PPCI e MEP, compatibilizado	arquitectónica, estrutural, PPCI e MEP; uso de CDE	Fazem parte do processo decisório, visual e verbal	PPCI e hidrosanitário legal e representações 2D dos documentos técnicos; modelos 4D e 5D; documentos de planeamento e orçamentação
Imersão Virtual	Custosa	Só a arquitetura, quando é solicitada	Curas e difíceis	CAD	Visualmente simples	Modelo 3D apenas geométrico (formas)	Participação ativa	Pode participar	Auxilia no processo por facilitar a compreensão para tomada de decisão	Diversas ferramentas disponíveis pelos fabricantes	Fazem parte do processo decisório, visual e verbal			Modelo para imersão por disciplinas ou combinadas	Simulações sobre os modelos; documentos técnicos de comparação
Coordenação de Projetos	Cliente e projetista	Não existe como prática	Simplex ou inexistente	Ferramentas de gerenciamento de projeto; alguns casos de uso de ambiente comum de dados (CDE)	Individual, unidirecional, pela troca de arquivos de projeto ou inexistente	Documentos de gerenciamento	Cliente e equipe de projeto (deverá ser)	Deve participar	Mais que uma obrigação, uma necessidade para tomar o processo ágil e com menos retrabalho	Diversas ferramentas disponíveis pelos fabricantes (algumas gratuitas), além das ferramentas de gerenciamento de projetos; uso de CDE	Visual, verbal e BCF			Relatórios de coordenação e compatibilização de projetos; documentos de gerenciamento em alguns casos uso de BI (<i>Business Intelligence</i>)	
Sobreposição de Projetos	Não participa	Geralmente nos médios e grandes projetos	Ocorre em projetos complexos e de alto custo	CAD e editor de texto	Visual e verbal	Relatórios	Interação facilitada	Deve participar	Aplicável aos casos de transcrição	Ferramentas de modelagem e editor de texto	Visual, verbal			Relatórios de compatibilização de projetos	
Compatibilização de Projetos	Não é possível	Não é possível	Não é possível	Não é possível	Não é possível	Não existe	Participação facilitada	Deve participar	Atividade normal e obrigatória durante o desenvolvimento	Diversas ferramentas disponíveis pelos fabricantes (algumas gratuitas) e editor de texto; uso de CDE	Visual, verbal e BCF			Relatórios de compatibilização de projetos	
Extração de quantitativos	Sem interação	Só o orçamentista	No final do processo de projeto	Planilhas	Verbal	Tabela de quantitativo; memorial de cálculo	Participação facilitada	Deve participar	Como boa prática, deve ser realizada em cada ciclo de desenvolvimento de projeto	As próprias ferramentas de modelagem e ferramentas para agrupamento dos modelos para extração de informações	Visual, verbal			Tabela de quantitativo; memorial de cálculo	
Planejamento de Outros	Pode participar	Só o responsável pelo planejamento	No final do projeto e depois da orçamentação	Planilhas, gráficos e editor de texto	Verbal	Planilhas e gráficos	Interação facilitada	Deve participar	Como boa prática, deve ser realizada em alguns momentos do desenvolvimento de projeto para tomada de decisão	Ferramentas para modelagem 4D associadas a ferramentas de planejamento; uso de CDE	Visual, verbal e BCF			Modelos 4D, planilhas e gráficos	
Simulação de Planejamento	Simplex, sobre gráficos	Só o responsável pelo planejamento	Não é comum de ser solicitada e é realizada no final	Planilhas e editor de texto	Visual e verbal	Planilhas e gráficos	Interação facilitada	Deve participar	Como boa prática, deve ser realizada em alguns momentos do desenvolvimento de projeto para tomada de decisão	Ferramentas para modelagem 4D associadas a ferramentas de planejamento; uso de CDE	Visual, verbal e BCF			Modelos 4D, planilhas e gráficos	
Orçamentação de Outros	Pode participar	Só o orçamentista	No final do processo de projeto	Planilhas e editor de texto	Verbal	Planilhas e relatórios	Interação facilitada	Deve participar	Como boa prática, deve ser realizada em cada ciclo de desenvolvimento de projeto para tomada de decisão	Ferramentas para modelagem 5D associadas a ferramentas de planejamento; uso de CDE	Visual, verbal e BCF			Modelo 5D, tabela de quantitativo, memorial de cálculo	

AULA 4

Dimensões do BIM

Aula 4: Dimensões de BIM

1. MODELO 3D

Segundo Eastman, o BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção ao longo do ciclo de vida, sendo compreendido em *n* dimensões. Não há, na bibliografia, um consenso sobre as dimensões a partir do 6D; aqui, optamos por seguir a estrutura presente no *Guia BIM 3 da ABDI*: 3D – modelagem, 4D – tempo, 5D – custos, 6D – gerenciamento de instalações, 7D – sustentabilidade, 8D – segurança e saúde no trabalho, estendendo-se até *n* dimensões (Figura 2 - Dimensões do BIM).

Tabela 3 - Dimensões do BIM

Dimensão do desenvolvimento	Descrições	Impacto do stakeholder
3D	Consiste dos dados bi ou tridimensionais dos projetos das edificações. BIM 3D pode ser definido como "apresentação geométrica, descrições paramétricas e normativas legais associadas com a construção de um edifício"	Equipe de Projeto, Fornecedor
4D (3D +Tempo)	Conecta a informação relacionada à programação/tempo aos elementos do modelo 3D de forma sequenciar o processo da construção ao longo do tempo	Construtor, Sub-empregado
5D(3D+Custo)	Adiciona informação relacionada a custo aos elementos do modelo 3D. Isto permite agilizar a extração de quantidades e orçamento diretamente do modelo 3D	Levantador de Quantidades
6D (3D + FM)	Integra a informação de FM e ciclo de vida. 6D está relacionada com a informação do ativo útil para os processos de FM, mas após 5D não existe consenso nas dimensões alcançadas na literatura	Facility Manager, Proprietário
nD (3D + ... nD)	Outras dimensões possíveis associadas com modelo BIM	Pode ser relacionado a qualquer stakeholder citado

Fonte: ABDI, 2017

Por “dimensão 3D do BIM”, entende-se a utilização de BIM para modelagem de projetos nas diferentes especializações e coordenação espaciais, auxiliando na detecção de incompatibilidades (ABDI, 2017). Vale ressaltar que os modelos 3D executados em BIM são compostos por objetos paramétricos, isto é, possuem sua geometria agregada a informações e dados que caracterizam o objeto, impedindo que ocorram incompatibilidades entre representações 3D e 2D (pois estas estão vinculadas entre si). Eastman esclarece que os objetos

paramétricos consistem em definições geométricas, dados e regras associados; a geometria é integrada de maneira não redundante e não permite inconsistências; as regras paramétricas dos objetos modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas em um modelo de construção ou quando modificações são feitas em objetos associados; os objetos podem ser definidos em diferentes níveis de agregação; as regras dos objetos podem identificar quando uma mudança viola a viabilidade destes; os objetos têm a habilidade de vincular-se ou de receber, divulgar ou exportar conjuntos de atributos (exemplo: materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia etc.).

Dessa forma, os modelos 3D que não contêm atributos de projeto e que permitem modificações em apenas uma representação – portanto, sem alterar as demais –, geralmente executados em softwares CAD, não são objetos paramétricos. Nota-se, então, a importância dos modelos 3D paramétricos, que permitem uma análise do projeto para além da visualização, incluindo maior consistência de dados nas representações, extração de informações através de tabelas, entre outros recursos que aumentam a integração entre as fases do projeto.

2. MODELO 4D

A quarta dimensão do BIM adiciona o efeito do tempo ao modelo 3D, sendo fundamental no planejamento da construção.

2.1. Definições

O modelo 4D atribui à modelagem inicial o fator temporal, possibilitando a integração entre o cronograma da obra e a visualização tridimensional. Assim, os modelos 4D podem ser compreendidos como ferramentas de comunicação e integração entre diferentes momentos de um empreendimento (ABDI, 2017). Nesse modelo, as fases de planejamento da obra são representadas de maneira simplificada, através de cores, movimentos e transparências que transmitem as informações dos objetos, facilitando o entendimento das fases de construção.

2.2. Importância

Os modelos 4D são importantes na fase de planejamento e construção por permitirem melhor visualização das etapas de obra. Entre os benefícios desse modelo, destacam-se: a geração de projetos e cronogramas mais eficientes; o aperfeiçoamento da logística de canteiro; uma definição de custos mais precisa;

o aumento da produtividade; a redução de retrabalho; a otimização da comunicação entre as partes interessadas.

Com isso, percebe-se que a geração de modelos 4D afeta diretamente a cadeia da Construção Civil e o ciclo de vida dos ativos, proporcionando o monitoramento preciso das etapas de construção, além de auxiliar na prevenção de problemas e nas tomadas de decisão.

2.3. Sua relação com o ciclo de vida

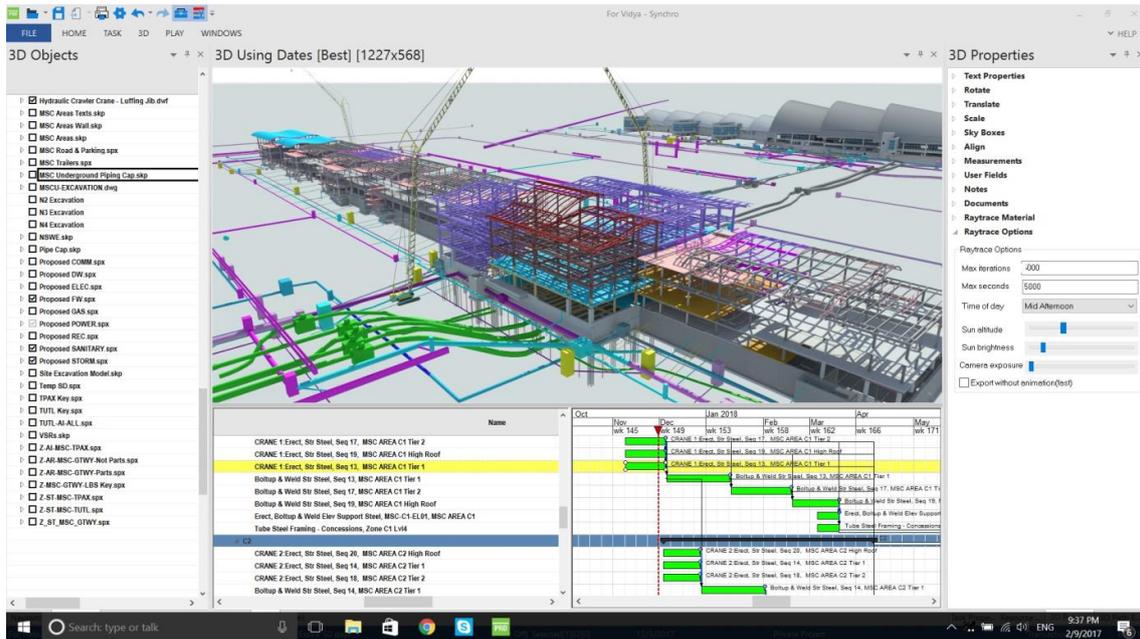
Os impactos da dimensão do tempo são notados já na fase inicial de planejamento e projeto, uma vez que é esse o momento da criação do cronograma da obra e do projeto do canteiro de obras. Tais informações podem ser geradas por representações 2D e 3D, bem como a partir de planilhas integradas em um software 4D. Já na fase de execução, esses dados se tornam físicos: implanta-se o canteiro de obras, faz-se a locação da obra e inicia-se o processo de recebimento e gerenciamento de suprimentos e recursos. Nessa etapa, é possível averiguar e controlar os processos por meio de plataformas 4D. Na fase de manutenção, por sua vez, estão presentes as verificações de qualidade, as restaurações e os reparos que podem remeter novamente à fase de execução de uma obra, levando também ao emprego de softwares 4D.

2.4. Softwares

Atualmente, o mercado apresenta diversos softwares BIM que trabalham a dimensão 4D, com múltiplas possibilidades para o projetista ou construtor. Entre as principais opções, estão o Synchro 4D, o Naviswork, o Vico Office e o STR Vision CPM. A seguir, nos deteremos sobre alguns desses programas.

- I. Synchro 4D: o software foi desenvolvido pela empresa Synchro Ltd e adquirido pela Bentley Systems em 2018, integrando o time de softwares da companhia. O Synchro 4D permite a integração de um modelo 3D ao cronograma, mesmo que ambos sejam executados em outras plataformas BIM; além disso, o projeto é visualizado em tempo real. O software pode ser utilizado na gestão de projetos de Engenharia, uma vez que gerencia os suprimentos e recursos, auxilia na análise de riscos, mantém todos os envolvidos no processo de projeto e de construção informados sobre a evolução do modelo, monitora e atualiza os dados de forma mais simples em uma plataforma compartilhada e, por fim, gera uma documentação detalhada sobre o processo (Figura 3 - Visão geral do software Synchro 4D).

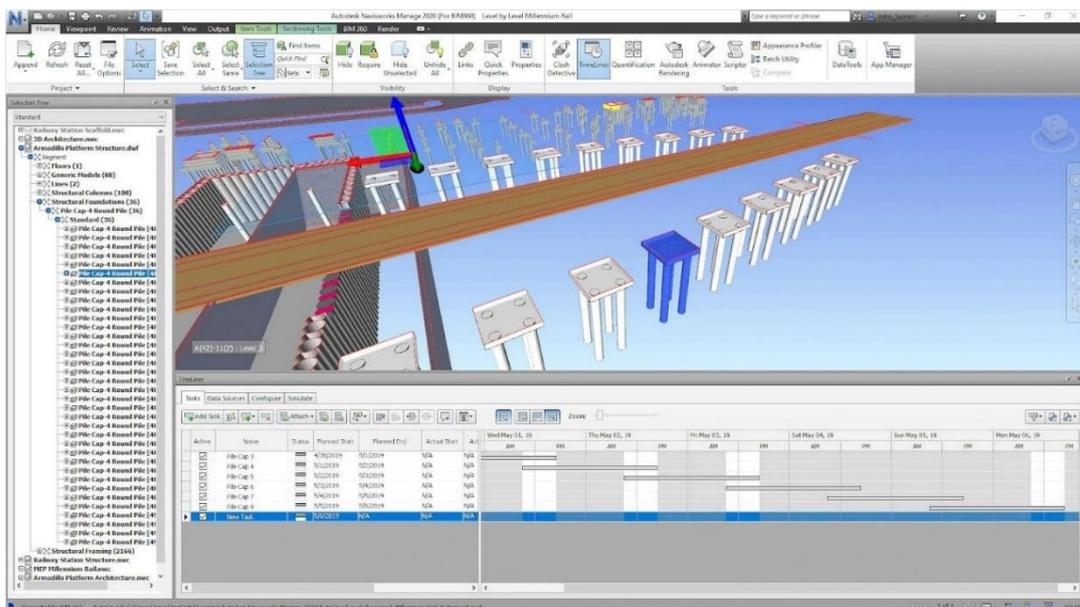
Figura 3 - Visão Geral do Software Synchro 4D.



Fonte: www.bentley.com

II. Naviswork: Desenvolvido pela Autodesk, o software permite a combinação dos dados de projeto e sua construção em um único modelo, identificando conflitos e problemas de interferência antes da edificação. Além disso, as planilhas de cronograma e custos podem ser importadas de outras plataformas ou criadas no próprio software para serem exportadas posteriormente. Contudo, o programa não possibilita a análise de riscos e a gestão de calendários, tampouco permite a edição dos componentes do modelo (Figura 4 - Visão geral do software Navisworks).

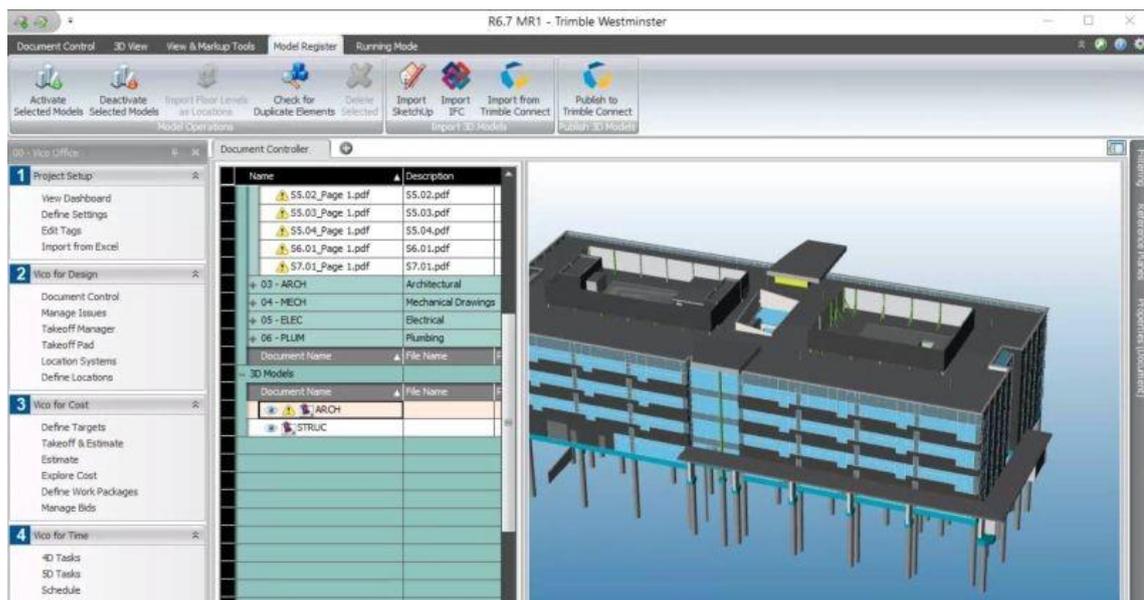
Figura 4 - Visão geral do software Navisworks.



Fonte: Autodesk

- III. Vico Office: desenvolvido pela Trimble, o software apresenta um pacote de três módulos que permitem planejar, revisar e implementar o cronograma dentro de um fluxo contínuo de trabalho. Assim, o programa trabalha com um sistema de linha de balanço para otimizar o tempo e os custos, mostrando instantaneamente os resultados por meio de um player 4D para revisão; depois, as simulações são enviadas para a equipe do canteiro de obras. É possível, ainda, realizar um controle de produção através de modelos 2D e 3D (Figura 4 - Visão geral do software Vico Office).

Figura 5 - Visão geral do software Vico Office.



Fonte: Trimble

3. MODELO 5D

A quinta dimensão do BIM refere-se aos custos, somando ao modelo 4D informações dos materiais e insumos.

3.1. Definições

O modelo 5D acrescenta pesquisas de custo ao modelo inicial, gerando orçamentos e análises de custo que cobrem desde o planejamento até a fase operacional do ativo. Essa dimensão BIM possibilita que o orçamento seja atualizado sempre que o modelo sofre alterações, uma vez que os elementos do projeto são quantificados e vinculados a dados de custo; o resultado é o aumento da precisão no orçamento e na geração de quantitativos.

3.2. Importância

O modelo 5D é importante em todas as fases do ciclo de vida de um ativo, já que o custo é um fator de tomada de decisão (seja na concepção, na operação ou na demolição desse ativo). Além disso, o modelo facilita e torna mais precisa a orçamentação de uma obra, fornecendo ferramentas para visualização do progresso de atividades e explicitando os custos relacionados ao andamento das tarefas. Assim, é possível analisar as mudanças de materiais, de equipamentos e até de mão de obra. Destaca-se, por fim, que o nível de precisão das informações se dá de acordo com o nível de detalhamento do modelo BIM.

3.3. Sua relação com o ciclo de vida

Conforme mencionado, a quinta dimensão do BIM impacta todo o ciclo de vida do ativo. Na fase de planejamento e projeto, a precisão do orçamento ainda é pequena devido às incertezas decorrentes do momento de idealização; de todo modo, o modelo 5D auxilia na tomada de decisão através da análise de simulações simples, como custo-benefício de materiais, por exemplo. Quando o projeto avança, inicia-se a fase de execução. Aqui, já se tem um modelo bastante definido em relação aos custos, possibilitando a extração dos quantitativos e o monitoramento da obra de acordo com o programado. Como todas as mudanças podem ser agregadas ao modelo, já no início da fase de operação podemos observar um parâmetro de gastos e a previsão de possíveis restauros, reparos e manutenções preventivas.

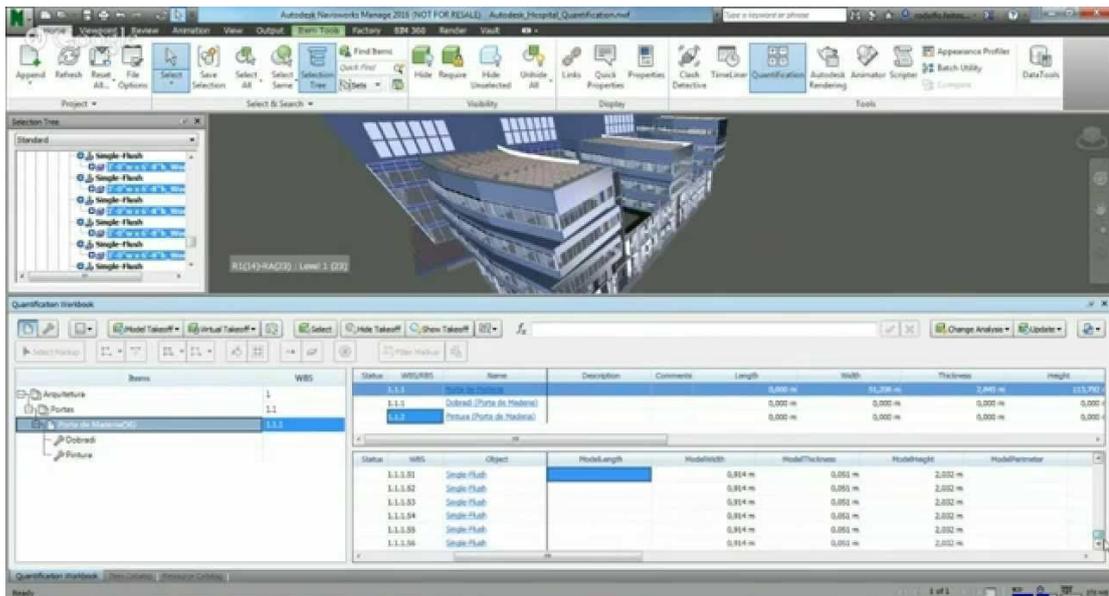
3.4. Softwares

De acordo com o Guia BIM 3 da ABDI, ainda não há no mercado muitas opções avançadas de softwares 5D, o que reduz as possibilidades do usuário que decide investir na integração do custo ao modelo 4D. Felizmente, isso vem mudando e a cada dia, novas soluções vêm se apresentando para suprir essa demanda. E geralmente, os softwares de modelagem 3D fazem parte do processo, como a extração de quantitativos permitindo o uso de planilhas para a composição dos custos. Neste caso não temos um modelo 5D apenas o modelo 3D e uma planilha de orçamento.

Hoje, as soluções 5D mais conhecidas no Brasil são os softwares (ambos já tratados no tópico anterior) Naviswork, da Autodesk, que atua na extração de quantitativos, podendo atribuir no próprio software ou importar cinco tipos de custos – material, mão de obra, equipamentos, subcontratados e total – (Figura 5 - Extração de quantitativos Navisworks), e Vico Office, da Trimble, que também possibilita a orçamentação via *plugins* em outros softwares ou via importação de

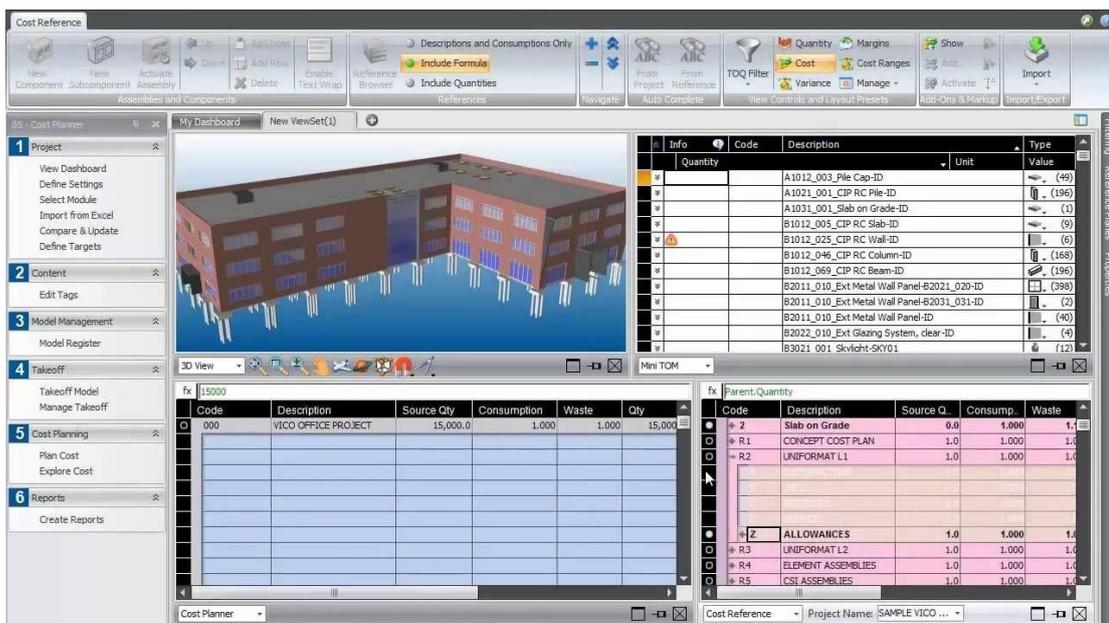
arquivos IFC (Figura 6 - Extração de quantitativos Vico Office). Outros exemplos de softwares de 5D são o STR Vision CPM, da empresa StrVision (<https://www.strvision.com/>), o PriMus IFC, da empresa ACCA (<https://www.accasoftware.com/>), o Bexel Manager, da empresa homônima (<https://bexelmanager.com/>), entre outras soluções nacionais (como a da Gryfus Quantum BIM, a da Volare Sisplo BIM e o *plugin* OrçaFascio).

Figura 6 - Extração de quantitativos Navisworks.



Fonte: Autodesk

Figura 7 - Extração de quantitativos Vico Office



Fonte: Intelligent BIM Solutions. (<https://www.youtube.com/watch?v=UXZnTexOwnQ>)

4. MODELO 6D

Na bibliografia, há uma divergência entre as dimensões 6D e 7D. Alguns autores identificam o 6D como *Facility Manager* (FM) e o 7D como sustentabilidade ou vice-versa. Isso ocorre porque não existe uma regulamentação oficial para as dimensões BIM, o que resulta em divergências a partir da sexta dimensão. Neste material, optou-se por seguir a nomenclatura definida no Guia BIM 3 da ABDI, que se alinha mais à realidade da AEC brasileira. Por isso, o modelo 6D será tratado como *Facility Manager* (FM), isto é, gerenciamento de instalações.

4.1. Definições

O modelo 6D inclui, nas definições do modelo inicial de BIM, dados de operação como manutenção e restauros, auxiliando no gerenciamento das instalações. Assim, a sexta dimensão é empregada na fase mais longa do ciclo de vida dos ativos – a fase operacional pós-construção. Para que sua função seja exercida de maneira correta, é necessário utilizar um modelo “*as built*” como base; neste, o edifício é representado fielmente conforme está construído, considerando as mudanças decorrentes de tal construção.

4.2. Importância

A importância da sexta dimensão do BIM reside no gerenciamento e no acompanhamento do funcionamento apropriado do ativo, auxiliando na verificação de informações do estado das instalações, suas especificações, garantias, manuais de instalação e instruções de reparos, por exemplo. Além disso, o modelo 6D permite o gerenciamento dos fornecedores e operários, responsáveis pelos materiais e possíveis ajustes. Assim, ele promove um melhor plano de manutenção e, conseqüentemente, contribui para uma gestão eficiente do ciclo de vida de ativos.

4.3. Sua relação com o ciclo de vida

A sexta dimensão do BIM é aplicada principalmente na fase operacional do ativo. Desde o processo de construção, é necessário empregar um sistema de gestão que garanta a qualidade prevista no projeto. Contudo, sabe-se que, muitas vezes, ocorrem mudanças inesperadas na obra. Essas alterações devem ser atualizadas no modelo virtual, culminando em um modelo “*as built*”, que permita maior planejamento de manutenção para sistemas e equipamentos,

visando diminuir os custos nessa fase e aumentar a longevidade do edifício. Assim, os softwares BIM 6D devem comportar informações de garantia de equipamentos, instruções de manutenção, revisões e avaliação constante de qualidade dos sistemas.

4.4. Softwares

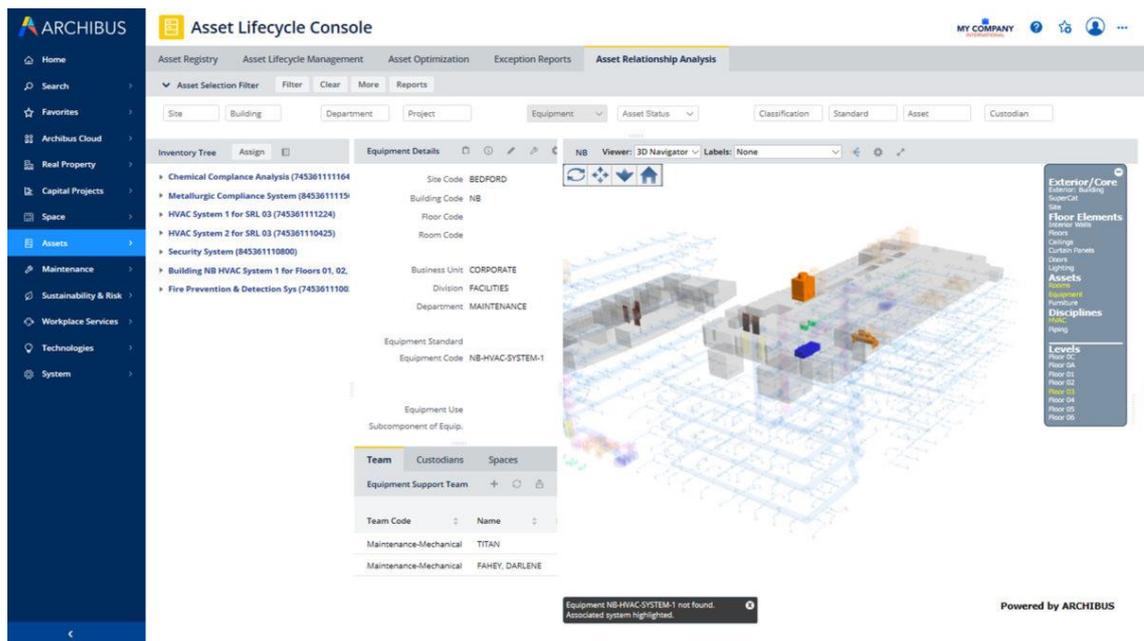
De acordo com o Guia BIM da ABDI, os softwares mais empregados nacionalmente e que possuem integração com BIM são o Autodesk BIM 360 Field e o ARCHIBUS. O Autodesk BIM 360 Field é um aplicativo da empresa Autodesk que permite que as informações da obra sejam facilmente compartilhadas e acessadas pelos profissionais, possibilitando capturar dados de equipamentos e sistemas, bem como apresentar visualização tridimensional (Figura 7 - Visão geral do Autodesk BIM 360 Field; à esquerda, a tela de adição de informação e, à direita, a visualização 3D de componentes). Já o ARCHIBUS é uma plataforma que pode ser utilizada em diversas indústrias, abrangendo tanto softwares CAD quanto BIM. As informações de gerenciamento podem ser armazenadas na nuvem, no desktop ou no smartphone e são facilmente encontradas em qualquer fase da gestão (Figura 8 - Visão geral das informações contidas no ARCHIBUS). De todo modo, vale frisar que, conforme comentado anteriormente, as novas soluções para as demandas crescem a cada dia; como exemplo, é possível citar o software da Bexel Manager para FM (6D) (<https://bexelmanager.com/6d-bim/>), a Space Well, do grupo Nemetschek (<https://spacewell.com/>), o YouBIM (<https://www.youbim.com/>), entre outros.

Figura 8 - Visão geral do Autodesk BIM 360 Field; à esquerda, a tela de adição de informação e, à direita, a visualização 3D de componentes. Fonte: ABDI - 2017.



Fonte: ABDI, 2017

Figura 9 - Visão geral das informações contidas no ARCHIBUS.



Fonte: Archibus

5. MODELO 7D

Nesta pesquisa, o modelo 7D será tratado pelo viés da sustentabilidade.

5.1. Definições

O modelo 7D é gerado a partir da inclusão de componentes de sustentabilidade ao modelo BIM inicial, permitindo a simulação e a análise de escolhas de projeto que visem melhorar os índices de sustentabilidade dos ativos.

5.2. Importância

Um modelo que permite análises mais coerentes e rápidas de sustentabilidade (como os modelos 7D) na indústria da AEC traz benefícios como a diminuição dos componentes tóxicos gerados na cadeia de produção. As análises desse modelo são fundamentais em todas as fases do ciclo de vida dos ativos e devem visar maior qualidade, eficiência, longevidade e até mesmo a redução de custos na operação dos edifícios. Elas se realizam por avaliações de consumo energético, de consumo de água, de emissões atmosféricas, entre outras.

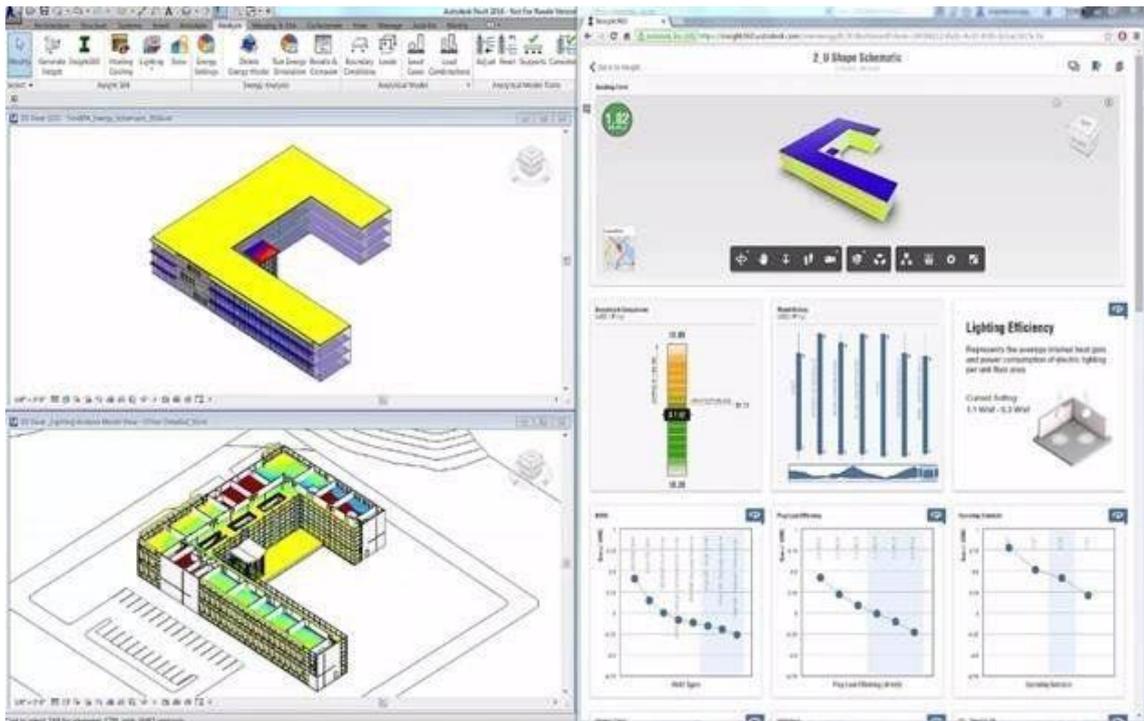
5.3. Sua relação com o ciclo de vida

É preciso levar em conta o aspecto sustentável nas fases iniciais de concepção do projeto para que se minimizem os impactos da edificação e da utilização do ativo. As simulações na fase de projeto auxiliam nas tomadas de decisão dos profissionais, tanto em questões de design, quanto nas de materiais, equipamentos e métodos construtivos. Na construção, põe-se em prática o que foi planejado; é possível então verificar a eficiência das escolhas, permitindo alterações de alguns aspectos conforme a análise da situação. Por fim, na fase operacional e de demolição ou reuso, esse modelo possibilita uma avaliação constante de desempenho (por exemplo, do desempenho energético), formando uma base de dados que servirá não só para o ativo em questão, mas como referência de técnicas para empreendimentos futuros.

5.4. Softwares

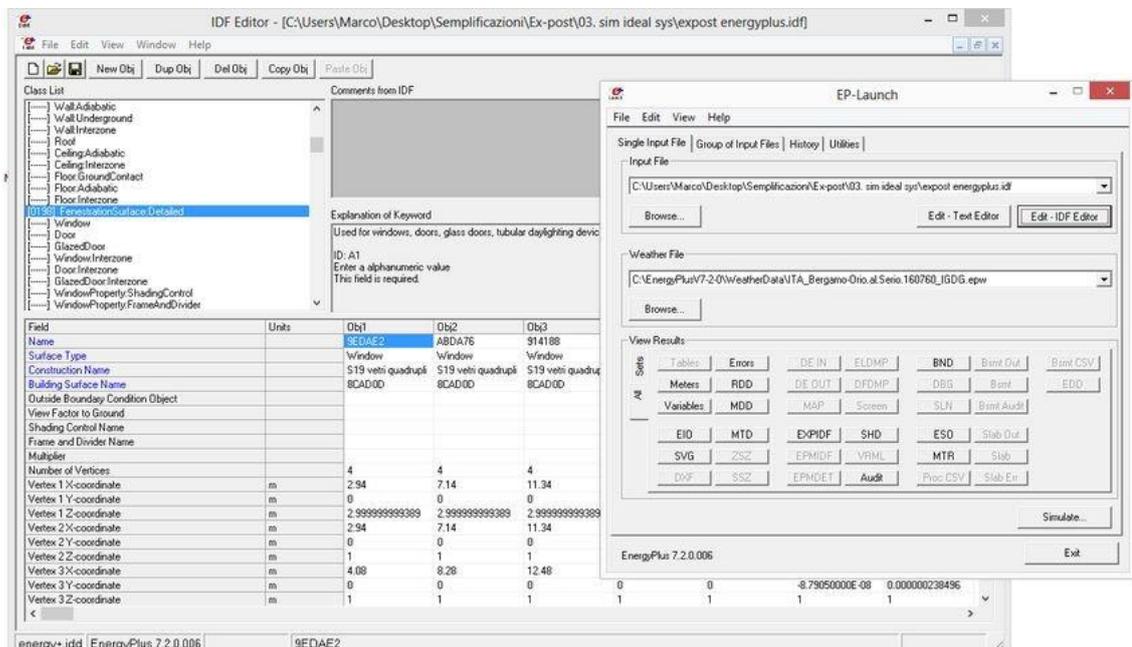
Entre os softwares de análise sustentável, encontram-se diversos *plugins* que funcionam nas plataformas BIM mais utilizadas, como o Revit e o ArchiCAD. Dois dos *plugins* disponibilizados pela Autodesk são o Tally, que atua no Revit e apresenta uma quantificação de impactos ambientais de materiais de construção e o Energy Analysis, que permite a realização de avaliações energéticas em todas as fases do ativo, garantindo maior eficiência (Figura 9 - Visão geral Energy Analysis). Além dos *plugins*, há softwares complementares, como o eveBIM-ELODIE, desenvolvido na França. O programa considera todo o ciclo de vida do ativo, contando com uma extensa base de dados, além de permitir a exportação de arquivos IFC. Mais além, destaca-se o EnergyPlus, criado pelo Departamento de Energia dos EUA, que consiste em um aplicativo aberto e gratuito de simulação energética levando em consideração diversos fatores, como as trocas térmicas resultantes dos efeitos radiantes e convectivos nos ambientes internos durante cada intervalo de tempo da simulação. Apesar de não dispor de uma entrada direta para arquivos IFC, estes podem ser facilmente traduzidos em IDR através de outros aplicativos (Figura 10 – Interface EnergyPlus).

Figura 10 - Visão geral Energy Analysis.



Fonte: Autodesk

Figura 11 - Interface EnergyPlus



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/EnergyPlus-User-interface_fig5_295548769

6. MODELO 8D

Na oitava dimensão do BIM, serão consideradas questões de segurança e saúde no trabalho.

6.1. Definições

O modelo 8D pode ser definido como a dimensão que se refere a fatores de segurança e saúde dos operadores, principalmente na fase de construção. Assim, a oitava dimensão adiciona ao modelo inicial a questão salutar através da análise do design e da avaliação da previsão de riscos na construção e na operação do ativo.

6.2. Importância

A indústria da Construção Civil possui uma taxa alta de acidentes de trabalho e um dos fatores que contribuem para isso é o projeto do canteiro de obras. Assim surge o termo “PtD” (*Prevention through Design*), que se refere à prevenção de acidentes através do projeto. Segundo Kamardeen, a inclusão de PtD no BIM consiste em três tarefas: definir o perfil de risco dos elementos do modelo BIM, fornecer sugestões de design seguro para revisar elementos de perfil de alto risco e propor controles de risco no local para perigos que são incontrolláveis por meio do design e das revisões. Nota-se que essa integração de análise de riscos em softwares BIM permite mais detalhes e informações que promovam maior segurança para os operários da AEC.

6.3. Sua relação com o ciclo de vida

A segurança pode ser um fator considerado desde o projeto com os softwares BIM, visto que as informações são minuciosas e, ao mesmo tempo, integradas em todas as etapas. Nesse sentido, é possível visualizar um modelo a partir de suas informações de segurança, apresentando os possíveis riscos de cada elemento. Esses dados são relatados em planilhas e relatórios que antecedem os riscos; assim, na fase de construção e operação, os documentos podem ser consultados, minimizando os possíveis acidentes.

6.4. Softwares

As informações de segurança devem seguir um padrão para que as diversas situações que compõem o processo (possibilidades na fase de projeto, por

exemplo) sejam avaliadas com qualidade. Nesse sentido, um dos recursos para verificação é a criação de um *role-checker*, sistema que integra e comunica as planilhas e representações em busca de possíveis perigos. Esse sistema, uma vez associado a softwares BIM, pode fornecer relatórios precisos mais rapidamente que uma análise manual; contudo, ainda não há extensões ou softwares autônomos que realizam essa operação. Nesse sentido, empregam-se os softwares BIM de modelagem e gerenciamento, como o VectoWorks e o Synchro, da Bentley, que permitem a representação tridimensional e a adição de informações de cronograma, por exemplo, auxiliando na avaliação manual de riscos.

7. MODELOS ND

Conforme descrevemos nesta aula, O BIM pode ser compreendido a partir de suas dimensões, abrangendo de forma detalhada cada aspecto que envolve o ciclo de vida de ativos. Os modelos digitais atribuem mais informações a cada dimensão, visando aprimorar o design, diminuir o tempo e os custos, auxiliar na gestão do projeto, na construção e na operação, nos níveis de sustentabilidade e na segurança da AEC. Contudo, ainda há processos na Construção Civil que não foram discutidos no âmbito do BIM.

Outras dimensões são indicadas por autores e pesquisadores da área da AEC, entre as quais duas se desenvolveram mais até o momento: a 9D refere-se a *lean construction* (isto é, construções enxutas) e a 10D trata da construção industrializada. Na nona dimensão do BIM, pretende-se diminuir o desperdício de materiais, os atrasos e o aumento de custos por meio de um planejamento mais eficiente baseado nos métodos de produção industriais. Assim, cada atividade da cadeia de produção deve ser avaliada e otimizada, porque produz um impacto no produto final. Já a 10D trata da integração de todos os aspectos do BIM: dados digitais, físicos, ambientais, comerciais e funcionais dos equipamentos e sistemas que são produzidos ao longo do ciclo de vida do ativo, a fim de otimizar o processo construtivo.

Vale ressaltar que essas dimensões ainda estão sendo estudadas; portanto, não há muitas informações sobre seu funcionamento, tampouco sobre os softwares correspondentes a elas. Ainda assim, a perspectiva de otimização da cadeia construtiva é de extrema importância para o avanço da indústria da AEC, visando sempre ao melhor desempenho dos ativos durante o ciclo de vida.

Refletindo sobre outras possíveis dimensões do BIM, uma óptica possível seria a que se relaciona ao usuário. Por ser um *stakeholder* muito importante, ele poderia gerar uma série de informações, especialmente as de comportamento, para avaliar o grau de satisfação, de conforto, de usabilidade,

de segurança, entre outros quesitos que servissem de dados para o desenvolvimento de novos projetos. Ou seja, informações incorporadas ao modelo do ativo digital poderiam ser geradas a partir do uso da “internet das coisas” (IoT).

AULA 5

Mandatos BIM no mundo

Aula 5: Mandatos BIM no mundo

1. O QUE É UM BIM MANDATE?

A adoção do BIM é crescente. Cada vez mais, diversas organizações e governos percebem que aplicar essa mudança tecnológica na Construção Civil pode gerar inúmeros benefícios. É percebido, por exemplo, que os países líderes na adoção do BIM estão nos primeiros lugares do “*Networked Readiness Index*”, pesquisa realizada pelo *World Economic Forum* que mede a capacidade das nações de aproveitar as oportunidades oferecidas pela tecnologia de informação e comunicação. Dessa forma, é compreensível que haja a urgência e o desejo de implementar uma nova maneira de projetar e gerenciar ativos.

Como essa transição pode ser difícil e trabalhosa, são criados diversos documentos que podem ajudar em sua adesão, e um deles é o *BIM Mandate*. Alguns desses instrumentos têm como fundamento contemplar o que precisa ser apresentado e como deve ser feita a modelagem, além de definir por quem será realizada e até quando precisa ser entregue. Em outros, estão descritas as necessidades de informação, o nível de detalhamento e desenvolvimento necessário, a organização das fases do projeto e os processos nele contidos. Basicamente, trata-se de um conjunto de documentos, a começar geralmente por um plano estratégico, como leis e decretos; em seguida, são apresentados documentos orientativos, que expõem como as ações do plano estratégico serão conduzidas, por quem, quando e onde; depois, os documentos normativos, que definem os padrões de entregas e processos; finalmente, há os documentos de contrato, que demandam um detalhamento específico para cada caso.

Por ser um tema novo, muitas definições e proposições em relação ao BIM são feitas gerando dúvidas e confusão, dada a sua recente adoção no espectro do setor de AECO. Uma definição interessante está descrita no *bimdictionary.com*, resumizando o *BIM Mandate* como “*um documento que reúne as informações necessárias, estipuladas por alguma autoridade (governo, ministério) de um país, estado ou região. Nesse documento, é obrigatório o uso de BIM em determinados projetos, a depender do tamanho, valor ou tipologia (públicos, privados etc). Além disso, também são especificadas as entregas em BIM que são imprescindíveis durante as diferentes etapas do projeto, desde o planejamento até a construção. Esses mandatos são normalmente baseados em guias ou protocolos BIM já publicados naquele local e devem ser respeitados a partir do momento em que são decretados - e não quando anunciados. Também podem ser empregados por meio de uma diretiva de compras, códigos aplicáveis ou lei específica.*” (BIM MANDATE, 2020, tradução do autor).

1.1. O que representa um BIM *Mandate*

O BIM *Mandate* é um elemento de suma importância, que contém direcionamentos para ajudar a padronizar e garantir a entrega de um modelo com valores corretos e adequados para os vários usos de gestão. Além disso, ao exigirem a utilização do BIM, os governos mudam o patamar da Construção Civil em seus estados, municípios e empresas públicas, por serem em geral os maiores contratadores de serviços ligados ao setor de AEC. Em adição ao impacto gerado pelas compras públicas, existem outros benefícios que também são bastante representativos, como a checagem automática sobre os parâmetros urbanísticos ligados às municipalidades para obtenção de autorizações ou alvarás de construção; as checagens sobre os parâmetros de segurança e prevenção contra incêndio, ligados ao Corpo de Bombeiros; ou mesmo as aprovações nas concessionárias públicas. Não menos importante, há o fato de que os financiamentos públicos pelos bancos (também públicos) podem ter seus processos desburocratizados, mitigando os riscos ali presentes se os projetos forem apresentados em BIM sobre critérios a serem definidos pelas instituições.

Todas as ações citadas são atividades públicas que também irão acelerar e colocar a Construção Civil na quarta revolução industrial, junto às demais indústrias que já estão nela inseridas. Nesse contexto, os *mandates* de BIM representam a organização da transformação digital e a obtenção dos benefícios, identificados e consolidados por aqueles que já implementaram o negócio. Em especial, é possível perceber vantagens na redução dos desperdícios de materiais, no uso racional dos recursos naturais e na geração de novos empregos.

1.2. Histórico dos BIM Mandates

Podemos dizer que a adoção do BIM decorre da iniciativa privada pela oferta de novas soluções a partir da indústria de software, objetivando o aumento de produtividade ou o atendimento de demandas dos seus usuários. Porém, à medida que os benefícios se evidenciaram – em especial pela área pública –, os gestores responsáveis por essa esfera promoveram ações para aplicar a plataforma nos projetos públicos, acelerando o processo de transformação digital.

Tais medidas vêm sendo implementadas nas últimas duas décadas; quando os mandatos começaram a ser estabelecidos, houve um grande aumento da implementação do BIM em diversos níveis. Alguns países trabalharam em prol dessa transformação de forma mais brusca, outros, mais gradualmente. De todo

modo, todas as nações tinham como objetivo posicionar o território em um patamar tecnológico adequado perante o restante do mundo.

Alguns países começaram há algum tempo a planejar estratégias de adoção do BIM, como os Estados Unidos, os países escandinavos e Reino Unido. Outras nações, no entanto, ainda estão no início desse processo. De qualquer maneira, as transformações são constantes, e esperamos que mais países ou organizações passem a exigir o BIM como meio para melhorar o setor de AEC.

2. AS ESTRATÉGIAS DOS PAÍSES

Conforme dito anteriormente, ao passo que em alguns países não se faz grande uso do BIM até os dias atuais, em outros, seu crescimento se dá de forma excepcional. Isso ocorre porque cada território adotou uma estratégia diferente para trocar a antiga metodologia da Construção Civil por essa nova técnica. A diferença na forma de lidar de cada governo, a nível nacional ou estadual, assim como a quantidade de incentivos e pesquisas sobre a plataforma são aspectos significativos. São as particularidades implementadas por cada nação que vão acelerar ou emperrar a propagação do BIM. Além do mais, é importante pontuar que, ao programar sua própria estratégia, vários países se inspiraram ou mesmo solucionaram equívocos previamente observados em outros lugares.

2.1. América

A América é um continente que abriga países em diversos estágios de implementação do BIM. Enquanto há nações que já o exigem ou planejam exigir – como os EUA, o Chile e o Brasil –, há alguns que possuem apenas certos incentivos – como o Peru e Canadá –, ou nem sequer possuem informações suficientes em relação à plataforma. Considerando esses dados, claro está que cada país abordou o BIM de forma particular, por isso a heterogeneidade na recorrência e na intensidade de sua aplicação.

O país americano mais avançado em relação ao uso do BIM é os Estados Unidos da América, nação pioneira nessa tecnologia, precisamente a partir da década de 1970, com o professor Charles M. Eastman. No entanto, foi só em 2003 que a Administração de Serviços Gerais dos Estados Unidos (GSA) estabeleceu o *National 3D-4D-BIM Program* – basicamente, trata-se de um programa que presta auxílio em casos de projetos de edifícios públicos. Em 2007, foi publicado o BIM Guide 01 – *BIM Overview*, destinado especificamente àquelas organizações que estavam começando a usar o BIM, seguidas por uma série de outros guias (oito, no total). Depois, foram lançados diversos protocolos,

guias e padronizações em vários estados; ou seja, a quantidade de pesquisas feitas e de informações publicadas cresceram significativamente. Não obstante, o governo fez parcerias com instituições e ampliou seu uso para áreas além da Construção Civil (como os departamentos de Transporte, Força Aérea, Guarda Costeira, entre outros). Dessa forma, apesar de não haver decisão nacional – isto é, nenhum mandato federal –, o método passou a ser empregado por grande parte do País, sendo hoje utilizado em 72% das empresas de construção.

Ainda que os EUA detenham a posição mais avançada na implementação do BIM, é importante ressaltar a conjuntura do Brasil diante do resto do mundo. Aqui, tal implementação já está bem consolidada entre as grandes empresas de construção, que acabam recorrendo ao BIM especialmente para fazer orçamentações. Vale mencionar também que um Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM) e um Grupo de Suporte Técnico (CAT-BIM) foram criados em 2017 para lidar principalmente com o fomento de uma padronização, com questões de infraestrutura tecnológica, com a plataforma BIM em si, com aquisições públicas, com treinamento de profissionais e com comunicação. O CE-BIM é composto por sete representantes de diversos Ministérios, enquanto o CAT-BIM é dividido em seis grupos *ad hoc* que tratam de temas específicos, sendo eles: Regulamentação e Normalização, Infraestrutura Tecnológica, Plataforma BIM, Compras Governamentais, Capacitação de Recursos Humanos e Comunicação.

É importante ressaltar que esses comitês foram instituídos por meio de decretos. Em 2018, foi publicado o Decreto nº 9.377/2018, que determinou a estratégia nacional de disseminação do BIM no País, sendo revogado para se adaptar à nova estrutura governamental em 2019, que resultou no Decreto nº 9.983/2019. Em abril de 2020, por meio do Decreto nº 10.306, foi estabelecida “a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de Engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da Administração Pública Federal”. O documento definiu a obrigatoriedade da adoção do BIM pelos Ministérios da Infraestrutura (Programa PROARTE e aeroportos regionais) e da Defesa.

No Chile, em 2016, a então presidente Michelle Bachelet anunciou que o BIM seria um dos pilares do desenvolvimento da construção nacional, transformando a indústria em 4.0, para que o Chile pudesse ser um País “inteligente, equitativo e sustentável”. Em 2015, foi criado o “Chile BIM”, organização responsável pelo desenvolvimento dos padrões BIM no território chileno. Hoje, a nação dispõe do “Planbim”, uma iniciativa da CORFO.

Países como Colômbia, Peru, Bolívia, Uruguai, Argentina e Paraguai começaram por iniciativas do próprio mercado executando a estratégia “*bottom-up*” através de inúmeras conferências, reuniões e workshops organizados por associações profissionais, câmaras de comércio e empresas de software. A

partir de 2019, os governos do Peru e da Argentina deram os primeiros passos na construção de estratégias nacionais.

2.2. África

Em relação ao BIM, o continente africano ainda é pouco explorado, apesar de haver estudos e organizações que tentam encorajar ou mesmo exigir a adesão dessa nova forma de projetar por parte dos governos. As primeiras informações quanto à exigência do BIM são datadas de 2016 e os dois países que se encontram mais dispostos a realizar tal movimento são a Nigéria e a África do Sul. O primeiro, em geral, utiliza atualmente o BIM apenas em grandes empresas, enquanto o segundo já dispõe de padrões de modelagem (criados pelas próprias corporações) e de um instituto para preparar especialistas em soluções de construção digital visando ajudar os profissionais da área de construção – o *South African BIM Institute*.

2.3. Europa

A Europa é um dos continentes em que o tema do BIM mais floresceu; são mais de dez países com algum tipo de incentivo à sua implantação. Entre as nações que exigem o BIM de alguma forma – ou exigirão nos próximos anos –, podemos citar a Alemanha, a Áustria, a Dinamarca, a Escócia, a Espanha, a Finlândia, a França, a Irlanda, a Inglaterra (Reino Unido), a Itália, a Noruega e a Suécia.

O território líder em BIM na Europa (e mesmo em relação às nações de outros continentes) é o Reino Unido. Em 2011, um plano ambicioso foi criado para aplicar a tecnologia; o grupo de tarefas *UK BIM Task Group* foi construído para ajudar e fornecer qualquer suporte necessário. O padrão criado pelo Reino Unido serve de base para vários outros países, pois se fundamenta em uma divisão dos níveis de implementação do BIM que vão de zero a três.

Desde 2016, é obrigatório trabalhar com o segundo nível nos projetos do governo, em qualquer região da nação. Essas mudanças práticas fizeram com que o crescimento tecnológico anual aumentasse surpreendentemente, tornando o território um dos mais digitalizados do mundo na área de construção. Além disso, o BIM é utilizado nos mais diversos projetos, seja qual for a grandeza ou a complexidade exigidas.

Na França, apesar de haver informações sobre o uso do BIM por mais de 130 projetos em algumas regiões do país no ano de 2004, somente em 2014 foram implementadas grandes iniciativas nacionais. Enquanto vários projetos procuravam uma padronização, um deles era especificamente focado na

aplicação da modelagem para a construção de 500.000 casas, cuja finalização foi planejada para o ano de 2017. Também em 2014, o *Plan Transition Numérique dans le Bâtiment* (PTNB) foi apresentado pelo Conselho dos Ministros. Desde o início do plano, o estímulo do governo tem sido significativo, a considerar que foram investidos cerca de 20 milhões de euros na mudança para uma indústria de construção mais digitalizada.

Ainda no território francês, o Plano BIM 2022 surge na sequência do PTNB, que desde 2015 tem trabalhado para estabelecer um bom enquadramento para uma transição digital em construção de qualidade que seja amplamente benéfica. O Plano BIM 2022 visa generalizar o uso de tecnologia digital em edifícios até 2022. Outra iniciativa francesa é a criação de uma plataforma de acesso gratuito para trabalhar em um ambiente digital chamada KROQi.

As nações escandinavas (Dinamarca, Suécia, Noruega, Finlândia e Islândia) estão entre as primeiras a aderir o BIM, determinando vários requisitos e padrões para tal uso. É válido destacar que esses países se beneficiam pela menor extensão territorial (ou seja, a propagação e a implementação da ideia acontecem de maneira mais rápida). A Finlândia começou esse processo em 2002, tornando obrigatório o formato IFC – que permite o compartilhamento do modelo – em todos os softwares de design no ano de 2007. Não obstante, destaca-se que o uso do BIM já era enorme, estando presente em 93% das empresas de Arquitetura e em 60% das empresas de Engenharia do país.

Outro país que se sobressai nessa região é a Dinamarca, com uma implementação de BIM bem sucedida desde o ano 2000. Já em 2006, metade dos profissionais de construção usava a modelagem no desenvolvimento dos projetos. O incentivo vem tanto pelo governo, que demanda essa aplicação em inúmeros cenários, quanto por instituições – atualmente, o BIM é inclusive ensinado nas universidades.

Apesar de não figurarem hoje entre os países com maior avanço e incentivo, vale mencionar duas nações que também estão trabalhando na adoção desse sistema. A Alemanha pretende criar um mandato para obrigar o uso de BIM em obras públicas em 2020, sendo esse já compulsório para projetos de transporte e muito utilizado no setor privado. Os Países Baixos, por outro lado, têm uma das maiores taxas de adoção do BIM no mundo, apesar de não possuírem nenhuma previsão de mandatos futuros.

2.4. Ásia

Ainda que não apresente uma lista tão extensa quanto a europeia, o Continente Asiático também possui muitas regiões que já adotam o BIM (inclusive de forma obrigatória). Entre elas, podemos citar a China, a Coreia do

Sul, a cidade de Dubai (Emirados Árabes), o território de Hong Kong e Singapura.

Em Dubai, o BIM foi introduzido pela primeira vez em 2013, como um requisito em virtude da Circular nº 196 do Município de Dubai, que previa a aplicação do BIM para o “trabalho arquitetônico e MEP” em edifícios com mais de quarenta andares; edifícios com áreas maiores que 300.000 pés quadrados; edifícios especializados, como hospitais e universidades e todos os edifícios solicitados em nome de um ministério estrangeiro.

O mandato foi então atualizado em 2015, quando o Município de Dubai emitiu a Circular nº 207, que afirma que o BIM deve ser usado em relação às “obras arquitetônicas e mecânicas” em edifícios acima de vinte andares; edifícios, instalações e complexos com áreas maiores que 200.000 pés quadrados (+/- 18.580,61 m²); edifícios e instalações especiais, como hospitais e universidades; todos os projetos governamentais; e todos os edifícios e projetos que são solicitados a um escritório estrangeiro. O mandato de 2015 está sendo ampliado juntamente com um novo conjunto de padrões BIM que serão desenvolvidos pelo comitê. A implementação dos novos padrões está sendo planejada para 2020.

Outro país importante em relação ao BIM no continente é a China, apesar de até agora não ter um desenvolvimento ainda tão consolidado nesse cenário. Não há até o momento um mandato (por mais que, em 2001, o Ministério da Construção tenha exigido o uso de BIM com o 12º Plano Quinquenal Nacional). O crescimento no setor só se deu realmente em 2016, com o 13º Plano Quinquenal Nacional, em vigor até o fim de 2020. Desde então, há diversas organizações incentivando a adoção da digitalização, utilizada atualmente na maioria dos projetos. Em contrapartida, já existem departamentos do governo no território de Hong Kong cogitando realizar treinamentos para atender às exigências do nível 2 do padrão de implementação do BIM presente no Reino Unido.

Precisamos também referenciar Singapura, que faz parte dos Tigres Asiáticos e apresenta um notável desenvolvimento econômico. É um país extremamente industrializado, no qual a informação e a comunicação são temas continuamente priorizados. Conseqüentemente, é um dos lugares mais avançados do mundo em uso de BIM, tendo começado a viabilizar o alcance do nível 3 já em 2015. No mesmo ano, as autoridades determinaram o uso de BIM em todos os projetos públicos, além de exigir uma entrega eletrônica de qualquer projeto maior que 5.000 m². De todo modo, o incentivo por parte do governo ou por outras autoridades nacionais não se limitam a essas medidas. A *Building and Construction Authority* (BCA), juntamente com a *buildingSMART Singapore*, criaram diversos planos para implementar e promover o sistema. Há fundos que cobrem os treinos, as consultorias, os hardwares e os softwares desenvolvidos. Ademais, esses órgãos chegaram a criar grandes quantidades de guias e

pesquisas sobre o assunto. No total, o governo gastou 250 milhões de dólares de Singapura para que tal processo fosse bem sucedido.

No Japão, o Ministério da Terra, Transporte e Turismo (MLIT) é a instituição governamental referente à construção civil. O MLIT anunciou projetos-piloto BIM em 2010 e emitiu a diretriz BIM em março de 2014. Desde então, o ministério vem trabalhando na formação de conhecimento sobre BIM, projetando a transformação digital. Em 2019, foi publicado um documento chamado “*Vision for the Future and Roadmap to BIM - BIM Promotion Roundtable – 2019.9 – Japan*”.

2.5. Oceania

A Oceania também é bem pouco estimulada nesse aspecto. Há somente dois países com informações acerca do interesse na mudança tecnológica para o BIM. A Austrália depende bastante da indústria de construção; portanto, há diversas cidades que procuram aumentar a eficiência na área com a implementação dessa forma de modelagem. Isso, no entanto, ainda não é nacionalmente homogêneo. Podemos citar como exemplo o estado de Queensland, que fez um planejamento em 2016 – cuja concretização é esperada para até 2023 – para fazer essa troca nos grandes projetos de infraestrutura.

Por outro lado, na Nova Zelândia, o número de projetos com BIM vem aumentando devido a um comitê feito pelo governo para acelerar seu processo de inserção. Pretende-se obter uma eficiência 20% superior nas construções até o ano atual (2020). Em maio de 2019, foi lançado o “*The New Zealand BIM handbook*”, versão 3.1, com 4 apêndices.

3. INICIATIVAS SOBRE BIM NO MUNDO

São diversas as iniciativas que trazem o BIM para a discussão principalmente no período atual, em que enfrentamos desafios como os problemas ambientais, a alta urbanização e as tentativas de criar habitações mais acessíveis. Por isso, estimular a adoção de novas tecnologias que facilitem a elaboração de soluções mais eficazes é uma medida desejável.

As iniciativas normalmente são tomadas por instituições não-governamentais ou pelos próprios governos, como as mencionadas acima. No entanto, há também algumas comissões ou grupos de trabalho que englobam continentes, como o *EU BIM Task Group*, criado a partir do Continente Europeu como uma rede comum para a padronização da modelagem em obras públicas.

Outra iniciativa importante é a existência de capítulos da buildingSMART, com um total de vinte e dois capítulos até o momento, cobrindo vinte e oito países – a grande maioria, na Europa e Ásia.

AULA 6

Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Decretos 2018 e 2019)

Aula 6: Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Decretos 2018 e 2019)

1. DEFINIÇÕES DE BIM

Em 5 de junho de 2017, o Estado publicou o Decreto (sem número) e instituiu o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling*.

O Comitê foi chamado de CE-BIM e apresentava caráter temporário, com o intuito de propor, no âmbito federal, a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM. O CE-BIM, por meio do Decreto (sem número), tinha a possibilidade de convidar especialistas, pesquisadores e técnicos de entidades públicas ou privadas para compor grupos *ad hoc*. A partir disso, seis grupos foram criados para apoiar a execução dos trabalhos e subsidiar as deliberações do CE-BIM.

1.1. Membros do CE-BIM

Fizeram parte do CE-BIM:

1. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, que exerceu a presidência do Comitê;
2. Casa Civil da Presidência da República;
3. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações;
4. Ministério das Cidades;
5. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão;
6. Ministério da Defesa;
7. Secretaria-Geral da Presidência da República;
8. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil;
9. Ministério da Saúde.
10. As seis frentes de trabalho definidas na Estratégia de Implementação foram:
11. Regulamentação e Normalização;
12. Plataforma BIM;
13. Capacitação de Recursos Humanos;
14. Compras governamentais;
15. Infraestrutura tecnológica;
16. Comunicação.

Os trabalhos desenvolvidos pelos especialistas convidados já tinham sido pré-determinados no Decreto (sem número) como **prestação de serviço público relevante, não remunerada**.

2. DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018

O Decreto nº 9.377 instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modeling* (BIM), com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e à sua difusão no País, sendo o resultado do Decreto (sem número) de 5 junho de 2017.

No dia 18 de maio de 2018, o Decreto nº 9.377 foi anunciado na solenidade de abertura do 90º Encontro Nacional da Indústria da Construção (ENIC), em Florianópolis, e contou com a presença de ministros e do Presidente da República. Nessa data, a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (ou “Estratégia BIM BR”) foi publicada no formato de uma cartilha, na qual estão contidos os resultados esperados, objetivos, ações, indicadores, metas e outros detalhes.

2.1. Objetivos Específicos

No Decreto, foram definidos nove objetivos específicos:

- I. Difundir o BIM e seus benefícios;
- II. Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III. Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV. Estimular a capacitação em BIM;
- V. Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI. Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII. Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII. Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- IX. Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

2.2. Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (CG-BIM)

O **CG-BIM** foi instituído com a finalidade de implementar a Estratégia BIM BR e gerenciar suas ações. Esse comitê contava com o suporte e a assessoria do Grupo Técnico (**GTEC-BIM**) e dispunha da possibilidade de criação de **Grupos de Trabalho** para prover os subsídios necessários ao exercício de suas atribuições.

3. DECRETO Nº 9.983, DE 22 DE AGOSTO DE 2019

Em 2019, com a nova configuração da estrutura administrativa do Governo Federal, houve a necessidade de atualizar o Decreto nº 9.377/2018. Além disso, pequenos ajustes foram feitos no funcionamento do Comitê.

O novo Decreto dispõe sobre a **Estratégia Nacional de Disseminação** do *Building Information Modeling* e institui o **Comitê Gestor da Estratégia**. Ao todo, são dezesseis artigos, dentre os quais se destaca o Art. 2º, que descreve os objetivos da Estratégia mantendo aqueles nove do Decreto anterior (nº 9.377/2018).

3.1. Novos membros do CE-BIM

Fazem parte do CE-BIM de 2019:

- I. Ministério da Economia, por meio da Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade, que preside o Comitê;
- II. Casa Civil da Presidência da República, por meio da Secretaria Especial do Programa de Parcerias de Investimentos;
- III. Ministério da Defesa;
- IV. Ministério da Infraestrutura;
- V. Ministério da Saúde;
- VI. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações;
- VII. Ministério do Desenvolvimento Regional.

3.2. Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (CGE-BIM)

Dos dezesseis artigos do Decreto, onze fazem referência ao Comitê Gestor da Estratégia BIM BR, e o Art. 5º estabelece que as competências do Comitê Gestor da Estratégia BIM BR são:

I - Definir e gerenciar as ações necessárias para o alcance dos objetivos da Estratégia BIM BR;

II - Elaborar anualmente seu plano de trabalho, que conterá cronograma e estabelecerá as ações prioritárias para o período;

III - Atuar para que os programas, os projetos e as iniciativas dos órgãos e das entidades públicas que contratam e executam obras públicas sejam coerentes com a Estratégia BIM BR;

IV - Promover o compartilhamento de informações e analisar o impacto das iniciativas setoriais relacionadas ao BIM, com vistas à harmonização e à promoção de eficiência e sinergia entre as ações dos órgãos e das entidades públicas;

V - Acompanhar e avaliar periodicamente os resultados da Estratégia BIM BR e subsidiar as atividades de articulação e de monitoramento de programas de governo da Presidência da República, quando solicitado;

VI - Articular-se com instâncias similares de outros países e dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;

VII - Deliberar sobre a atualização e a revisão periódica da **Estratégia BIM BR**.

O **CGE-BIM** conta com a possibilidade de formar o **Grupo Técnico da Estratégia BIM BR** para assessorar o **Comitê Gestor** no exercício de suas competências. O **CGE-BIM** é quem dispõe sobre os objetivos específicos e o funcionamento do **Grupo Técnico da Estratégia**, além de poder instituir **grupos de trabalho específicos** para subsidiar o exercício das competências do Comitê Gestor a que se refere o art. 5º do Decreto. Segundo o Artigo, a formação do CG deve seguir o que está estabelecido no inciso do Art. 10.

Por fim, a participação no Comitê Gestor da Estratégia BIM BR no Grupo Técnico da Estratégia BIM BR e nos grupos de trabalho será considerada **prestação de serviço público relevante, não remunerada**. Assim, o Decreto nº 9.983/2019 revogou o Decreto nº 9.377/2018.

4. ESTRATÉGIA BIM BR

A Estratégia Nacional de Disseminação do BIM foi criada e publicada em 346 dias, tendo o seu início com a publicação do Decreto (sem número) em 5 de junho de 2017. O plano é resultado da intenção do Governo Federal de promover a modernização e a transformação digital do setor da Construção.

Com o Decreto de 2017, foi criado o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling* (CE-BIM) para formular estratégias que pudessem alinhar as ações e iniciativas do setor público e do privado, bem como impulsionar a utilização do BIM no País, promover as mudanças necessárias e garantir ambiente adequado para seu uso.

Para o apoio técnico e administrativo, bem como o assessoramento do colegiado, foi instituído o Grupo de Apoio Técnico (GAT-BIM). Além disso, para auxiliar na execução dos trabalhos e/ou subsidiar as deliberações, foi prevista a possibilidade de criação de grupos *ad hoc* para discussão de temas específicos.

Na primeira reunião do Comitê Estratégico (CE-BIM), foram criados cinco grupos *ad hoc* com a finalidade acima descrita. Em janeiro de 2018, o sexto grupo surgiu – o grupo de Comunicação.

4.1. Os Grupos *ad hoc*

4.1.1. O Grupo de Regulamentação e Normalização

O objetivo desse setor era promover discussões sobre o estabelecimento de regras gerais, por exemplo, sobre o estímulo ao desenvolvimento e à publicação de normas técnicas necessárias para a utilização do BIM, a respeito da proposição de normas e protocolos, sobre a análise do panorama nacional e internacional e o desenvolvimento de guias para orientação.

4.1.2. O Grupo de Infraestrutura Tecnológica

O objetivo do grupo era identificar a infraestrutura necessária para a utilização do BIM no Brasil, tais como redes, hardware, softwares e trânsito de dados. Foi realizado um diagnóstico da situação atual, uma análise dos requisitos tecnológicos mínimos para a utilização do BIM, dentre outras ações necessárias à sua disseminação.

4.1.3. O Grupo de Plataforma BIM

Aqui, o objetivo era elencar as ações voltadas para o desenvolvimento e aprimoramento da plataforma virtual para hospedagem dos objetos/templates virtuais utilizados nos projetos (biblioteca BIM), bem como o estímulo à criação desses objetos.

4.1.4. O Grupo de Compras Governamentais

Essa seção tinha como objetivo subsidiar o CE-BIM quanto às ações que envolvessem a análise da exigência legal e as alterações normativas necessárias para disseminar a utilização do BIM nas licitações governamentais. Assim, discutiu-se sobre o papel do Estado como indutor da disseminação do BIM no Brasil, especialmente por meio da exigência do BIM nas licitações de obras públicas.

4.1.5. O Grupo de Capacitação de Recursos Humanos

O objetivo da equipe era discutir as ações necessárias, no âmbito de capacitação, para a popularização do BIM no âmbito nacional. A agenda, abrangendo tanto a academia quanto o ensino profissionalizante, envolveu a reflexão sobre o cenário atual da capacitação em BIM no Brasil, bem como a proposição de iniciativas de qualificação nesse sistema para os profissionais do setor.

4.1.6. O Grupo de Comunicação

O objetivo de seus membros era promover a discussão sobre as necessidades de comunicação – identificando as principais partes interessadas, o conteúdo que deveria ser comunicado, os meios, o momento – e as formas de estímulo à disseminação do BIM e de diminuição da resistência às mudanças que seriam propostas. Ao final, cabia ao grupo estabelecer um plano de comunicação da estratégia nacional.

4.2. Ambiente de criação

Inúmeras reuniões foram realizadas com os grupos *ad hoc*, outras apenas com membros do CE-BIM. As discussões e decisões que dali surgiram permitiram a contratação de uma consultoria jurídica para revisão do aparato legal sobre o aspecto das compras governamentais. Além disso, houve outra consultoria para desenvolver uma série de encontros para a construção da estratégia de disseminação do BIM.

Um dos momentos muito importantes para a construção da estratégia foi o *workshop* realizado no dia 15 de março de 2018. O evento contou com a participação de servidores e de especialistas dispostos a conhecer o processo de contratação de projetos de dois programas governamentais: o Programa de Aviação Regional (PAR) e o Programa de Reabilitação de Obras de Arte Especiais (Proarte). As ideias ali presentes posteriormente impulsionaram um dos projetos pilotos da estratégia.

4.3. A Estratégia Nacional de Disseminação do BIM

A Estratégia Nacional de Disseminação do BIM foi publicada junto com o Decreto nº 9.377/2018 e contou com uma pesquisa de 2018 conduzida pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). O estudo permitiu a definição de indicadores e metas baseados nos objetivos de ampliar a utilização do BIM e de aumentar a produtividade do setor da construção. Segundo a pesquisa e outros estudos da FGV, 9,2% das empresas do setor da construção já implantaram o BIM na rotina de trabalho e estas empresas correspondiam, em 2018, a 5% do PIB da Construção Civil.

4.3.1. Indicadores e metas

A Estratégia BIM BR almeja:

1. Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);
2. Reduzir custos de produção em 9,7% (das empresas que adotarem o BIM);

3. Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje, 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM; a meta é que 50% passe a utilizar);
4. Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, espera-se que o PIB do setor, em vez de 2% ao ano, cresça 2,6%, entre 2018 e 2028; ou seja, terá aumentado 28,9% nesse período, atingindo um patamar de produção inédito).

4.3.2. Resultados esperados

Os resultados esperados pela implementação da Estratégia BIM BR são:

1. Assegurar ganhos de produtividade ao setor de Construção Civil;
2. Proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas;
3. Aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras, proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentação;
4. Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da Construção Civil;
5. Reduzir prazos para conclusão de obras;
6. Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios;
7. Reduzir necessidade de aditivos contratuais de alteração do projeto, de elevação de valor e de prorrogação de prazo de conclusão e de entrega da obra;
8. Elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva;
9. Estimular a redução de custos existentes no ciclo de vida dos empreendimentos.

4.3.3. Objetivos específicos e ações

Objetivo I – Difundir o conceito BIM e seus benefícios:

A percepção atual é de que a sociedade brasileira ainda não tem amplo conhecimento do BIM. É necessária a difusão do significado deste novo paradigma da indústria da construção e de quais benefícios ele trará para o cidadão brasileiro e para o setor de edificações e infraestrutura. A Estratégia BIM BR prevê a execução das seguintes ações:

- Implementar plano de comunicação para divulgar os objetivos, diretrizes e ações da Estratégia BIM BR;
- Implementar plano de comunicação para divulgar o conceito BIM, seus benefícios, boas práticas e casos de sucesso, principalmente por meio de publicações, eventos e uso de mídias digitais;
- Sensibilizar os atores quanto à importância da adoção do BIM e à necessidade de mudanças estruturais para sua adequada implantação;
- Mitigar desigualdades regionais quanto à disseminação do BIM por meio de ações de sensibilização de atores locais;
- Divulgar instrumentos de apoio ao uso do BIM (como guias BIM e Plataforma BIM).

Objetivo II – Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM:

Exigir o BIM nas compras públicas ou utilizá-lo na criação de projetos, no acompanhamento de obras e no gerenciamento das edificações e infraestrutura requer adequação da estrutura e dos processos internos. A Estratégia BIM BR estipula requisitos mínimos para compras governamentais e estabelece iniciativas para sistematizar as práticas competentes ao poder público de forma a melhor atender o campo. Isso ocorre por meio destes procedimentos:

- Mapear, planejar e implementar mudanças estruturantes para o uso do BIM pelo setor público, tais como aprimoramento de processos internos;
- Estabelecer ações de indução ao uso do BIM a serem realizadas pelo Governo Federal, tais como a disponibilização de modelos de construção padrão;
- Promover articulação internacional para o estabelecimento de parcerias e para a troca de experiências;
- Estabelecer parâmetros de referência entre os sistemas de classificação utilizados, por exemplo, no Comprasnet, TIPI, SICRO, SINAPI e outros.

Objetivo III – Criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM:

- A promoção de um ambiente de negócios favorável à atração de investimentos em BIM convergirá para a ampliação de sua utilização no País. Nesse objetivo, estão previstas algumas ações:
- Adaptar linhas de financiamento às necessidades do investimento em BIM;
- Criar programa de incentivo ao investimento focado em micro e pequenas empresas;
- Esclarecer aos potenciais ofertantes os requisitos BIM nos processos licitatórios governamentais;
- Promover articulação internacional para atração de investimentos.

Objetivo IV – Estimular a capacitação em BIM:

A utilização do BIM exige que o profissional tenha conhecimento do novo processo e esteja capacitado para as implicações decorrentes dessa mudança de paradigma. Isso é fator fundamental para que o BIM seja efetivamente compreendido, adotado e consolidado no mercado brasileiro.

Para promover a capacitação dos atores envolvidos, estão previstas estas medidas:

- Estabelecer objetivos de aprendizagem e competências em BIM para cada nível de atuação, de modo a orientar o mercado a ofertar cursos;
- Capacitar, em BIM, gestores e servidores públicos;

- Estimular maior inserção do BIM nas disciplinas de graduação e pós-graduação em Engenharia e Arquitetura;
- Estimular a certificação em BIM dos profissionais da área.

Objetivo V – Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM:

- O ordenamento jurídico está em constante aprimoramento por meio da atividade legislativa. Objetiva-se promover uma adequação em relação às alterações da legislação para dar suporte ao uso do BIM nas compras públicas, por intermédio dos seguintes procedimentos:
- Diagnosticar as necessidades de alterações no aparato legal e regulamentar;
- Propor atos legais e regulamentares adequados às necessidades da ampla adoção do BIM pelo Governo Federal;
- Estabelecer exigência do uso do BIM em programas governamentais com recursos orçamentários do Poder Executivo Federal.

Objetivo VI – Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM:

O desenvolvimento e a publicação de documentos e referências técnicas e normativas são importantes para garantir que os processos BIM possam ser desenvolvidos de forma padronizada, precisa e harmônica. Para a observância desse objetivo, são previstas quatro ações:

- Publicar documentos e referências técnicas com foco em infraestrutura e edificações para suportar a exigibilidade do BIM;
- Apoiar a elaboração e a publicação de normas técnicas da Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CEE - 134);
- Estabelecer arcabouço regulamentar a fim de propiciar programa de certificação de objetos BIM para edificações e infraestrutura;
- Elaborar arcabouço regulamentar que permita o estabelecimento de programa de certificação de profissionais.

Objetivo VII – Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM:

A Plataforma BIM será uma importante ferramenta de comunicação entre os atores do setor, com troca de informações, disseminação de padrões técnicos e melhores práticas. Cabe à Plataforma, também, hospedar a Biblioteca Nacional BIM (BNBIM), a qual consistirá em um acervo de objetos virtuais a serem disponibilizados aos profissionais do setor. Foram previstas as seguintes ações:

- Promover a autossustentabilidade econômica da Plataforma BIM;

- Mobilizar partes interessadas, buscando a contribuição para a Plataforma e a BNBIM, por meio da elaboração de objetos virtuais e de outras iniciativas;
- Utilizar a Plataforma BIM como instrumento de comunicação e de disseminação de informações;
- Criar sistema de avaliação de conformidade de objetos BIM;
- Ampliar o acervo de objetos genéricos da BNBIM.

Objetivo VIII – Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM:

Considerando o BIM como instrumento de transformação digital (e, por extensão, aderente a outras tecnologias de informação e comunicação para o setor de edificações e infraestrutura), é necessário prospectar, estimular e desenvolver novas aplicações. Além disso, busca-se viabilizar a integração da Estratégia BIM BR com Programas Governamentais correlatos. A Estratégia BIM BR estipula as seguintes medidas:

- Estimular o aprimoramento e a aplicação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação – TIC;
- Incentivar investimentos em laboratórios BIM em instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICT);
- Adaptar programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação às necessidades do fomento ao BIM (ex.: CNPq, FINEP, entre outros);
- Alinhar a agenda com os demais programas governamentais relacionados à Estratégia BIM BR (ex.: Cidades Inteligentes, Indústria 4.0, entre outros);
- Utilizar instrumentos de indução existentes para a ampliação de redes de comunicação de dados em regiões prioritárias para a Estratégia BIM BR.

Objetivo IX – Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM:

A ampla concorrência no mercado estimula a inovação, a otimização de processos, a redução de custos e as oportunidades para novos investidores. Aqui, as ações concebidas foram:

- Incentivar a utilização de padrões neutros BIM para intercâmbio de dados;
- Promover fluxos de trabalho em formatos abertos para colaboração.

AULA 7

Normas BIM da ABNT e ISSO 19.650

Aula 7: Normas BIM da ABNT e ISO 19.650

1. NORMAS BIM DA ABNT

É possível definir o BIM como um conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção; o BIM demanda uma abordagem colaborativa, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida do ativo. Nesse contexto, surgem novos arranjos organizacionais e contratuais tanto para os profissionais quanto para os clientes, emergindo daí a necessidade de estruturar requisitos de forma padronizada.

Para isso, normas técnicas são elaboradas por associações oficialmente reconhecidas, como as legislações ISO e NBR. As normas ISO (do inglês *International Organization for Standardization*), de aplicação e validade internacionais, são formuladas a partir de comitês técnicos constituídos por vários países, com membros representantes de diversos órgãos interessados em uma determinada causa.

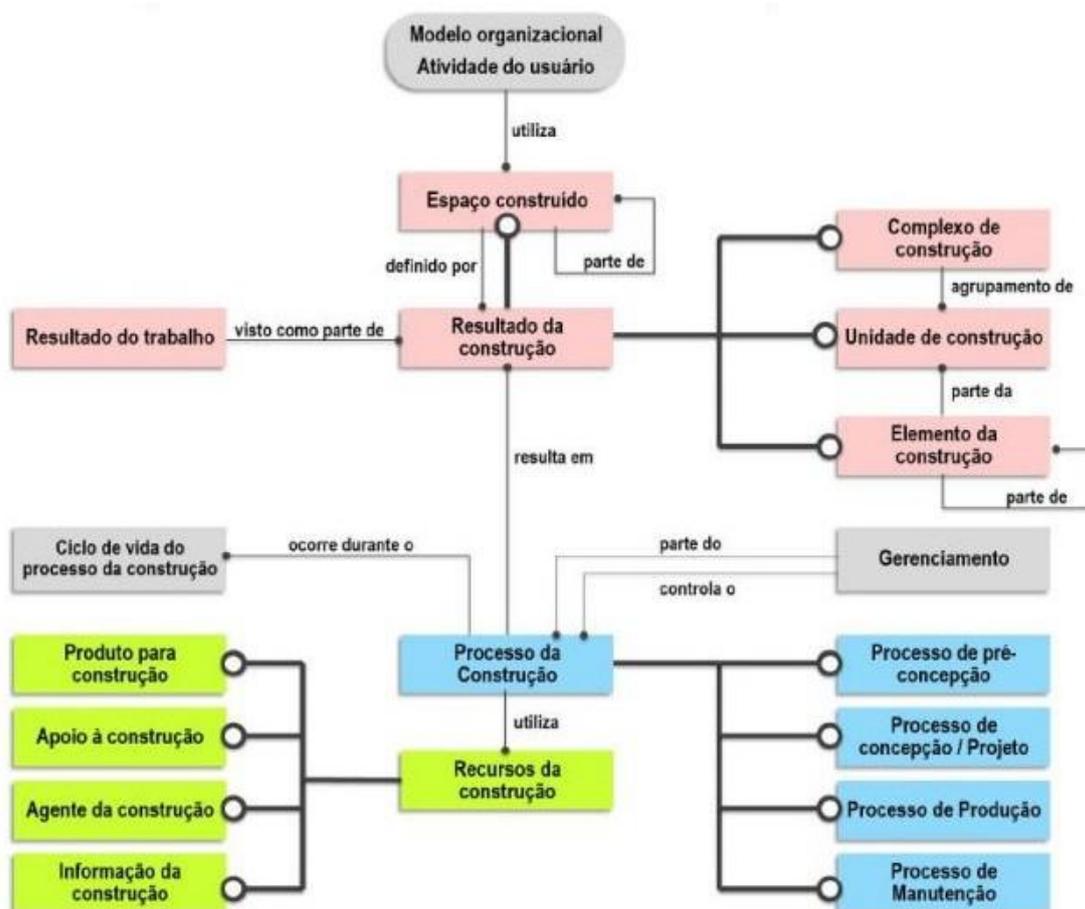
No Brasil, o órgão responsável pela elaboração das normas é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que possui um processo de criação bastante semelhante ao da ISO. De acordo com o estatuto da ABNT, o processo de definição das normas nacionais passa pelos Comitês Brasileiros, pelos Organismos de Normalização Setorial ou pelas Comissões de Estudo Especiais, para só então ser votada pela sociedade. Essas comissões de estudo são formadas por representantes relacionados ao setor em questão: técnicos, produtores, consumidores e uma parte neutra – que podem ser estudantes ou profissionais de laboratórios, por exemplo.

Segundo Catelani (2016), no Brasil, assim como em outros países, o BIM já é visto como uma estratégia nacional de desenvolvimento desde 2009, quando foi criada a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção (ABNT/CEE-134). Essa foi uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) com o intuito de normalizar o BIM. A partir daí, foram definidas três etapas de trabalho: a tradução da norma ISO 12006-2, o desenvolvimento de um sistema de classificação para a construção e, por fim, um sistema de diretrizes para a criação de componentes BIM.

Em 2010, foi publicada a ABNT ISO 12006-2, sob o título “Construção de edificação - Organização da construção - Parte 2: Estrutura para classificação da

informação”. O documento é uma tradução da norma ISO de mesma numeração, publicada em 2001, cujo objetivo é identificar classes para organização da informação e suas relações, trazendo uma série de definições sobre recursos, processos e resultados que envolvem a execução de um projeto em software BIM. Esse regulamento constituiu uma estrutura base para o desenvolvimento de outras diretrizes posteriores (Figura 12 - Relação das classes segundo a NBR 12006-2).

Figura 12 - Relação entre as classes segundo a NBR 12006-2.



Fonte: ABNT NBR ISO 12006-2

Na sequência, deu-se início à criação da primeira norma brasileira de BIM: a ABNT NBR 15965 - “Sistema da Classificação da Informação da Construção”, que se relaciona ao sistema de classificação da OmniClass (ou *Construction Classification System*). Essa legislação foi pensada em sete partes, das quais, até o presente momento, apenas quatro foram publicadas:

- I. 15965-1:2011 – Terminologia e estrutura: organiza os princípios de especialização em seis grupos (0 ao 5), que serão abordados nos tópicos seguintes;

- II. 15965-2:2012 – Características dos objetos da construção: aborda o grupo zero, que contém 0M e 0P, sobre materiais e propriedades da construção;
- III. 15965-3:2014 – Processos da construção: apresenta a tabela do grupo um, composto por 1F, 1S e 1D, referentes a fases, serviços e disciplinas da construção;
- IV. 15965-4 – Recursos da construção: grupo dois, ordenado em 2N, 2Q e 2C, acerca da função, dos equipamentos e dos produtos da construção;
- V. 15965-5 – Resultados da construção: tabela do grupo três, constituído por 3E e 3R, relacionado a elementos e resultados de serviços da construção;
- VI. 15965-6 – Unidades da construção: tabela do grupo quatro, organizado por 4U e 4A, concernentes a unidades e espaços da construção;
- VII. 15965-7:2-15 – Informação da construção: tabela do grupo cinco, formado pelo 5I de informação da construção (GUIA BIM 2, 2017) (Figura 13 - Modelo esquemático das publicações da NBR 15965).

Figura 13 - Modelo esquemático das publicações da NBR 15965



Fonte: do autor, 2020

Assim, cria-se uma estrutura classificatória dos componentes do sistema BIM por meio da comunicação entre as tabelas. Conforme citado na norma, a finalidade aqui é facilitar a comunicação entre os agentes da cadeia produtiva da Construção Civil; portanto, cada parte aborda as especificidades de se projetar no Brasil de acordo com o conceito BIM, incluindo as nomenclaturas, as propriedades dos materiais, os objetos e os processos de construção. Vale destacar que, apesar da grande variação de tipos presentes nas categorias, a norma é limitada, pois há sempre avanços e novidades na Construção Civil (de materiais ou de técnicas, por exemplo). Portanto, as regras atuam como um orientador no processo de descrição e inserção de características no projeto em BIM.

Quanto ao terceiro tema de trabalho previsto pela comissão ABNT/CEE-134, que compreende o desenvolvimento de diretrizes para os componentes BIM, criou-se, em 2012, o Grupo de Trabalho de Componentes BIM, que culminou na ABNT **NBR 16354 - "Diretrizes para as bibliotecas de conhecimento e bibliotecas de objetos"** e na ABNT **NBR ISO 16757 - "Estruturas de dados para catálogos eletrônicos de produtos para sistemas prediais"**, ambas

publicadas em 2018. Além disso, segundo Rodrigo Moreira (2019), representante da coordenação da comissão responsável pela normalização BIM, há dois novos itens de trabalho sobre esse tópico, intitulados “Requisitos de objetos para modelagem da informação da construção” e “Produção e gerenciamento de informações e dados por meio da modelagem da informação da construção”. A ação é baseada na integração com as normas internacionais – especificamente a ISO 19650 (Figura 14 - Panorama das normas técnicas BIM no Brasil).

Figura 14 - Panorama das normas técnicas BIM no Brasil.



Fonte: do autor, 2020

2. ISO 19650

A ISO 19650 - “Organização e digitalização de informações de ambientes construídos em obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem da informação da construção” é baseada na norma britânica BS 1192, referente à produção, ao gerenciamento e à distribuição de informações geradas por sistemas CAD ou BIM, principalmente no protocolo PAS 1192-2:2013, que trata sobre as especificações do nível 2 do BIM. Segundo Kassem (2015), o nível 2 faz parte de um sistema de maturidade de quatro níveis, criado como uma estratégia de adoção do BIM no Reino Unido.

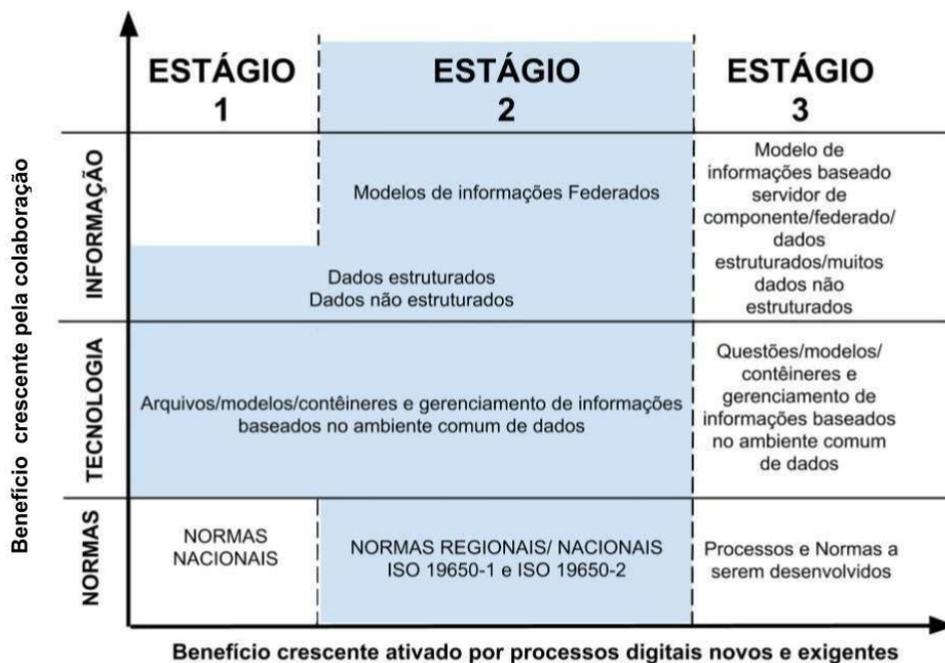
O nível 2 é referente ao uso do BIM na etapa do projeto em que se cria uma base de dados digital e colaborativa, com arquivos formados por modelos e objetos gerenciáveis. Essa norma ISO surgiu do incentivo do Reino Unido para ampliar internacionalmente os resultados positivos já alcançados no País. Entre tais avanços, é possível citar a redução de custos e a melhoria dos aspectos

sustentáveis nos empreendimentos realizados, além da maior eficiência na comunicação em toda a cadeia da Construção Civil (UK BIM Framework, 2019).

Assim, a aplicação da ISO 19650 representa o segundo estágio de maturidade do BIM, que mistura processos manuais e automatizados de gerenciamento da informação, culminando em um modelo de informações federadas (Figura 15 - Estágios de maturidade do BIM). A norma aborda a gestão da informação e a entrega dos projetos, sendo, por sua vez, composta por cinco partes: a primeira e a segunda, publicadas em 2018, tratam sobre a conceituação e o momento de entrega dos ativos, que devem ser entendidos como um item, coisa ou entidade que tenha valor potencial ou real para uma organização. Já as partes terceira e quinta, publicadas em 2020, abordam a fase operacional dos ativos e a segurança no processo de gerenciamento de informação. A parte quatro, da ISO 19650 ainda está em desenvolvimento e tratará da “troca de informações”.

A ISO destina-se a todos os envolvidos no processo de construção em BIM, desde os projetistas, clientes e usuários até os operadores que irão atuar na manutenção do edifício.

Figura 15 - Estágios de maturidade do BIM.



Fonte: ISO 19650-1 [adaptado]

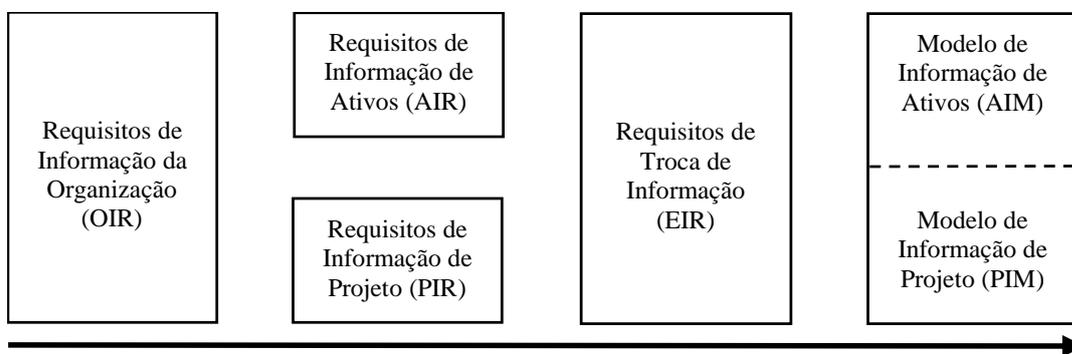
2.1. ISO 19650-1

A primeira parte da norma inclui a apresentação de termos e definições, as informações dos ativos e dos projetos, a definição dos requisitos de informação e os modelos resultantes. Nessa seção, são fornecidas recomendações para

definir uma estrutura de gerenciamento de dados (incluindo troca, registro, controle de versão e organização) destinada a todas as partes interessadas. Tal estrutura pode ser adotada em todo o ciclo de vida de qualquer ativo construído; ela é útil no planejamento estratégico, no projeto inicial de Arquitetura, no projeto de Arquitetura e Engenharia detalhado, na documentação e construção, na operação do dia a dia, na manutenção, na reabilitação, no reparo e na demolição.

A aplicação dos conceitos e princípios estabelecidos na norma foram adaptados para responder à natureza particular das atividades de gestão de ativos. Em apoio a isso, a Figura 16 ilustra, de forma simplificada, a progressão dos requisitos de informação.

Figura 16 - Ilustração simplificada da progressão dos requisitos de informação.



Fonte: <https://www.iso.org/standard/75109.html>[adaptado]

Entre os vários termos e definições apresentados na ISO 19650-1, destacam-se, na Figura 17, os termos “**AIM**” (Modelo de Informação de Ativos) e “**PIM**” (Modelo de Informação de Projeto), que se referem à fase operacional – os processos de gestão do ativo – e à fase de entrega – representações do projeto, informações de desempenho, detalhes dos sistemas construtivos etc. Cabe notar que esses modelos são produzidos no ciclo de vida do projeto e utilizados no ciclo de vida dos ativos, auxiliando na tomada de decisões (Figura 16 - Ciclo de vida de gerenciamento de informações de projetos e ativos).

Figura 17 - Ciclo de vida de gerenciamento de informações de projetos e ativos - A: início da fase de entrega; B: desenvolvimento progressivo do estudo de viabilidade para a construção virtual; C: fim da fase de entrega.



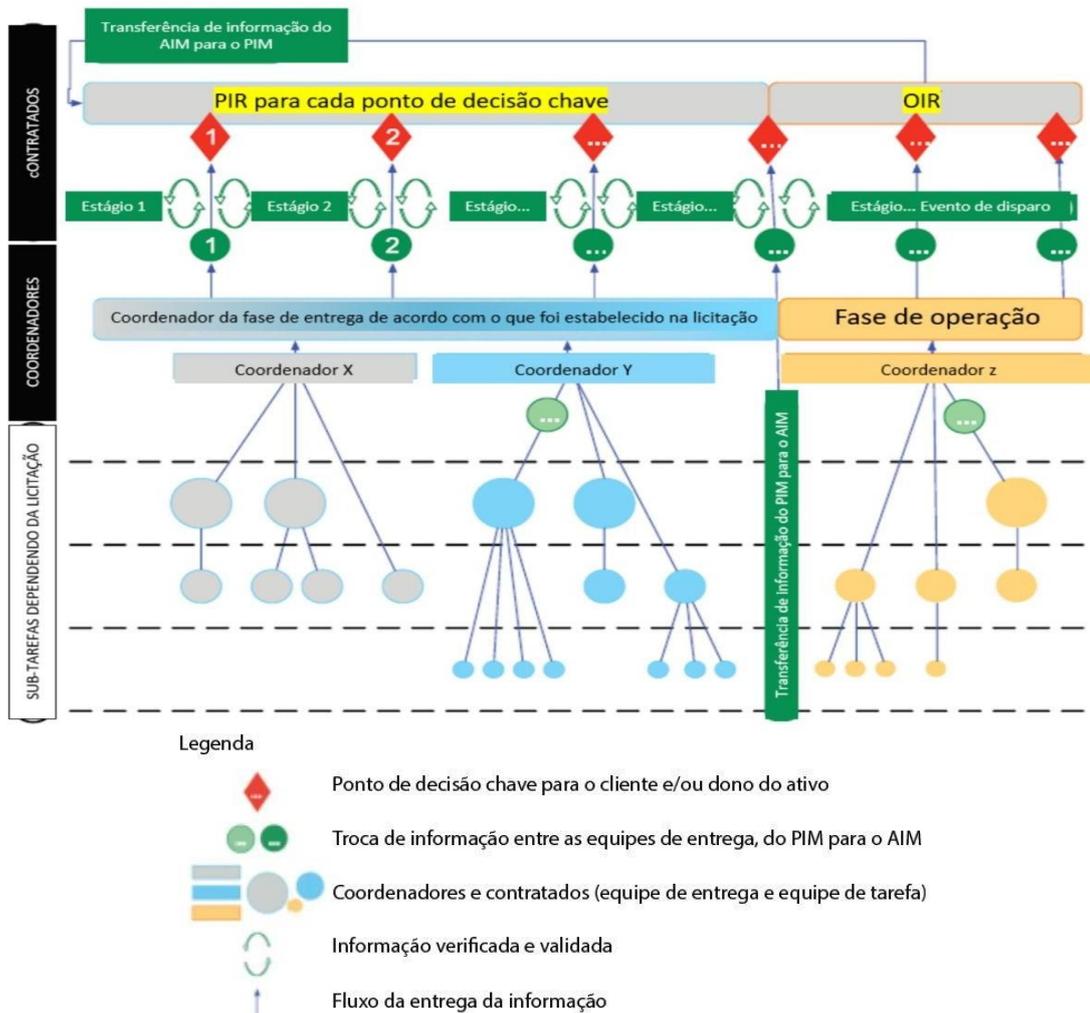
Fonte: ISO 19650-1

Além dos supracitados, outros termos mencionados na ISO 19650-1 passaram a fazer parte do cotidiano do setor da Construção, tais como:

1. **OIR** – “*Organization Information Requirement*” – **Requisitos de Informação da Organização**: são informações relacionadas aos objetivos da organização como um todo;
2. **AIR** – “*Asset Information Requirement*” – **Requisitos de Informação de Ativos**: são informações relacionadas ao funcionamento de um ativo;
3. **PIR** – “*Project Information Requirement*” – **Requisitos de Informação de Projeto**: são informações relacionadas à entrega de um ativo;
4. **EIR** – “*Exchange Information Requirement*” – **Requisitos de Troca de Informação**: são informações relacionadas a uma tarefa.

Na primeira parte da ISO 19650, discute-se também o gerenciamento de informações envolvendo o ciclo de entrega, as funções de gerenciamento, as diretrizes do trabalho coletivo e o planejamento de entrega. Nesse quesito, uma novidade apresentada pela ISO é o nível de informação necessário que cada entrega deve conter. Tal medida responde aos requisitos de informação de projeto e de intercâmbio, assim como aqueles de informação da organização e de ativos – isto é, o nível aponta o mínimo necessário para a compreensão da entrega e para a tomada de decisão (Figura 18 - Exemplo esquemático de entrega de informações para apoiar decisões importantes).

Figura 18 - Exemplo esquemático de entrega de informações para apoiar decisões importantes.



Fonte: ISO 19650-1

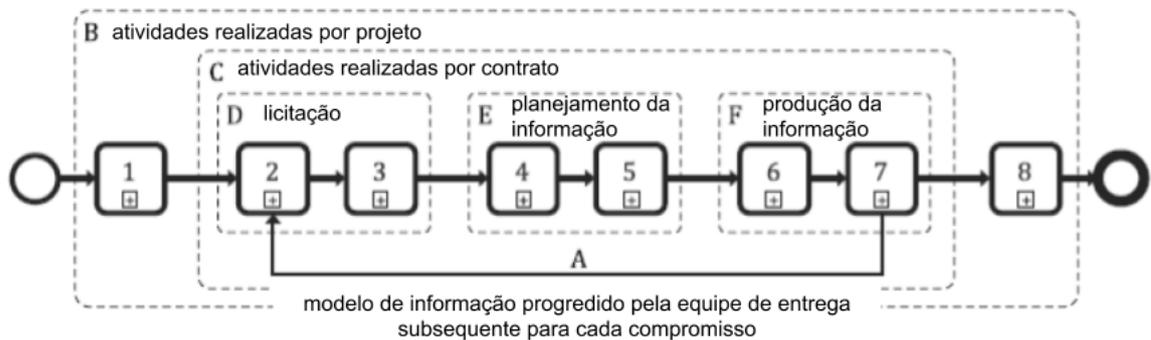
Outros aspectos levantados são a qualidade da informação e o ambiente comum de dados, ou “*Common Data Environment*” (CDE). Aqui, a informação gerenciada no CDE deve ser compreensível por todas as partes para uma gestão adequada dos ativos construídos.

O CDE pode ser entendido como uma solução que auxilia no fluxo de trabalho, visto que permite o compartilhamento de arquivos e de dados do processo. A colaboração pode se dar tanto com apenas alguns membros da equipe de entrega na fase de desenvolvimento do projeto (trabalho em andamento), como com os demais integrantes: os da equipe de trabalho, o contratante para autorização e revisão do projeto (trabalho compartilhado), os que representam o detalhamento executivo, a construção ou o gerenciamento do ativo (trabalho publicado). Por fim, ainda há um estado de arquivamento em que as transações descritas ficam registradas (ISO 19650-1, 2018).

2.2. ISO 19650-2

Além dos termos e definições, a segunda parte contém uma descrição extensa sobre o processo de gestão da informação no período de entrega dos ativos e é abordada em oito etapas (aqui explicadas pela Figura 19 - Processo de gestão de informação durante a fase de entrega dos ativos):

Figura 19 - Processo de gestão da informação durante a fase de entrega dos ativos.



Fonte: ISO 19650-2 [adaptado]

1. Avaliação e necessidade: aponta as responsabilidades do contratante e do contratado quanto à definição de requisitos de informação, de datas de entrega, de padrões, de procedimento e referências de informações de projeto e do ambiente comum de dados;
2. Convite para licitação: determina que o contratante deve estabelecer os requisitos de troca de informação, bem como os critérios de avaliação da licitação, considerando o plano de execução do BIM, a competência dos profissionais e os recursos da equipe de entrega do possível contratado afim de compilar os dados para apresentá-los no convite de licitação;
3. Resposta para licitação: diz respeito às funções do possível contratado. Este deve nomear o profissional responsável para coordenar a gestão da informação. Por sua vez, o membro escolhido indicará o plano de execução do BIM e a equipe de entrega para aprovação do contratante;
4. Contratação: nessa fase, o coordenador do contratado detalha os planos e processos. Aqui também são elaborados o Plano Mestre de Entrega de Informações e o documento do contrato para acordo do contratante;
5. Mobilização: trata das responsabilidades do contratado em relação à procura dos recursos e das informações tecnológicas, além da incumbência de testar os procedimentos de produção de informação conforme os termos estabelecidos no contrato;
6. Produção da informação colaborativa: as equipes de entrega devem verificar a disponibilidade de recursos e a referência de informação, bem como gerar dados necessários e avaliar, revisar e aprovar as informações para compartilhamento;

7. Revisão do modelo de informação: nessa etapa, o contratado deve submeter o projeto para aprovação do contratante visando às metas estabelecidas nos planos iniciais;
8. Fechamento do projeto: após a aceitação do projeto pelo contratante, a proposta acatada deve ser arquivada em um ambiente comum de dados, e as lições adquiridas devem ser registradas para apoio às futuras transações.

Por fim, compreende-se que a adoção da ISO 1950 é o próximo passo na evolução do uso de BIM na medida em que trata de todos os aspectos envolvidos na construção da informação. Portanto, a norma minimiza incompatibilidades e erros, permitindo que as múltiplas partes envolvidas no processo da Construção Civil possam produzir informações de maneira eficaz, o que resulta no aumento da produtividade dessa indústria.

2.3. As outras partes da ISO 19650

2.3.1. Parte 3

A ISO 19650-3, de 2020, trata da “Fase operacional dos ativos”. A norma foi desenvolvida para permitir que uma parte designada (proprietário de ativos, operadora de ativos ou provedor terceirizado de gerenciamento de ativos) estabeleça seus requisitos de informações durante a fase operacional de um ativo, permitindo que o próprio setor forneça o ambiente colaborativo apropriado para cumprir as metas. A regulamentação foi desenvolvida para ser aplicada a ativos de todos os tamanhos e todos os níveis de complexidade; isso inclui edifícios, loteamentos, redes de infraestrutura, residência unifamiliar e peças de infraestrutura (como estradas/rodovias, obras de arte, calçadas, ciclovias, rede de iluminação, rede de água ou esgoto, entre outras).

2.3.2. Parte 4

A parte 4 da norma está em desenvolvimento e tratará da troca de informações.

2.3.3. Parte 5

A ISO 19650-5, também de 2020, trata da “Abordagem voltada para a segurança para gerenciamento de informações”. O documento versa sobre as etapas necessárias para criar e cultivar uma mentalidade – ou, mais que isso, uma cultura – de segurança adequada e proporcional entre as organizações com acesso a informações confidenciais (incluindo a necessidade de monitorar e auditar a conformidade). A técnica delineada é aplicável ao longo do ciclo de vida de uma iniciativa, projeto, ativo, produto ou serviço, planejado ou existente, em que as informações confidenciais são obtidas, criadas, processadas e/ou armazenadas.

A quinta parte da norma se destina e deve ser utilizada por qualquer organização envolvida no uso de informações e tecnologias na criação, projeto, construção, fabricação, operação, gestão, modificação, melhoria, demolição e/ou reciclagem de ativos ou produtos, bem como a prestação de serviços dentro do ambiente construído. Seu propósito não é (de forma alguma) comprometer a colaboração ou os benefícios que o BIM ou outros métodos de trabalho colaborativos e tecnologias digitais possam gerar. Pelo contrário, a implementação das diretrizes desta seção tenciona fornecer uma estrutura para auxiliar as organizações a compreender os principais problemas de vulnerabilidade e a identificar a natureza dos controles necessários para administrar os riscos de segurança resultantes até que se alcance um nível tolerável para as partes relevantes.

AULA 8

**Interface com métodos
ágeis para organização
de projetos**

Aula 8: Interface com métodos ágeis para organização de projetos

1. MANIFESTO ÁGIL

Em fevereiro de 2001, um grupo de dezessete desenvolvedores se juntou em Utah, nos EUA, para discutir maneiras mais leves e alternativas mais eficientes de desenvolvimento de softwares com base em suas experiências (levando em consideração como contraponto os processos de desenvolvimento pesados e orientados à documentação). Do encontro, surgiu o Manifesto Ágil de Desenvolvimento de Software. Nesse grupo, estavam representantes da *Extreme Programming* (XP), da SCRUM, da *Dynamic Systems Development Method* (DSDM), da *Adaptive Software Development*, da Crystal, da *Feature-Driven Development* (FDD), da *Pragmatic Programming*, entre outros.

É comum que empresas busquem pela padronização de processos e por práticas de excelência na gestão de projetos como um caminho para a melhoria contínua de suas operações. Nesse sentido, as metodologias ágeis têm por finalidade maximizar o trabalho das equipes de projetos e os resultados gerados aos clientes, tomando por base seus doze princípios.

1.1. Princípios por trás do Manifesto Ágil

1. A maior prioridade é **satisfazer o cliente** através da entrega contínua e adiantada de software com valor agregado.
2. **Mudanças** nos requisitos **são bem-vindas**, mesmo tardiamente no desenvolvimento. Processos ágeis geram benefícios a partir das mudanças visando vantagem competitiva para o cliente.
3. **Entregar frequentemente** o software funcionando, de poucas semanas a poucos meses, com preferência à menor escala de tempo.
4. Pessoas de negócio e desenvolvedores devem **trabalhar** diariamente em **conjunto** durante todo o projeto.
5. **Construir** projetos em torno de **indivíduos motivados**: dê a eles o ambiente e o suporte necessário e **confie** neles para fazer o trabalho.
6. O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para e entre uma equipe de desenvolvimento é através de **conversa face a face**.
7. **Software funcionando** é a medida primária de progresso.
8. Os processos ágeis promovem **desenvolvimento sustentável**. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter um ritmo constante indefinidamente.
9. **Contínua atenção** à excelência técnica e o bom design aumentam a agilidade.

10. **Simplicidade**: a arte de **maximizar** a quantidade de trabalho não realizado é essencial.
11. As melhores arquiteturas, requisitos e designs emergem de **equipes auto-organizáveis**.
12. Em intervalos regulares, a equipe **reflete** sobre como se tornar mais eficaz; então, ela refina e **ajusta** seu comportamento de acordo com as ideias levantadas.

Figura 20 - Princípios do Manifesto Ágil



Fonte: Medium - Victor Goulart, jul. 2010.

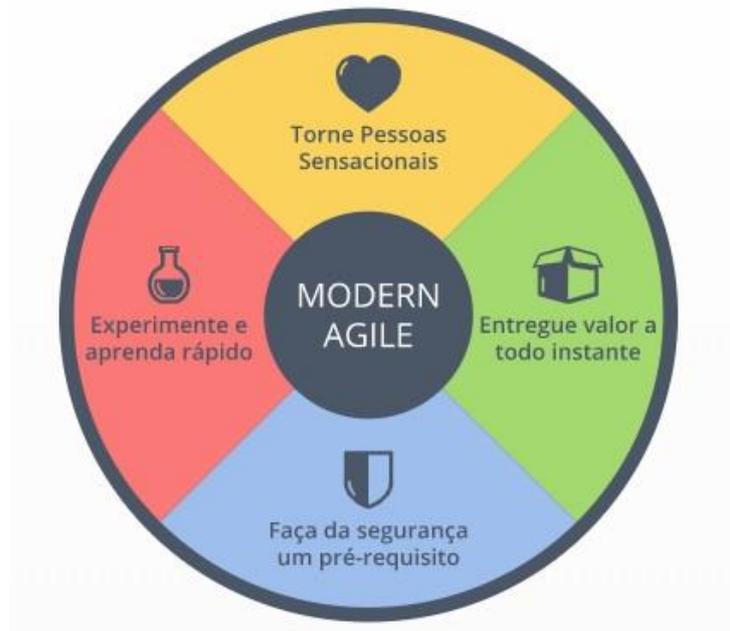
1.2. Valores

Melhores maneiras de desenvolvimento de softwares estão sendo descobertas. Apesar de reconhecer a importância dos processos, das ferramentas, da documentação, dos contratos e dos planos, o Manifesto Ágil passou, também, a valorizar:

1. **Indivíduos e interações**, mais do que processos e ferramentas;
2. **Software em funcionamento**, mais do que documentação abrangente;
3. **Colaboração com o cliente**, mais do que negociação de contratos;
4. **Responder a mudanças**, mais do que seguir um plano.

Ou seja, mesmo havendo valor nos itens à direita, os itens à esquerda são mais benquistos. Assim como os outros aspectos, os valores do Manifesto Ágil também evoluíram conforme a Figura 21.

Figura 21 - Novos valores do Manifesto Ágil ou moderno Ágil



Fonte: MATSUMOTA, 2019

1.2.1. Torne pessoas sensacionais

Tornar pessoas sensacionais não é uma receita, mas sim um objetivo. São necessários esforço e dedicação para fazer com que todos os envolvidos no projeto (equipe, clientes, fornecedores e outros) se tornem pessoas impressionantes com resultados extraordinários, descobrindo o que impede os usuários de fazer mudanças para, assim, ajudá-los a conseguir os resultados esperados.

1.2.2. Faça da segurança um pré-requisito

Ambientes de trabalho precisam ser propícios à aprendizagem contínua e devem possuir tolerância a falhas; dessa forma, os envolvidos podem se sentir seguros para atingir seus potenciais, tornando-se pessoas sensacionais. A colaboração entre a empresa e a equipe é essencial. Na empresa Google, por exemplo, há um caso famoso sobre um engenheiro do time Adwords que cometeu um erro que custou U\$ 1 M da receita. Ao assumir o equívoco, o funcionário não foi demitido; a empresa usou o acontecimento para aprender sobre a causa do problema, colocando em prática o potencial de aprendizagem, partindo da sincera premissa de que a culpa gera negatividade e não ajuda nenhuma das partes envolvidas.

“As pessoas não têm medo do fracasso, elas têm medo da culpa”

(Seth Godin)

1.2.3. Experimente e aprenda rápido

Para que ocorra o aprendizado rápido, é preciso que se façam constantes experimentações “seguras a falhas”. Deve haver um tempo de verificação para a validação de hipóteses e para o descarte daquilo que deixou de fazer sentido no processo. Esse aprendizado é essencial e tem que ser experimentado com frequência, para que se criem ambientes seguros e, conseqüentemente, pessoas sensacionais.

1.2.4. Entregue valor a todo instante

Entregar valor ao usuário deve ser algo habitual, feito sempre de forma rápida. Para isso, o processo interno precisa ser verificado considerando a maneira como ele permite essa entrega ao mercado. É necessário sempre lembrar que a orientação a valor não é a mesma que os itens entregues; ou seja, deve-se analisar o que é criado em termos de valor e não em porcentagem de entrega.

2. MÉTODOS ÁGEIS

Ser ágil nos dias atuais é imprescindível para estar à frente dos concorrentes. Nessa perspectiva, ser ágil não é ser rápido; é ser adaptativo, produzir de forma eficiente e eficaz. Segundo Highsmith (2004), agilidade é a habilidade de equilibrar flexibilidade com estabilidade. Ser ágil significa pensar de forma objetiva, gerar entregas de valor contínuas e frequentes para o cliente. É fazer com qualidade na primeira tentativa, não desperdiçar esforço nem energia, é caminhar com segurança enquanto planeja.

2.1. Scrum

2.1.1. Definição

“Scrum” é uma estrutura de processo usada para gerenciar o desenvolvimento de produtos e outros trabalhos de conhecimento. O Scrum é empírico porque fornece um meio pelo qual as equipes estabelecem hipóteses sobre o funcionamento de algo. O método estimula a reflexão acerca da experimentação, da experiência e da aplicação dos ajustes apropriados; ou seja, pensa-se sobre o uso correto de determinadas estruturas.

O Scrum é elaborado de forma a permitir que os profissionais integrantes incorporem práticas de outros *frameworks* que façam sentido para o contexto do grupo.

Em poucas palavras, o Scrum requer, por parte da equipe as seguintes práticas:

- a. Divida sua organização em equipes pequenas, multifuncionais e auto-organizadas.
- b. Divida seu trabalho em uma lista de pequenos resultados concretos. Então, que se classifique a lista por prioridade e se estime o esforço relativo de cada item.
- c. Divida o tempo em iterações curtas de comprimento fixo (geralmente de 1 a 4 semanas), com código potencialmente entregável demonstrado após cada iteração.
- d. Com base nos *insights* obtidos ao inspecionar a liberação depois de cada iteração, otimize o plano de liberação e atualize as prioridades em colaboração com o cliente.
- e. Otimize o processo fazendo uma retrospectiva após cada iteração.

2.1.2. Estrutura

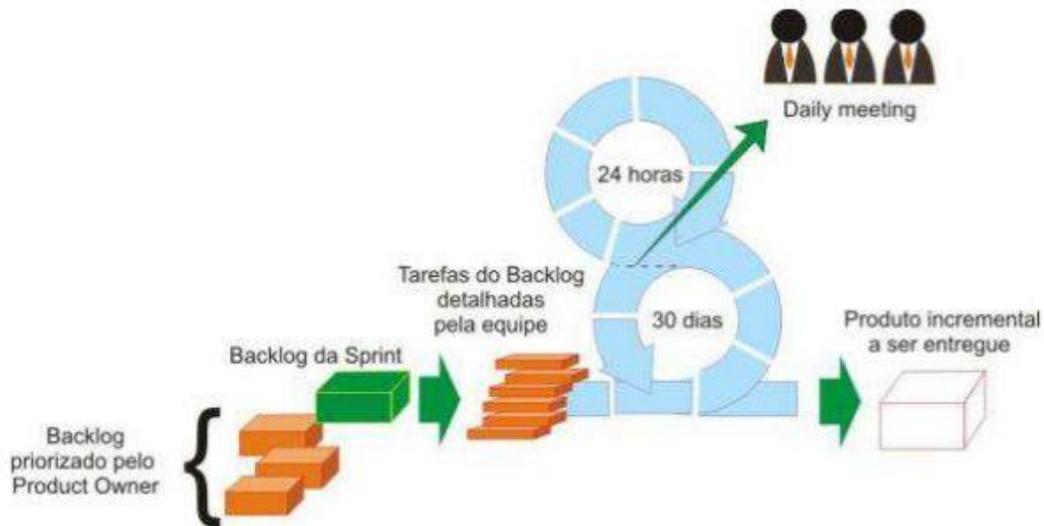
O Scrum é baseado nos seguintes princípios: equipes de poucas pessoas, requisitos pouco estáveis e iterações curtas para promover visibilidade no desenvolvimento.

Seu desenvolvimento (Figura 22), por sua vez, é dividido em iterações/sprints (períodos curtos e fixos em que a equipe Scrum trabalha para finalizar uma quantia definida de trabalho) de trinta dias. Suas equipes, de até dez pessoas (engenheiros, projetistas, programadores e gerentes de qualidade), trabalham os requisitos definidos no início de cada iteração. Em reuniões diárias de curta duração, a equipe acompanha o que foi feito desde o último encontro e o que precisa ser feito até o próximo. Depois, ela identifica e resolve as dificuldades encontradas e os fatores de impedimento (*bottlenecks*).

A metodologia Scrum tem seu ciclo de vida baseado em três fases principais, segundo Koscianski (2006):

1. **Pré-planejamento (*pre-game phase*):** Após os requisitos serem descritos em um documento (*backlog*), eles são separados em prioridades e são feitas estimativas de esforço para o desenvolvimento de cada um. Nessa fase, são definidos a equipe de desenvolvimento, as ferramentas a serem utilizadas, os riscos do projeto e as necessidades de treinamento; então, é feita uma proposta de desenvolvimento.
2. **Desenvolvimento (*game phase*):** Na fase de desenvolvimento, as variáveis técnicas e do ambiente anteriormente identificadas são observadas e controladas (esse controle contínuo aumenta a flexibilidade para acompanhar as mudanças). O desenvolvimento ocorre em ciclos que duram entre uma semana e um mês. Durante este período, primeiro, se faz as análises; em seguida, o projeto é criado; depois, ele é implementado e finalmente realizam-se os testes.
3. **Pós-planejamento (*post-game phase*):** O pós-planejamento consiste nas etapas de integração, de testes finais e de documentação, além das reuniões de análise do progresso do projeto e de demonstrações do software para os clientes.

Figura 22 - Fluxo de Processo Scrum



Fonte: MACHADO, 2017, p. 66.

2.2. KANBAN

2.2.1. Definição

O método Kanban é um meio de projetar, gerenciar e melhorar os sistemas de fluxo para o trabalho do conhecimento. Esse procedimento também permite que as organizações comecem com seu fluxo de trabalho existente e conduzam uma mudança evolutiva. Isso pode ser feito visualizando o fluxo de trabalho, limitando o trabalho em andamento (*Work In Progress – WIP*) e “parar de iniciar” e “começar a terminar”.

O Kanban recebe esse nome por ser um mecanismo de sinalização visual que visa controlar o trabalho em andamento para produtos de trabalho intangíveis. A palavra “kanban” é japonesa e seu significado literal é o de “registro visível” (Surendra et al., 1999).

1. Em poucas palavras, as implicações do método Kanban são:
2. Visualização do fluxo de trabalho;
3. Divisão do trabalho em partes, escrita de cada item em um cartão e fixação dos papéis na parede;
4. Utilização de colunas nomeadas para ilustrar onde cada item se encontra no fluxo de trabalho;
5. Limite de trabalho em andamento (WIP) – atribuir limites explícitos em relação a quantos itens podem estar em andamento durante cada estado do fluxo de trabalho;
6. Medição do *lead time* (tempo médio para concluir um item, às vezes chamado de “tempo de ciclo”) e otimização do processo para tornar o *lead time* o mais curto e previsível possível; e

7. Observação da maneira como os itens de trabalho são tratados ao longo do tempo (uma consequência direta da diferença nas regras).

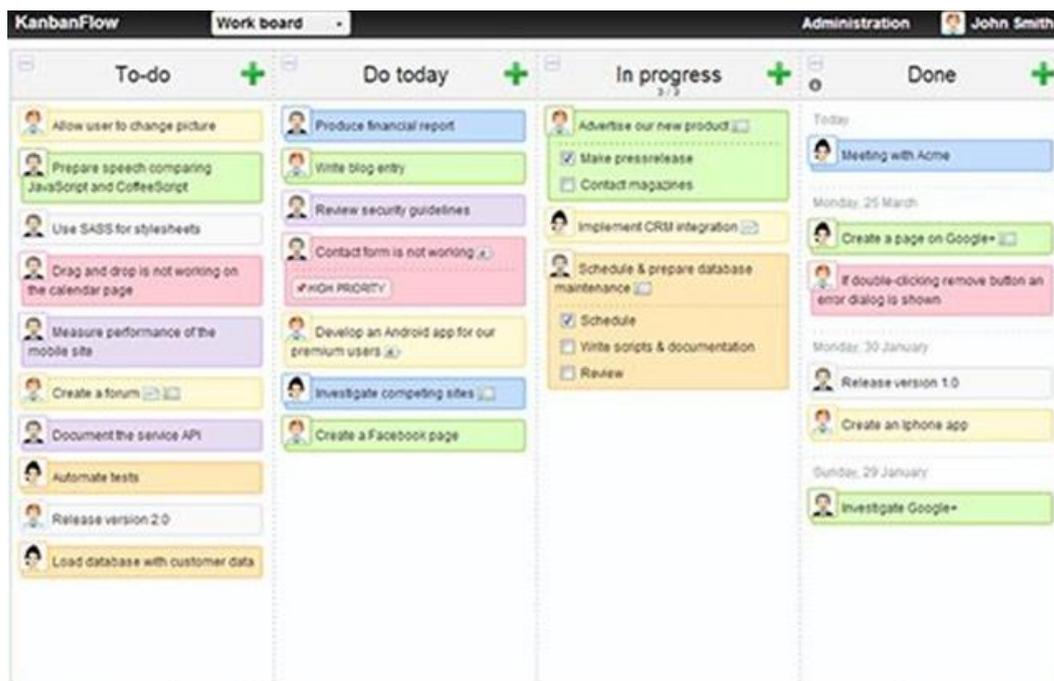
2.2.2. Estrutura

O Kanban possui três etapas-base (outras etapas podem ser adicionadas):

1. **To do (para fazer)** – Projetos que devem ser começados.
2. **Doing (em execução)** – Projetos que estão sendo produzidos.
3. **Done (finalizado)** – Projetos terminados.

Usado por meio de softwares (Figura 23) ou murais com post-its (Figura 24), o sistema deve estar em um local em que possa ser visualizado por todos da equipe. Seus campos (etapas) são preenchidos com informações sobre as tarefas, como descrição da atividade, nome do responsável pelo desempenho da função, horário de começo e horário limite de entrega. O objetivo é sempre manter a coluna “done” maior do que as outras.

Figura 23 - Exemplo de sistema Kanban em software



Fonte: Mundo Carreira, 2016.

Figura 24 - Exemplo de sistema Kanban em mural



Fonte: Mundo Carreira, 2016.

3. PROCESSOS COLABORATIVOS

O meio empresarial tem discutido e optado cada vez mais pela gestão colaborativa, deixando para trás a administração centralizada e acompanhando as mudanças e valores da sociedade. Com as inovações e novas perspectivas que chegam pelas novas gerações, o mercado passou a ter uma nova visão sobre as rotinas internas de organização e sobre as interações entre gestores, focando na cooperação entre colegas em vez da competição dentro das empresas.

Existem diversos tipos de processos colaborativos. Há processos econômicos, de aprendizagem, marketing, consumo, trabalho colaborativo e outros. Em oposição aos processos tradicionais, os colaborativos alinham a atuação cooperativa dos profissionais aos propósitos de negócios nos quais todos compartilham as responsabilidades e criam um ambiente propício para que ocorra a troca de conhecimento; assim, a equipe cresce trabalhando em conjunto.

Uma gestão colaborativa traz benefícios para qualquer planejamento estratégico. Quando há participação dos envolvidos em um mesmo nível, a comunicação fica muito mais simples e ágil. Além disso, a busca por soluções fica mais fácil quando se reúnem pessoas de diferentes setores com diferentes perspectivas, bem como ocorre a troca de conhecimento de diferentes áreas. Dessa maneira, a empresa tem mais facilidade a se adaptar a mudanças no mercado.

4. PRÁTICA DA MELHORIA CONTÍNUA

O termo “melhoria contínua” surgiu nos anos 1970/1980, durante o toyotismo, em uma busca pelo destaque das empresas em meio ao aumento da competitividade. É um processo cíclico, ou seja, sem um ponto final, com o objetivo de transformar os resultados de uma empresa em produtos melhores, mais eficazes e mais eficientes. Isso se aplica através do foco nas prioridades que merecem melhoria, na medição de desempenho e qualidade, na padronização para facilitar o controle do processo e no conhecimento técnico.

A prática da melhoria contínua pode ser aplicada em qualquer empresa ou setor, desde que este possua um ambiente apropriado para receber o ciclo.

4.1. Ciclo PDCA

Criado pelo engenheiro Walter Shewhart em 1920, o modelo se tornou famoso apenas em 1950 com William Deming, que foi considerado o pai do controle de qualidade de processos produtivos. Apesar de sua aplicação ter sido pensada considerando qualidade de gestão e de produtos de uma empresa, o ciclo PDCA foi aperfeiçoado para ajudar na compreensão do processo administrativo e na solução de problemas internos, podendo ser adaptado para qualquer empresa.

A proposta é desenhar um caminho ou trilha que possibilite a visão básica para que uma empresa implante um sistema de gestão de ativos. Isso é feito através de etapas ou “passos”, descritos com base no ciclo PDCA, que é o alicerce do sistema de gestão. Dessa forma, os passos propostos possibilitam a estruturação do sistema de gestão para a gestão de ativos de qualquer empresa ativo-intensiva. Os passos propostos estão alinhados com as normas e com as etapas do ciclo PDCA (Figura 25).

O ciclo segue a sequência de **Plan**, **Do**, **Check** e **Act**, que, em português, seriam “planejar”, “fazer”, “verificar” e “agir”.

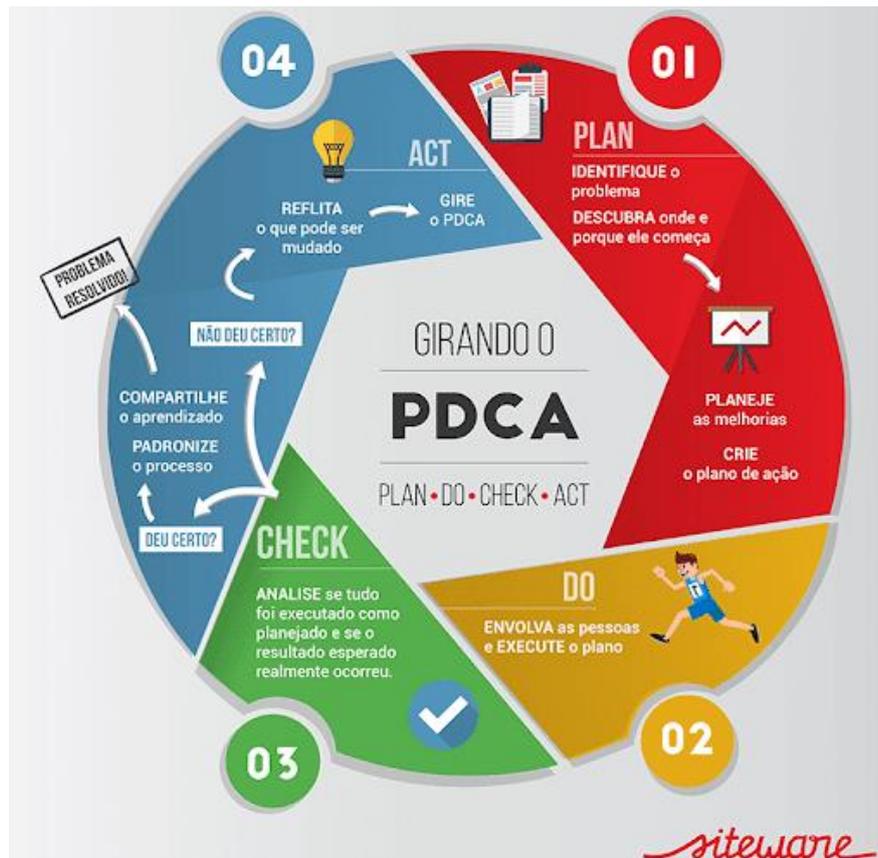
Planejar – Elaboração de uma estratégia. O passo é dividido em quatro etapas: identificar o problema, observar o problema, analisar o problema e criar um plano de ação.

Fazer – Execução do plano de ação criado.

Verificar – Verificação do que foi executado e dos resultados obtidos.

Agir – Decisão sobre a divulgação de resultados e problemas. O último passo é dividido em duas etapas: padronização do que deu certo e conclusão, momento em que se reflete sobre os resultados.

Figura 25 - Ciclo PDCA



Fonte: Siteware, 2017.

4.2. Lean – Produção enxuta

Com as grandes perdas causadas pela Segunda Guerra Mundial, o Japão precisou de uma nova estratégia de crescimento. Assim, foi criado o *Lean Manufacturing*, conhecido mundialmente como o Sistema Toyota de Produção. Esse sistema de produção enxuta é baseado em entregar rapidamente ao cliente (“*just in time*”) um produto de qualidade, com o mínimo de desperdícios, visando a melhoria contínua.

Basicamente, no método *Lean* (Figura 26), a empresa deve entregar ao cliente exatamente o que ele quer, no tempo em que ele quer; ou seja, ela deve analisar as necessidades do cliente e se desdobrar para entregar exatamente o que foi pedido. Os resultados da implementação do método são a redução de materiais, do número de estoque, de espaço utilizado, de necessidade de investimentos e do número de pessoas trabalhando. Além disso, a técnica é previsível, o que favorece a redução de incertezas e do caos que ambientes corporativos podem provocar.

Figura 26 - Modelo para aplicação do Kaisen



Fonte: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/producao-enxuta>.

4.3. Kaisen

Com as grandes perdas causadas pela Segunda Guerra Mundial, o Japão precisava de uma nova estratégia de crescimento. Assim, foi criado o *Lean Manufacturing*, conhecido mundialmente como o Sistema Toyota de Produção. Esse sistema de produção enxuta é baseado em entregar rapidamente ao cliente (“*just in time*”) um produto de qualidade, com o mínimo de desperdícios, visando à melhoria contínua.

O Kaisen (ou Kaizen), que significa “melhoria contínua”, nasceu dentro do processo *Lean* de produção enxuta e utiliza o ciclo PDCA para organização de seus passos. A utilização desse procedimento vai além da implementação de regras: é necessário alinhar a filosofia de resolução de problemas e custos, bem como a de melhorias a longo prazo por trás do método, ao aperfeiçoamento na estrutura da empresa. A melhoria constante deve envolver todos os funcionários, desde operários a gerentes. Cabe mencionar que o método tomou corpo no Japão com o livro *Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*, em 1986, de Masaaki Imai.

O Kaizen pode ser implementado em qualquer área, desde que o foco seja no maior retorno financeiro, na solução de problemas, na melhoria de processos produtivos e na redução do custo de produção.

O método é muito mais do que uma técnica de aprimoramento de produtos e processos; ele se tornou uma filosofia, capaz de mudar a cultura de empresas e seus funcionários, cujo principal escopo está na preocupação com os detalhes do cotidiano (e, mais precisamente, em sua melhoria).

5. OS MÉTODOS ÁGEIS NOS PROCESSOS EM BIM

O uso do conceito do BIM dentro da Arquitetura e da Engenharia já traz, por si só, um avanço grande em relação a quem não faz uso dele em questões de produtividade. Quando se fala em BIM, geralmente se remete à colaboração; mas será que sabemos trabalhar de forma colaborativa? E o que é trabalhar de forma colaborativa?

Na tentativa de responder essas perguntas, sempre nos deparamos com a gestão de pessoas e a gestão de processos. De tudo o que já foi abordado até aqui, é natural perceber que os métodos ágeis – seus princípios, valores e abordagem – são os fundamentos nos quais a gestão colaborativa demandada pelo BIM precisava.

A integração do BIM a outros sistemas colaborativos gera um ambiente de trabalho ainda mais organizado, indo além da eficiência do projeto que se deve entregar. Os métodos ágeis possibilitam a organização entre equipes e cliente, aumentando ainda mais o valor do produto e gerando entregas de maior qualidade, com redução de custos que transcendem a obra.

Todos os valores do manifesto ágil podem e devem ser somados ao uso do BIM e faz as entregas ter mais valor, transformando todos os indivíduos envolvidos em pessoas que maximizam o uso de seus potenciais e criando, enfim, um ambiente ainda mais seguro.

Ao arriscar propor um manifesto ágil para o BIM – ou melhor, propor uma adaptação do manifesto ágil para o BIM –, poderíamos elencar as seguintes definições:

1. A prioridade número um é satisfazer o cliente através da entrega contínua das propostas de solução ou de desempenho desejado.
2. Mudanças nos requisitos são bem-vindas nas fases iniciais de projeto (da concepção ao anteprojeto), porque as alterações representam vantagem competitiva para o cliente.
3. É preciso entregar frequentemente conteúdos que auxiliem a tomada de decisão do cliente e da equipe de projeto em poucas semanas, com preferência à menor escala de tempo.
4. Cliente e desenvolvedores devem trabalhar diariamente em conjunto em todo o projeto.
5. Construir projetos em torno de indivíduos motivados é fundamental. Dê a eles o ambiente e o suporte necessário e confie neles para fazer o trabalho.
6. O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para uma equipe de desenvolvimento é através de conversa face a face.
7. Atendimento de requisitos é a medida primária de progresso.
8. Os processos ágeis promovem desenvolvimento sustentável. Os gestores, projetistas, especialistas, cliente e usuário devem ser capazes de manter um ritmo constante indefinidamente.

9. Contínua atenção à excelência técnica e o bom design aumentam a agilidade.
10. Simplicidade é importante – em outras palavras, preza-se pela arte de minimizar a quantidade de trabalho que precisa ser realizado para atender à qualidade requerida; os demais são desperdícios.
11. As melhores técnicas de modelagem e de resolução de problemas emergem de equipes auto-organizáveis.
12. Em intervalos regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais eficaz e, então, refina e ajusta seu comportamento de acordo com as medidas pensadas.

AULA 9

Anteprojeto/Projeto Básico/Projeto Executivo

Aula 9: Anteprojeto/Projeto Básico/Projeto Executivo

1. O CONCEITO DE ANTEPROJETO

1.1. Lei nº 8.666/1993:

Não há menção ao conceito de anteprojeto.

1.2. Lei nº 12.462/2011 (inciso I, § 2º, Art.9º):

A definição versa somente sobre anteprojetos de Engenharia nos casos de contratação integrada. Os arquivos devem conter:

- a) a demonstração e a justificativa do programa de necessidades, a visão global dos investimentos e as definições quanto ao nível de serviço desejado;
- b) as condições de solidez, segurança, durabilidade e prazo de entrega;
- c) a estética do projeto arquitetônico;
- d) os parâmetros de adequação ao interesse público, à economia na utilização, à facilidade na execução, aos impactos ambientais e à acessibilidade.

1.3. Projeto de Lei PL nº 1.292/1995 (alíneas de “a” a “j” do inciso XXIV, Art. 6º):

Produto de um estudo técnico preliminar, o anteprojeto é caracterizado nesse documento como uma peça técnica que contém os subsídios essenciais para a posterior criação de um projeto básico. Para tanto, o anteprojeto deve conter, no mínimo:

- a) demonstração e justificativa do programa de necessidades, avaliação de demanda do público-alvo, motivação técnico-econômico-social do empreendimento, visão global dos investimentos e definições relacionadas ao nível de serviço desejado;
- b) condições de solidez, segurança e durabilidade;
- c) prazo de entrega;
- d) estética do projeto arquitetônico, o traçado geométrico e/ou o projeto da área de influência, quando cabível;
- e) parâmetros de adequação ao interesse público, de economia na utilização, de facilidade na execução, de impacto ambiental e de acessibilidade;
- f) concepção da obra ou do serviço de Engenharia;
- g) projetos anteriores ou estudos preliminares que embasaram a concepção adotada;

- h) levantamento topográfico e cadastral;
- i) pareceres de sondagem;
- j) memorial descritivo dos elementos da edificação, dos componentes construtivos e dos materiais de construção, de forma a estabelecer padrões mínimos para a contratação.

1.4. Manual SEAP (p. 131 e 173):

O anteprojeto é uma “representação técnica da solução apresentada e aprovada no Estudo Preliminar. Apresentará a concepção da estrutura, das instalações em geral e de todos os componentes do projeto arquitetônico”. Além disso, precisa “fornecer o posicionamento e dimensões das peças estruturais que vierem a servir de condicionante na definição do anteprojeto de arquitetura”.

Em detalhes, os itens a seguir precisam estar representados graficamente:

- a) discriminação em plantas, cortes e fachadas, em escalas não menores que 1:100, de todos os pavimentos da edificação e seus espaços, com indicação dos materiais de construção, acabamentos e dimensões, principalmente de escadas, sanitários e locais especiais;
- b) locação da edificação ou conjunto de edificações e seus acessos de pedestres e veículos;
- c) definição de todo o espaço externo e seu tratamento: muros, rampas, escadas, estacionamentos, calçadas e outros, sempre com as dimensões e locações relativas;
- d) indicação do movimento de terra, com demonstração de áreas de corte e aterro;
- e) demonstrativo de compatibilidade dos Projetos Complementares, dos quais ele será a base;
- f) relatório técnico.

1.5. Cartilha da CBIC (2014, p. 10-11):

No anteprojeto, “ocorre o desenvolvimento da solução técnica da alternativa selecionada no estudo de viabilidade, sendo definidos os principais componentes arquitetônicos e estruturais da obra”.

A CBIC segue exatamente a definição de necessidades da Lei nº 12.462/2011, que instituiu o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC). Caso caibam, devem ser inseridos também outros documentos técnicos:

- a) concepção da obra ou serviço de Engenharia;
- b) projetos anteriores ou estudos preliminares que embasaram a concepção adotada;
- c) levantamento topográfico e cadastral;
- d) pareceres de sondagem;

- e) memorial descritivo dos elementos da edificação, dos componentes construtivos e dos materiais de construção, de forma a estabelecer padrões mínimos para a contratação.

1.6. Guia AsBea boas práticas em BIM II (2015, p. 14):

O texto apresenta detalhes quanto ao uso de BIM no anteprojeto. Segundo o guia, o principal uso do BIM a ser aplicado nessa fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado e compatibilizado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos no Plano de Execução BIM, contendo as informações de estrutura (infra e superestrutura) e grandes necessidades de instalações já modeladas, bem como a análise da coordenação e compatibilização e consolidação desses modelos. Os agentes envolvidos nessa fase são o cliente (contratante), o escritório de Arquitetura e dos projetistas de estrutura, de instalações e demais consultores necessários. Nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo adquire uma maturidade um pouco maior que a fase anterior e o produto final é um modelo tridimensional consolidado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos. Quantitativos básicos relativos à fase de projeto já podem ser extraídos desse modelo e utilizados pela equipe de orçamento do contratante e arquiteto.

Não há, no entanto, maiores definições desse conceito em seus manuais.

1.7. NBR 13.532 (1995, p. 6):

Em primeiro lugar, vale destacar que essa é uma norma já cancelada, mas amplamente utilizada enquanto vigorou. De acordo com a determinação, o anteprojeto – ou projeto de pré-execução (PR-ARQ) – tem o propósito de produzir informações técnicas, tais como aquelas “relativas à edificação (ambientes interiores e exteriores), a todos os elementos da edificação e a seus componentes construtivos considerados relevantes”.

Para isso, é preciso seguir as seguintes informações de referência:

- a) Estudo preliminar de arquitetura (EP-ARQ);
- b) Estudos preliminares produzidos por outras atividades técnicas (se necessário);
- c) Levantamento topográfico e cadastral (LV-TOP);
- d) Soldagens de simples reconhecimento do solo (LV-SDG);
- e) Outras informações.

Ainda conforme a NBR 13.523, é necessário apresentar estes documentos técnicos:

- a) desenhos:
 - planta geral de implantação;
 - planta de terraplenagem;

- cortes de terraplenagem;
- plantas dos pavimentos;
- plantas das coberturas;
- cortes (longitudinais e transversais);
- elevações (fachadas);
- detalhes (de elementos da edificação e de seus componentes construtivos);

b) textos:

- memorial descritivo da edificação;
- memorial descritivo dos elementos da edificação, dos componentes construtivos e dos materiais de construção.

1.8. NBR 16.636-1 (2017, p. 2) e 2 (2017, p. 9):

O anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ) é uma “etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas provisórias de detalhamento do projeto arquitetônico da edificação, dos espaços urbanos e de seus elementos ou instalações e componentes, a ser realizada por profissional legalmente habilitado”.

A norma também trata dos anteprojeto complementares (AP-COMP), “etapa destinada ao dimensionamento preliminar dos conceitos dos projetos a serem elaborados pelas especialidades envolvidas e decorrentes dos projetos arquitetônicos que definiram os espaços”.

As informações de referência devem ser aquelas colocadas previamente na NBR 13.532, além das legislações municipal, estadual e federal vigentes e das normas técnicas específicas.

A 16.636 determina que devem ser produzidas informações técnicas “[...] relativas à edificação (ambientes interiores e exteriores) e a todos os elementos da edificação, componentes construtivos e materiais de construção considerados relevantes”. Quanto aos documentos técnicos a serem apresentados, estes também são precisamente iguais à supracitada NBR 13.532.

2. O CONCEITO DE PROJETO BÁSICO

2.1. Lei nº 8.666/1993 (inciso IX, Art. 6º, alíneas de “a” a “f”):

Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- a) desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;
- c) identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- d) informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- e) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
- f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

2.2. Lei nº 12.462/2011 (inciso IV, Art. 2º e incisos do Parágrafo único):

Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para, observado o disposto no parágrafo único deste artigo:

- a) caracterizar a obra ou serviço de Engenharia, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares;
- b) assegurar a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e
- c) possibilitar a avaliação do custo da obra ou serviço e a definição dos métodos e do prazo de execução.

O projeto básico referido no inciso IV do caput deste artigo deverá conter, no mínimo, sem frustrar o caráter competitivo do procedimento licitatório, os seguintes elementos:

- I. desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar seus elementos constitutivos com clareza;
- II. soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a restringir a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem a situações devidamente comprovadas em ato motivado da administração pública;
- III. identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento;
- IV. informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra;
- V. subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso, exceto, em relação à respectiva licitação, na hipótese de contratação integrada;
- VI. orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

2.3. Projeto de Lei PL nº 1.292/1995 (alíneas de “a” a “f” do inciso XXV, Art. 6º):

Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para definir e dimensionar perfeitamente a obra ou o serviço, ou o complexo de obras ou de serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegure a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- a) levantamentos topográficos e cadastrais, sondagens e ensaios geotécnicos, ensaios e análises laboratoriais, estudos socioambientais e demais dados e levantamentos necessários para execução da solução escolhida;
- b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a evitar, por ocasião da elaboração do projeto executivo e da realização das obras e montagem, a necessidade de reformulações ou variantes quanto à qualidade, ao preço e ao prazo inicialmente definidos;
- c) identificação dos tipos de serviços a executar e dos materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como das suas especificações, de modo a assegurar os melhores resultados para o empreendimento e a segurança executiva na utilização do objeto, para os fins a que se destina, considerados os riscos e os perigos identificáveis, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;

- d) informações que possibilitem o estudo e a definição de métodos construtivos, de instalações provisórias e de condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- e) subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendidos a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
- f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados, obrigatório exclusivamente para os regimes de execução previstos nos incisos I, II, III, IV e VII do caput do art. 45 desta Lei.

2.4. Manual SEAP (p. 6):

No projeto básico, serão solucionadas as interferências entre os sistemas e componentes da edificação. Além dos desenhos que representem tecnicamente a solução aprovada através do Estudo Preliminar, o Projeto Básico será constituído por um relatório técnico, contendo o memorial descritivo dos sistemas e componentes e o memorial de cálculo no qual serão apresentados os critérios, parâmetros, gráficos, fórmulas, ábacos e “softwares” utilizados na análise e dimensionamento dos sistemas e componentes. O Projeto Básico conterá ainda os elementos descritos na Lei de Licitações e Contratos [Lei nº 8.666/1993].

2.5. Cartilha da CBIC (2014, p. 11-12 e 15):

É “importante ressaltar que o projeto básico é a etapa na qual se realiza o dimensionamento definitivo de todos os componentes, estruturas e instalações da obra”. Assim, ele é “interpretado como um projeto completo de Engenharia, composto por todas as disciplinas necessárias para a elaboração de um orçamento detalhado da obra”.

A CBIC segue a Lei de Licitações (8.666/1993). Para tanto, necessita de um detalhamento de diversos projetos e disciplinas, como:

- a) levantamento topográfico;
- b) sondagens;
- c) projeto do canteiro de obras;
- d) projeto de terraplenagem;
- e) projeto de fundações;
- f) projeto estrutural;
- g) projeto de instalações hidrossanitárias (água fria, água quente, esgotos sanitários, águas pluviais, irrigação dos jardins e drenagem);
- h) projeto de instalações elétricas e sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- i) projeto de instalações telefônicas e cabeamento estruturado;
- j) projeto de instalações de detecção e alarme e de combate a incêndio;

- k) projeto de instalações de ar condicionado e calefação;
- l) projeto de instalação de transporte vertical (elevadores e escadas rolantes);
- m) projeto de paisagismo;
- n) orçamento;
- o) cronograma físico-financeiro;
- p) projeto arquitetônico, incluindo:
 - Desenhos com plantas de situação e locação, contendo implantação do edifício e sua relação com o entorno do local escolhido, acessos e estacionamentos (orientação, eixos da construção cotados em relação à referência, identificação de postes, árvores, hidrantes, calçadas, arruamentos etc.).
 - Desenhos das fachadas do imóvel.
 - Plantas baixas dos pavimentos, com cotas de piso acabado, medidas internas, espessuras de paredes, dimensões de aberturas e vãos de portas e janelas, alturas de peitoris, indicação de planos de cortes e elevações.
 - Plantas de cobertura, com indicação de sentido de escoamento de águas, inclinação, indicação de calhas, rufos, contrarrufos, condutores e beirais, tipo de impermeabilização, juntas de dilatação etc.
 - Cortes transversais e longitudinais da edificação.
 - Elevações, indicando aberturas, esquadrias, alturas, níveis etc.
 - Estudo de orientação solar, iluminação natural e conforto térmico.
 - Indicação de caixas d'água, circulação vertical, áreas técnicas etc.
 - Atendimento às normas de acessibilidade.
 - Ampliação de áreas molhadas ou especiais, com indicação de equipamentos e aparelhos hidráulico-sanitários.
 - Detalhes (que possam influir no valor do orçamento).
 - Indicação dos elementos existentes, a demolir e a executar, em caso de reforma e ampliação.
 - Especificações dos materiais, equipamentos, elementos, componentes e sistemas construtivos.

2.6. Guia AsBea boas práticas em BIM II (2015, p. 15):

O texto aborda o assunto considerando especialmente o BIM. Em suma, o projeto básico refere-se à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado e compatibilizado nos níveis de desenvolvimento estabelecidos com estrutura (infra e superestrutura) e instalações já modeladas, bem como a análise da coordenação, compatibilização e consolidação desses modelos. Durante essa fase, os modelos são trabalhados, revisados e compatibilizados de forma a que se chegue ao resultado final de um modelo consolidado. Os agentes envolvidos nessa fase são o cliente (contratante), o arquiteto, o projetista de estrutura, de instalações, demais projetistas e consultores necessários. Nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo adquire uma maturidade grande e documentos de projeto — plantas, cortes, fachadas e detalhes específicos — podem ser extraídos do modelo, bem como quantitativos bem próximos do orçamento final esperado.

Não há, em seus manuais, informações mais precisas.

2.7. NBR 13.532 (1995, p. 6-7):

Aqui, o projeto básico é entendido como opcional.

Informações de referência a utilizar:

- a) Anteprojeto de Arquitetura (AP-ARQ);
- b) Anteprojeto produzidos por outras atividades técnicas;
- c) outras informações.

Informações técnicas a produzir:

- a) as relativas à edificação (ambientes externos e internos) e a todos os elementos da edificação, seus componentes construtivos e materiais de construção;
- b) as exigências de detalhamento devem depender da complexidade funcional ou formal da edificação.

Documentos técnicos a apresentar:

- a) desenhos:
 - Planta geral de implantação;
 - Planta de terraplenagem;
 - Cortes de terraplenagem;
 - Planta dos pavimentos;
 - Planta das coberturas;
 - Cortes (longitudinais e transversais);
 - Elevações (frontais, posteriores e laterais);
 - Plantas, cortes e elevações de ambientes especiais (banheiros, cozinhas, lavatórios, oficinas e lavanderias);
 - Detalhes (plantas, cortes, elevações e perspectivas) de elementos da edificação e de seus componentes construtivos (portas, janelas, bancadas, grades, forros, beirais, parapeitos, revestimentos e seus encontros, impermeabilizações e proteções);
- b) textos:
 - Memorial descritivo da edificação;
 - Memorial descritivo dos elementos da edificação, das instalações prediais (aspectos arquitetônicos), dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
 - Memorial quantitativo dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
 - perspectivas (opcionais) (interiores ou exteriores, parciais ou gerais);
 - maquetes (opcionais) (interior e exterior);
 - fotografias, dispositivos, microfímes e montagens (opcionais);
 - recursos audiovisuais (opcionais) (filmes, fitas de vídeo e disquetes).

2.8. NBR 16.636-1 (2017, p. 12) e 2 (2017, p. 9-10):

O projeto básico é a representação do conjunto dos elementos conceituais, desenvolvida e elaborada por profissional legalmente habilitado, necessária à materialização de uma ideia, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão.

3. O CONCEITO DE PROJETO EXECUTIVO

3.1. Lei nº 8.666/1993 (inciso X, Art. 6º):

O conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

3.2. Lei nº 12.462/2011 (inciso V, Art. 2º):

Conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas técnicas pertinentes.

3.3. Projeto de Lei PL nº 1.292/1995 (inciso XXVI, Art. 6º):

O projeto executivo é um conjunto de elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, com o detalhamento das soluções previstas no projeto básico, a identificação de serviços, de materiais e de equipamentos a serem incorporados à obra, bem como suas especificações técnicas, de acordo com as normas técnicas pertinentes.

Também é pontuada, aqui, a interdição de obras e serviços de engenharia caso não se tenha um projeto executivo.

3.4. Manual SEAP (p. 6 e 174):

“Esta etapa consiste na representação completa do projeto de Arquitetura, sendo um conjunto de informações técnicas necessárias e suficientes para a realização do empreendimento, contendo de forma clara, precisa e completa todas as indicações e detalhes construtivos [...]”.

Além dos desenhos que representem todos os detalhes construtivos elaborados com base no Projeto Básico aprovado, o Projeto Executivo será constituído por um relatório técnico, contendo a revisão e complementação do memorial descritivo e do memorial de cálculo apresentados naquela etapa de desenvolvimento do projeto. O Projeto Executivo conterá ainda a revisão do orçamento detalhado da execução dos serviços e obras, elaborado na etapa anterior, fundamentada no detalhamento e nos eventuais ajustes realizados no Projeto Básico.

Deverão estar graficamente representados:

- a) A implantação do edifício, onde constem:
 - A orientação da planta com a indicação do Norte verdadeiro ou magnético e as geratrizes da implantação;
 - A representação do terreno, com as características planialtimétricas, compreendendo medidas e ângulos dos lados e curvas de nível, e localização de árvores, postes, hidrantes e outros elementos construídos, existentes;
 - as áreas de corte e aterro, com a localização e indicação da inclinação de taludes e arrimos;
 - os RN do levantamento topográfico;
 - os eixos das paredes externas das edificações, cotados em relação à referência preestabelecida e bem identificada;
 - as cotas de nível do terrapleno das edificações e dos pontos significativos das áreas externas (calçadas, acessos, patamares, rampas e outros);
 - a localização dos elementos externos, construídos, como estacionamentos, construções auxiliares e outros.

- b) o edifício, compreendendo:
 - plantas de todos os pavimentos, com destino e medidas internas de todos os compartimentos, espessura de paredes, material e tipo de acabamento, e indicações de cortes, elevações, ampliações e detalhes;
 - dimensões e cotas relativas de todas as aberturas, vãos de portas e janelas, altura dos peitorais e sentido de abertura;
 - escoamento das águas, a posição das calhas, condutores e beirais, reservatórios, “domus”, rufos e demais elementos, inclusive tipo de impermeabilização, juntas de dilatação, aberturas e equipamentos, sempre com indicação de material e demais informações necessárias;
 - todas as elevações indicando aberturas e materiais de acabamento;
 - cortes das edificações nos quais fique demonstrado o pé direito dos compartimentos, alturas das paredes e barras impermeáveis, altura de platibandas, cotas de nível de escadas e patamares, cotas de piso acabado, tudo sempre com indicação clara dos respectivos materiais de execução e acabamento;
 - impermeabilização de paredes e outros elementos de proteção contra a umidade;

- ampliações, se for o caso, de áreas molhadas ou especiais, com indicação de equipamentos e aparelhos hidráulico sanitários, indicando seu tipo e detalhes necessários;
- esquadrias, o material componente, o tipo de vidro, fechaduras, fechos, dobradiças, o acabamento e o movimento das peças, sejam horizontais ou verticais;
- todos os detalhes que se fizerem necessários para a perfeita compreensão da obra a executar, como coberturas, peças de concreto aparente, escadas, bancadas, balcões e outros planos de trabalho, armários, divisórias, equipamentos de segurança e todos os arremates necessários.
- deverão ser apresentados ainda, o relatório técnico e os memoriais justificativos.

3.5. Cartilha da CBIC (2014, p. 15-16):

O projeto executivo tem como principal objetivo a continuação e detalhamento do projeto básico, não se admitindo, por isso, que o projeto executivo traga alterações significativas nos quantitativos dos serviços mais relevantes, em termos financeiros, estimados pelo projeto básico e nas principais soluções técnicas nele adotadas.

Não há, no entanto, mais informações sobre o projeto executivo na cartilha da CBIC.

3.6. Guia AsBea boas práticas em BIM II (2015, p. 15):

Essa é a última fase do processo. O principal uso do BIM a ser aplicado nessa fase diz respeito à elaboração e coordenação de um modelo 3D consolidado, compatibilizado e liberado para a obra em nível de detalhamento suficiente conforme pactuado previamente, contendo todas as informações necessárias para a construção da obra e extração de quantitativos finais de orçamento. Durante essa fase, o modelo de Arquitetura é retroalimentado com os demais modelos de estrutura e instalações de forma a se chegar à liberação final do modelo para a execução em obra. Os agentes envolvidos nessa fase são o arquiteto, o projetista de estrutura, de instalações, demais projetistas e consultores necessários. Nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo adquire a maturidade acordada para a fase de projeto, podendo ser extraído dele quaisquer documentos necessários para a boa execução da obra. Os quantitativos a serem extraídos desse modelo podem consolidar o orçamento final da fase de projeto, bem como o planejamento da obra.

3.7. NBR 13.532 (1995, p. 7):

O projeto executivo diz respeito ao conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Informações de referência a utilizar:

- a) Anteprojeto ou projeto básico de arquitetura (AP-ARQ ou PB-ARQ);
- b) Anteprojetos ou projetos básicos produzidos por outras atividades técnicas;
- c) Outras informações.

Documentos técnicos a apresentar:

- a) desenhos:
 - planta geral de implantação;
 - planta de terraplenagem;
 - cortes de terraplenagem;
 - plantas das coberturas;
 - cortes (longitudinais e transversais);
 - elevações (frontais, posteriores e laterais);
 - plantas, cortes e elevações de ambientes especiais (banheiros, cozinhas, lavatórios, oficinas e lavanderias);
 - detalhes (plantas, cortes, elevações e perspectivas) de elementos da edificação e de seus componentes construtivos (portas, janelas, bancadas, grades, forros, beirais, parapeitos, pisos, revestimentos e seus encontros, impermeabilizações e proteções);
- b) textos:
 - memorial descritivo da edificação;
 - memorial descritivo dos elementos da edificação, das instalações prediais (aspectos arquitetônicos), dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
 - memorial quantitativo dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
- c) perspectivas (opcionais) (interiores ou exteriores, parciais ou gerais);
- d) maquetes (opcionais) (interior e exterior);
- e) fotografias, dispositivos, microfilmes e montagens (opcionais);
- f) recursos audiovisuais (opcionais) (filmes, fitas de vídeo e disquetes).

3.8. NBR 16.636-1 (2017, p. 12-13 e 2 (2017, p. 10-11):

O projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ) é a etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas dos projetos arquitetônicos, realizada por profissional legalmente habilitado, e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à execução dos serviços e de obras correspondentes.

Também há os projetos executivos complementares (PE-COMP), cuja “etapa [é] destinada à concepção e à representação final das informações técnicas dos projetos e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas e necessárias à execução dos serviços de obra correspondentes”.

As informações de referência a serem utilizadas são as mesmas da NBR 13532. Já os documentos técnicos a serem apresentados, apesar de extremamente parecidos, são agora colocados em mais detalhes da seguinte maneira:

- a) desenhos:
 - planta geral de implantação contendo informações planialtimétricas e de locação;
 - planta e cortes de terraplenagem com as cotas de nível projetadas e existentes;
 - plantas e detalhes das coberturas;
 - cortes (longitudinais e transversais);
 - elevações (frontais, posteriores e laterais);
 - plantas, cortes e elevações de ambientes especiais (tais como banheiros, cozinhas, lavatórios, oficinas e lavanderias), contendo as especificações técnicas de seus componentes e sua quantificação em cada desenho;
 - detalhes de elementos da edificação e de seus componentes construtivos em escalas compatíveis;
- b) textos:
 - memorial descritivo dos elementos e componentes arquitetônicos da edificação;
 - memorial descritivo dos elementos da edificação, das instalações prediais (aspectos arquitetônicos), dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
 - memorial quantitativo com o somatório dos componentes construtivos e dos materiais de construção;
 - planilhas orçamentárias;
- c) perspectivas (opcionais) (interiores ou exteriores, parciais ou gerais);
- d) maquetes construídas em escala ou eletrônicas (opcionais) (interior e exterior);
- e) fotografias de montagens (opcionais);
- f) recursos audiovisuais (opcionais).

4. CONSIDERAÇÕES

Com exceção das descrições da AsBEA, as demais foram feitas sobre a óptica de desenvolvimento ou de etapas de projetos em CAD. Agora, a partir da introdução do conceito de BIM, cabem as perguntas: como considerar, então, essas determinações? Elas irão mudar ou deixar de existir?

Em primeiro lugar, é preciso reconhecer que as múltiplas interpretações podem ter efeitos prejudiciais. Mesmo que os conceitos sejam parecidos, suas

diferenças ainda geram dúvidas e problemas contratuais. Por isso, é fundamental que novas definições sejam formuladas e compostas por a) conceito; b) orientação de processo e c) definição dos usos e entregáveis mínimos. Com essa padronização, minimizamos discussões e judicializações desnecessárias. Além disso, a ideia deve ser definida por uma única entidade – nesse caso, a ABNT –, cabendo aos demais órgãos a réplica ou a citação da referência.

É claro que a elaboração dos termos para o BIM impacta outras normas (assim como outras normas devem impactar as definições, por sua vez). Um exemplo desse intercâmbio é a futura NBR ISO 19.650: suas partes um e dois já trazem alguns termos processuais que remetem ao BIM, como “ciclo de vida”, “plano de trabalho”, “plano de execução do BIM”, “plano mestre de entrega de informações”, “plano de entrega das informações das tarefas”, “marcos de entrega de informações de projeto”, “entregas” e “ponto-chave de decisão”.

Provavelmente, algumas NBRs relacionadas a edificações ainda precisarão ser revisadas para aderir ao conceito de BIM. Entre elas, podemos citar a série da NBR 16.636 – elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos; a NBR 6.492 – representação de projetos de Arquitetura; a NBR 9.050 – acessibilidade e edificações, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos; a série NBR 14.645 – elaboração do como construído (*as built*) para edificações; a NBR 14.037 – diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos; a NBR 16.280 – reforma em edificações – sistema de gestão de reformas–requisitos; a série NBR 15575 – edificações habitacionais – desempenho; etc.

De todo modo, não podemos esquecer que as definições dessas fases de projetos precisam aderir às demandas processuais legais existentes no nosso País, como a necessidade de licenciamento ambiental de algumas atividades para obtenção das autorizações ambientais prévias, de instalação e de operação. Ou seja, cada uma dessas etapas de licenciamento deverá estar atrelada a uma determinada “fase” ou “marco de entrega de informações” de projeto. Para a obtenção de licença ambiental prévia, por exemplo, deve-se apresentar os anteprojetos; para a obtenção da licença ambiental de instalação, deve-se apresentar os projetos executivos; para a obtenção da licença ambiental de operação, deve-se apresentar os projetos de “*as-built*”.

Por fim, frisamos que a discussão é importantíssima para um processo de construção Civil menos burocrático e judicializado; o caminho para isso é a padronização. Aos legisladores, cabe reconhecer a importância de normatizar e digitalizar as técnicas e procedimentos de projeto, construção e operação para que, ao propor ou revisar diretrizes, estes façam uso dos padrões estabelecidos, evitando ruídos ou novas (e às vezes intermináveis) burocracias.

AULA 10

**Exemplos de
aplicabilidade BIM para
projetos de engenharia
e arquitetura**

Aula 10: Exemplos de aplicabilidade BIM para projetos de Engenharia e Arquitetura

1. INTRODUÇÃO

O termo “aplicabilidade” pode ser definido como a característica do que se consegue aplicar, empregar, colocar em prática; é a qualidade daquilo que ocasiona um efeito. Em relação ao BIM, podemos dizer que a aplicabilidade está diretamente associada ao que é efetivamente realizável de modo a produzir um impacto ou resultado desejado. Para melhor exemplificar a aplicabilidade do BIM, nesta seção, apresentaremos seus usos demandados em um contexto geral, no processo de projetos e em áreas da Arquitetura e Engenharia. Se tivéssemos que resumir a aplicabilidade do BIM, poderíamos enfim dizer que ela está nas diversas simulações possíveis, tendo como objetivo atender aos desempenhos desejados.

2. USOS DO BIM

Uma forma fácil de identificar os usos possíveis do BIM é pensar nos benefícios esperados a partir de sua adoção. Busca-se, por exemplo, facilitar a compreensão do cliente e permitir sua interação com o que está projetado. Nesse caso, o uso do BIM precisa ser desenvolvido ou entregue? Uma das possibilidades está na utilização da Realidade Virtual (VR), que permite a imersão do indivíduo no modelo, facilitando a interação e a tomada de decisão do cliente.

Conforme abordamos em aulas anteriores, as dimensões do BIM são também uma forma de definir alguns de seus usos, especificamente a partir da análise energética, do planejamento, da orçamentação, da gestão do ativo construído, da gestão da segurança e da saúde do trabalho. Ainda assim, ao contrário do que se poderia imaginar, os usos do BIM não se esgotam aqui. A *PENN University*, através de estudos baseados em ontologias, classificou vinte e cinco usos do BIM em quatro fases do ciclo de vida.

O Guia AsBEA – *Boas Práticas em BIM*, publicado em 2015, apresenta uma relação adaptada entre usos indicados pela *PENN University*, agrupados de acordo com o estágio da obra:

- A. Operação
 - 1. Programação de manutenção preventiva do edifício
 - 2. Análises dos sistemas do edifício
 - 3. Gestão do edifício
 - 4. Gerenciamento dos espaços
 - 5. Planejamento de abandono do edifício
 - 6. Modelo Final Consolidado
- B. Construção
 - 7. Planejamento da ocupação do canteiro
 - 8. Projetos de sistemas construtivos
 - 9. Fabricação digital
 - 10. Controle e planejamento 3D
 - 11. Planejamento de etapas de construção / implantação – 4D
- C. Projeto
 - 12. Modelagem de condições existentes
 - 13. Análise de implantação
 - 14. Criação e concepção
 - 15. Validação de códigos e normas
 - 16. Coordenação 3D
 - 17. Análise de Engenharia
 - a. Análise energética
 - b. Análise estrutural
 - c. Análise luminotécnica
 - d. Análise de climatização e outras
 - 18. Avaliação de sustentabilidade – LEED
 - 19. Definição do programa de necessidades
 - 20. Design review – revisão crítica
 - 21. Estimativa de custo

Outra abordagem interessante foi desenvolvida pelo capítulo “Americano” da *BuildingSMART*. A equipe definiu uma estrutura de inter-relacionamento lógico para facilitar a identificação dos requisitos de informação de cada elemento para os usos conforme o ciclo de vida da edificação. No fim, foi recomendado o máximo de sessenta e quatro usos possíveis, cada qual com exigências específicas para elementos determinados, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Quadro de inter-relacionamentos para análise de usos do BIM com base no ciclo de vida.

Projeto	Aquisição	Montagem	Operação
Requisitos	Fornecedores	Qualidade	Comissionamentos
Programa	Qualificação	Testagem	Ponto de início
Cronograma	Disponibilidade	Validação	Testagem
Qualidade	Estabilidade	Inspeção	Equilíbrio
Custo	Capacidade	Aceitação	Treinamento
Local	Materiais	Segurança	Ocupação
Zoneamento	Especificação	Requisitos	Processos de venda
Características físicas	Seleção	Logística	Administração de Edificação
Abastecimento de serviços (água, luz, gás etc.)	Compra	Treinamento	Segurança
Características ambientais	Certificação	Inspeção	Serviço aos moradores
Forma	Contratação	Cronograma	Alterações
Arquitetura	Solicitação de orçamento	Fabricação	Análise
Estrutura	Solicitação de propostas	Entregas	Recuperação
Envelope (fachada e coberturas)	Seleção	Recursos	Renovação
Sistemas	Contrato	Instalação	Demolição
Estimativa	Preço	Custo	Manutenção
Quantidade	Quantidade	Produtividade	Prevenção
Preço dos sistemas	Preço unitário	Solicitação	Agendamento de manutenção
Comparação	Mão de obra	Orçamento	Garantias
Reajuste	Equipamento	Seleção	Contratada

Fonte: tabela 2 do Guia 01, Estrutura do Processo de Projeto BIM, Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, retirado do site www.nationalbimstandard.org/tetralogyofbim.

A *bimexcellence* (<https://bimexcellence.com/model-uses/>), idealizada por Succar, propõe uma lista intitulada “usos de modelo”, que representa a taxonomia estável mais recente com cento e vinte e cinco usos de modelo, organizados em três categorias e nove séries. São elas:

Categoria I: Usos do modelo geral – os usos do modelo: os usos do modelo geral são aplicáveis em setores, sistemas de informação e domínios de conhecimento;

Categoria II: Usos do modelo do domínio – os usos do modelo de domínio são específicos do setor;

Categoria III: Usos do modelo personalizado – os usos do modelo personalizado são uma combinação dos usos do modelo geral e de domínio.

2.1. Uso – análise de interferências

A criação e o desenvolvimento de um projeto de Arquitetura e Engenharia envolvem profissionais de múltiplas áreas. Sem a utilização do BIM, a falta de integração entre essa equipe diversificada pode acarretar vários problemas. Em relação aos custos da obra, talvez a dificuldade mais impactante seja a falta de verificação de interferências entre as disciplinas que compõem o ativo. Assim, tais interferências só são percebidas durante a etapa de execução, atrasando a obra e custando mais do que o planejado.

Na aplicação das boas práticas de desenvolvimento de projetos em BIM, é possível detectar as interferências (ou interposições) entre as entidades que compõem as disciplinas do ativo quando se usam softwares específicos, como o Trimble Connect ou o Solibri. No entanto, interferências entre entidades da mesma disciplina podem ser também identificadas nos softwares nos quais foram modelados, como no caso do Revit e do ArchiCAD.

As interferências percebidas entre as entidades das disciplinas, normalmente chamadas *Clash Detections*, trarão economia de tempo e dinheiro na obra, aliada à redução de custo de operação e manutenção. O simples fato desses problemas serem identificados durante toda a fase do projeto, em um processo contínuo e cíclico de verificações, para que os conflitos não sejam passados para próximas etapas, já representa um grande avanço.

Existem diferentes níveis de conflitos, classificados conforme sua amplitude. Segundo o AsBEA, essas separações são:

- a. *Soft clash*: componentes que não respeitam uma distância mínima em relação a outro elemento/sistema;
- b. *Hard clash*: Componentes que se sobrepõem;
- c. *Time clash*: Elementos que podem colidir com o tempo (durante a execução da obra ou uso do edifício).

Outra abordagem está descrita da seguinte maneira no Caderno de Especificação de Projetos em BIM:

2. As análises dos conflitos devem ser pautadas sobre três aspectos:
 - A. Análise de conflitos físicos:
 - a. São os conflitos entre entidades da mesma disciplina, entre entidades de disciplinas diferentes e entre entidades de todas as disciplinas.

- b. Os conflitos serão classificados como:
 - i. Graves – exemplos: viga com esquadria, caixa de passagem 4x2” com pilar, quadro de distribuição com ponto de água;
 - ii. Médios – exemplos: tubulação de água-fria com viga, mangueira corrugada com esquadrias e
 - iii. Leves – exemplos: tubulação de água-fria com mangueira corrugada.
- B. Análise de conflitos legais e normativos:
 - a. São os conflitos por não atendimento às Leis e Normas – por exemplo, a altura dos pontos de elétrica conforme a NBR 9050/2015;
 - b. Todos os conflitos legais e normativos serão tratados como graves.
- C. Análise de conflitos funcionais:
 - a. São os conflitos associados às entidades do modelo acerca da função sobre os requisitos do CONTRATANTE e para o atendimento dos requisitos de manutenção;
 - b. Nos conflitos de função referentes aos requisitos do CONTRATANTE, esses serão aplicados sobre os ambientes/espacos, mobiliários, equipamentos, acabamentos de parede, piso e forro, entre outros;
 - c. São conflitos relacionados às entidades do modelo que necessitam de espacos/áreas para manutenção (preditiva, preventivas e corretivas) – exemplos: espaco para manutenção de bombas, motores, válvulas etc.

2.2. Uso – extração de quantitativos

Um uso muito importante tem a ver com a possibilidade de levantamento de quantitativos relacionados a parâmetros específicos das entidades dos modelos dos projetos. A medida viabiliza a previsão de custos de serviços, materiais e demais recursos necessários. Em outras palavras, a partir da especificação de elementos, componentes e equipamentos, associados aos seus respectivos dados de custos, é possível obter um orçamento estimado mais preciso.

Os softwares de projeto em BIM capazes de efetuar diretamente o levantamento dos quantitativos são o OpenBuilds, o Revit, o ArchiCAD, o VectorWorks, o Edificius, o Allplan, o QiBuilder, o Eberick, o Tekla Struct, entre tantos outros – cada um com suas peculiaridades e limitações.

É importante entender que, ainda nas etapas iniciais do projeto, é possível produzir estimativas de custos melhores em BIM se comparadas às dos projetos em CAD. Conforme o desenvolvimento do projeto evolui para um nível de detalhamento maior de todas as disciplinas que compõem um ativo, a precisão de dados também cresce; conseqüentemente, há um melhor planejamento dos custos e da obra, conforme mostrado na Tabela 3.

Em síntese, a elaboração de um orçamento é pautada na avaliação da quantidade de um determinado componente ou material, associada a uma

“composição unitária de custo” ou a um indicador de custo desse elemento. A partir do desenvolvimento do modelo para o uso de extração de quantitativos, o componente deve ser avaliado sobre essa óptica para que haja a garantia dos outros usos decorrentes da extração de quantitativos com o planejamento (4D) e a orçamentação (5D).

Cabe lembrar que o modelo em BIM que conhecemos comumente é apenas o modelo do resultado final proposto; nele, não estão inclusos equipamentos, acessórios, ferramentas, materiais, e outras atividades necessárias para a execução do ativo físico (que compõem os custos da obra, além de permitir seu planejamento). Por isso, há a necessidade de se modelarem essas outras entidades, a fim de obter a correta extração de quantitativos como um todo – de preferência, em softwares específicos.

2.3. Uso – análise energética

A análise energética por meio do BIM é feita através de simulação computacional para elaboração de um modelo, de modo a analisar a ocorrência de transferência de calor em ambientes e componentes da edificação, bem como o consumo de energia e o custo energético. A capacidade de avaliação de um modelo depende da quantidade de dados dos seus elementos; ou seja, quanto mais dados informados, mais precisa será a análise.

Segundo Eastman et al. (2011), cada análise é específica e requer dados diferentes. O BIM fica sujeito à entrada de dados do modelo e à interoperabilidade entre as ferramentas disponíveis para avaliação. Os projetistas podem chegar a conclusões sobre escolhas de materiais depois de fazerem simulações no modelo, analisando, assim, o desempenho de diferentes materiais e seus custos.

O maior impacto positivo no desempenho do edifício em termos de energia e sustentabilidade se percebe quando a análise ocorre na fase inicial do projeto; mesmo que o modelo de energia na primeira fase seja mais simples, ele pode ser tão útil para a análise do desempenho energético quanto o modelo mais detalhado em fases finais. Isso acontece pois o modelo de energia na fase inicial permite observar como a escolha dos dados de entrada pode estar influenciando negativamente o desempenho energético da edificação. As avaliações consistem na alteração de um único dado de entrada no modelo energético, permitindo verificar a performance da construção e promovendo ajustes no projeto inicial.

3. NO PROCESSO DE PROJETO

É possível utilizar a plataforma BIM em cada etapa do processo de projeto atendendo às orientações da NBR 16.636-2 (que discorre sobre a execução de um projeto arquitetônico para edificações). A norma estabelece duas fases de projeto: a primeira delas é a fase de preparação, dividida em quatro etapas e a segunda fase, correspondente ao momento de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos, é composta por doze etapas.

Atualmente, cabe destacar que, para melhor gestão e gerenciamento – tanto do desenvolvimento do projeto ou Modelo de Informação de Projeto (PIM), quanto do ativo físico pelo Modelo de Informação de Ativo (AIM) –, a ISO 19.650 propõe a adoção de um Ambiente Comum de Dados (ou CDE – “*Common Data Environment*”).

A abordagem por etapas e fases de projeto previstas na NBR 16.636-2 deve ser incorporada aos marcos de entrega de informações da ISO 19.650-2, bem como ao plano de execução do BIM (PEB), ao plano mestre de entrega de informações e ao plano de entrega de informações da tarefa. Isso significa que, em cada etapa de projeto, teremos entregas de modelos para que as decisões possam ser tomadas. Assim, chega-se à melhor solução de Arquitetura e Engenharia para a construção e a operação do ativo, prova de que a maior das aplicabilidades do BIM é auxiliar e permitir a tomada de decisões sobre problemas complexos de Arquitetura e Engenharia de forma mais fácil e antecipada.

3.1. Fase de preparação

Na etapa inicial, a fase de preparação é o momento em que o levantamento de informações é feito por um editor de texto, com a criação de planilhas, tabelas e gráficos; ainda não existe uma solução que trate esse estágio de projeto de forma mais estruturada e computacionalmente inteligente. Cabe destacar que essa fase é responsável por muitos dos problemas e dos retrabalhos, em especial pelo esquecimento ou falta de definição em relação ao levantamento de informação. Por isso, ela é muito importante e precisa ser tratada com responsabilidade, devendo ser implementada por todos os envolvidos – tanto a equipe do contratante como aquela contratada –, de forma colaborativa e com a visão do ciclo de vida do ativo.

A fase de preparação, segundo a NBR 16636-2, é composta pelas seguintes etapas:

- a) Levantamento de informações preliminares (LV- PRE);
- b) Programa geral de necessidades (PGN);

- c) Estudo de viabilidade do empreendimento (EVE);
- d) Levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ) a serem fornecidas pelo empreendedor ou contratadas no projeto.

3.2. Fase de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos

Podemos dizer que é nessa fase que os produtos ou entregáveis em BIM são desenvolvidos; também é aqui que os processos colaborativos, a verificação de atendimentos de requisitos (qualidade), a correção dos conflitos e a proposição da melhor solução sistêmica devem ser postos em prática.

Nessa seção da NBR 16636-2, são listadas as etapas e os entregáveis documentais, comuns nos processos em CAD e ainda exigidos em BIM; por isso, um dos usos do BIM é também a geração de documentos técnicos. Abaixo, segue a lista das etapas e entregáveis para conhecimento:

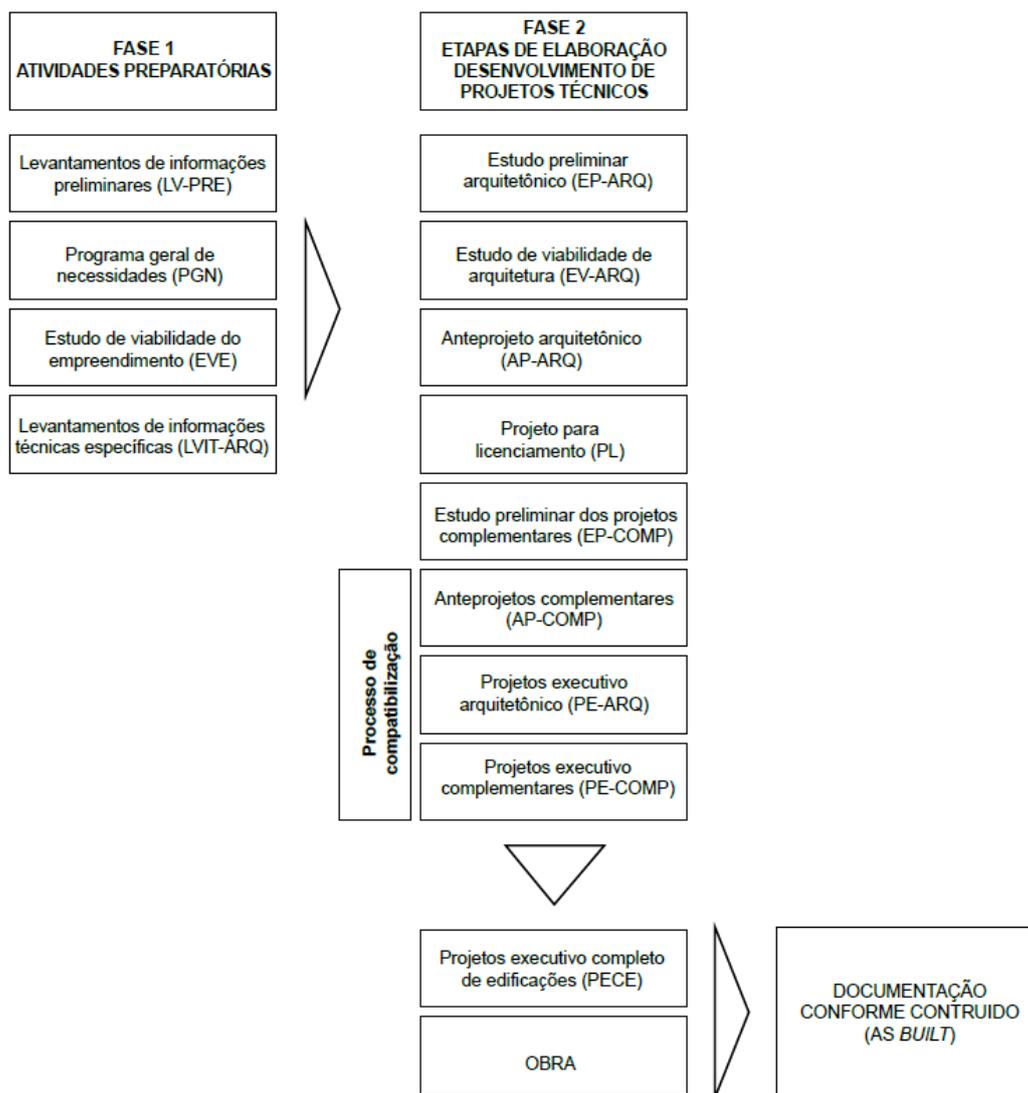
- a) **Levantamento de dados para arquitetura (LV-ARQ) e levantamento das informações técnicas específicas (LVIT- ARQ):** nessa etapa, uma série de levantamentos precisa ser feita antes do início dos desenhos. Primeiramente, há o levantamento topográfico e cadastral (LV-TOP), depois os registros de vistorias no local da futura edificação e de arquivos cadastrais (municipais, estaduais ou federais). Assim, podem ser produzidos desenhos cadastrais da vizinhança, do terreno e das edificações existentes – como plantas, cortes e elevações (escalas existentes ou convenientes) –, para que, enfim, relatórios sejam entregues.
- b) **Programa de necessidades para arquitetura (PN-ARQ):** As informações técnicas a serem produzidas nessa etapa são necessárias à concepção arquitetônica da edificação (ambiente construído ou artificial) e aos serviços de obra. Dados como nome, número e dimensões dos ambientes (gabaritos, áreas úteis e construídas) devem ser apresentados de acordo com a legislação e as normas brasileiras vigentes; portanto, é preciso realizar a distinção entre os ambientes a serem construídos, os ambientes a ampliar, aqueles a serem reduzidos e recuperados e os ambientes a serem caracterizados. Tal separação obedece aos requisitos de número, idade e tempo de permanência dos usuários em cada ambiente. Também é necessário estabelecer as características funcionais ou das atividades em cada ambiente (ocupação, capacidade, movimentos, fluxos e períodos), com as devidas características, dimensões e serviços dos equipamentos e mobiliário. Definem-se, ainda, requisitos ambientais e níveis de desempenho, bem como são destacadas as instalações especiais (elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias e de segurança e acessibilidade).
- c) **Estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ):** As informações técnicas a serem produzidas nessa etapa compreendem desde a definição da metodologia a ser empregada até as soluções possíveis de ordem técnica e jurídica, bem como relatórios conclusivos e recomendações. Os documentos técnicos a serem apresentados são esquemas gráficos, perspectivas, diagramas, histogramas, relatórios e outros que sejam necessários. Em BIM, é possível demonstrar

- estudos de viabilidade locacional confrontando informações do modelo conceitual com o modelo do terreno para atender aos parâmetros urbanísticos e preventivos. Esse também é o momento da primeira compatibilização em BIM.
- d) **Estudo preliminar arquitetônico (EP-ARQ):** As informações técnicas a serem produzidas precisam ser sucintas e suficientes para a caracterização geral da concepção adotada, incluindo indicações das funções, dos usos, das formas, das dimensões, das localizações dos ambientes da edificação, bem como de quaisquer outros requisitos prescritos ou de desempenho. Os dados também são necessários para a caracterização específica dos elementos construtivos e dos seus componentes principais, incluindo indicações das tecnologias recomendadas ou para propor soluções alternativas gerais e especiais (com suas vantagens e desvantagens), de modo a facilitar a seleção subsequente. Ou seja: em BIM, simulam-se cenários para o processo decisório. No estudo preliminar arquitetônico, é preciso entregar as plantas (implantação, pavimentos, cobertura), os cortes gerais (longitudinais e transversais), as elevações (fachadas) e os detalhes construtivos. Pelo BIM, nessa etapa, é possível compatibilizar as informações por meio de modelagem (topográfica, arquitetônica e estrutural), com a criação da modelagem topográfica do local, com seus detalhamentos e a modelagem do conceito arquitetônico e estrutural.
 - e) **Anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ):** As informações técnicas a serem produzidas são relativas à edificação (ambientes interiores e exteriores) e a todos os seus elementos, bem como aos seus componentes construtivos e materiais de construção considerados relevantes. No entanto, quando desenvolvemos os projetos em BIM, além do modelo do anteprojeto arquitetônico, também os modelos preliminares de estrutura, sistemas preventivos, ar-condicionado central e sistemas de águas cinzas e negras devem estar compatibilizados entre si.
 - f) **Projeto para licenciamentos (PL):** Nessa etapa, os documentos técnicos devem conter informações necessárias e suficientes ao atendimento dos requisitos legais para os procedimentos de análise e de aprovação do projeto para a sua construção. Isso inclui os órgãos públicos e as companhias concessionárias de serviços públicos, como departamentos de obras e de urbanismo municipais, conselhos dos patrimônios artísticos e históricos distritais, municipais e estaduais, autoridades estaduais e federais para a proteção dos mananciais e do meio ambiente e o Departamento de Aeronáutica Civil.
 - g) **Estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP):** Essa etapa em BIM ocorre paralelamente ao desenvolvimento do anteprojeto de arquitetura. Como já é possível obter um modelo preliminar das disciplinas complementares (em atendimento às normas pertinentes), os modelos devem ser compatibilizados; se forem identificados conflitos, estes devem ser resolvidos e novamente compatibilizados até a sua aprovação para prosseguir para o próximo estágio.
 - h) **Anteprojetos complementares (AP-COMP):** Com o BIM nessa etapa, antes da produção documental dos projetos de legalização de arquitetura (e alguns complementares), estes devem ter sido compatibilizados pelos demais modelos de anteprojeto dos complementares restantes.
 - i) **Projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ):** O projeto executivo arquitetônico deve estar integrado aos projetos complementares das outras especialidades,

formando, assim, o projeto executivo completo de edificação pelo conjunto de projetos compatibilizados.

- j) **Projetos executivos complementares (PE-COMP):** Nessa etapa, os projetos executivos complementares devem obedecer às normas brasileiras específicas de cada área de conhecimento necessária para o desenvolvimento do PIM (Modelo de Informação de Projeto).
- k) **Projeto executivo completo de edificação (PECE):** Com os projetos executivos complementares verificados em relação ao atendimento das normas brasileiras específicas de cada área de conhecimento necessária, estes devem estar compatibilizados de forma integrada com o projeto arquitetônico, de maneira a formar o conjunto de projetos denominado “Projeto Executivo Completo da Edificação”.
- l) **Documentação “conforme construído” – (“*as built*”):** Após a realização das obras, a documentação do projeto executivo completo deve receber a atualização para a documentação “conforme construído” (“*as built*”), com anuência dos autores, do construtor e do cliente. Em BIM, durante a execução da obra, os modelos devem ser atualizados e alimentados com as informações necessárias para a produção do Modelo de Informação de Ativo (AIM). Todos esses dados devem ser guardados em um CDE para serem acessados durante o uso, a manutenção e a operação da edificação. Todas as alterações de projeto realizadas durante as obras devem ser aprovadas em comum acordo entre cliente, construtores e projetistas, antes de sua execução em campo. Da mesma maneira, todos os desenhos “conforme construído” (ou “*as-built*”) devem ser firmados pelos mesmos agentes, com caráter de “ciência”, independentemente do responsável técnico pelos levantamentos e desenhos “conforme construído” (ver ABNT NBR 14645-1, ABNT NBR 14645-2 e ABNT NBR 14645-3).

Figura 27- Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação



Fonte: Anexo A da Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Projeto ABNT NBR 16636-2, jun. 2017.

4. ÁREAS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA

A abrangência de atuação dos profissionais de Arquitetura e Engenharia é diversa. Aqui, trataremos dos casos mais comuns e mais conhecidos, consideradas as devidas relevâncias de cada campo. Cabe esclarecer que os subtítulos abaixo não correspondem a categorias ontológicas ou definições consagradas, mas apresentam uma descrição simples, visando ao fácil entendimento das classificações por parte dos leitores.

Sobre a abrangência de atuação, podemos pensar que não há limitação na adoção do BIM em projetos de Arquitetura e Engenharia. Isso ocorre não porque haja ampla disponibilidade de ferramentas necessárias para todas as áreas de

conhecimento referentes a projetos de AEC, mas porque os recursos que existem poderão de alguma forma atender a boa parte dessas necessidades, o que fará ou ajudará as empresas de software a melhorar as suas soluções ou mesmo desenvolver uma solução para uma necessidade específica dos projetistas.

4.1. Projetos de Arquitetura e Urbanismo

Levando em conta os usos já apresentados, percebemos que, além de atuar nas edificações (ou seja, no ativo mais modelado), estes podem ser aplicados também em projetos urbanísticos como loteamentos, praças, parques, entre outros – sejam essas obras inteiramente novas ou revitalizações. Como envolvem áreas de conhecimento específicas, é possível que não haja uma ferramenta autoral para o seu desenvolvimento; de todo modo, normalmente esses projetos são modelados em ferramentas das disciplinas mais comuns, como aquelas de modelagem de edificações.

4.2. Projetos de arquitetura industrial

Os projetos industriais têm uma característica interessante e diferente dos projetos de edificações. Enquanto os projetos de edificações estão focados nas necessidades do usuário, os projetos industriais estão focados no produto, nos insumos e nas matérias-primas, bem como nos processos de fabricação ou de transformação. Neste último tipo de projeto, as ferramentas de modelagem de arquitetura (estruturas em concreto e metálicas) devem estar integradas às ferramentas de modelagem de sistemas industriais e equipamentos para sua devida compatibilização.

4.3. Projetos de infraestrutura de obras lineares

Dos projetos de Engenharia para obras lineares, o mais comum em BIM e cujo desenvolvimento envolve ferramenta autoral é o projeto rodoviário. Geralmente, essas ferramentas permitem a modelagem de ferrovias.

Uma característica muito importante no desenvolvimento de projetos lineares é a sua integração com sistemas GIS (Sistema de Informação Geográfica), devido às diversas informações neles cadastradas, que apresentam informações impactantes para a proposição da melhor solução técnica, econômica, social e ambiental.

Com essa associação, é possível utilizar instrumentos de análise de cenários e viabilidades, orientados para as propostas de projeto que atendam às

condicionantes legais. Existem também ferramentas que permitem simular movimentação de terra de corte e aterro, além da disponibilidade de jazidas e bota-fora com o objetivo de otimizar o custo de serviço – que é considerado um dos mais altos (senão o mais caro).

Outras obras lineares em que se podem aplicar as diversas ferramentas de BIM são as linhas de transmissão, os gasodutos, os oleodutos, os sistemas de adução de água, os projetos de macrodrenagem etc.

4.4. Projetos de infraestrutura de sistemas urbanos

Atualmente, existem ferramentas de BIM para o desenvolvimento de projetos de sistemas de abastecimento de água, de coleta e tratamento de esgoto e de drenagem urbana, por exemplo. Esses projetos também necessitam da integração com as ferramentas de GIS para que possam ser desenvolvidos de forma adequada. No entanto, visando reduzir drasticamente os aditivos contratuais, faz-se necessária a utilização ou contratação de serviços de levantamento (como o levantamento por laser scanner, georadar, câmeras termográficas, entre outras).

4.5. Projetos de infraestrutura logística

Podemos dizer que as obras de infraestrutura logística são aquelas associadas às obras lineares; aqui, porém, elas são caracterizadas pela parte de integração de modais. Estão nesse grupo os portos, aeroportos, rodoviárias, terminais aquaviários e outros que tenham como características obras de edificações e de infraestrutura linear em um mesmo projeto. Para esses projetos, as ferramentas de modelagem das edificações logísticas são as mesmas de edificações residenciais (nas quais o BIM é mais aplicado). Já para a modelagem de pistas, acessos, estacionamentos, pátios, obras de arte de terra e obras de arte especiais, é comum o uso das ferramentas para modelagem de obras lineares. Ou seja, são necessárias diversas ferramentas para as mais variadas disciplinas, o que demanda um alto nível de interoperabilidade.

Cabe ressaltar, entretanto, a existência de outras obras com essas mesmas características (edificações e infraestrutura linear), mas que se destinam a insumos como subestações, refinaria e estocagem de petróleo, ou seus derivados ou correlatos. No caso específico de subestação, a Bentley possui uma ferramenta autoral para o desenvolvimento desse projeto, assim como dispõe de ferramentas para sistemas de plantas industriais (por exemplo, no caso de refinarias).

4.6. Projetos de infraestrutura de exploração mineral e energética

Diversas empresas do setor de exploração mineral se valem da utilização da modelagem para gestão dos seus ativos e para desenvolver simulações referentes a novos empreendimentos. Além desse campo, o setor elétrico também já emprega parcialmente a modelagem no desenvolvimento de barragens e na gestão do canteiro de obra. A conclusão a que se chega é que é possível aplicar mais dessas tecnologias e processos; talvez um dos grandes motivos dessa capacidade resida na gestão dos ativos físicos para atender à série ISO 55000.

AULA 11

Orçamentação e planejamento de obras em BIM

Aula 11: Orçamentação e planejamento de obras em BIM

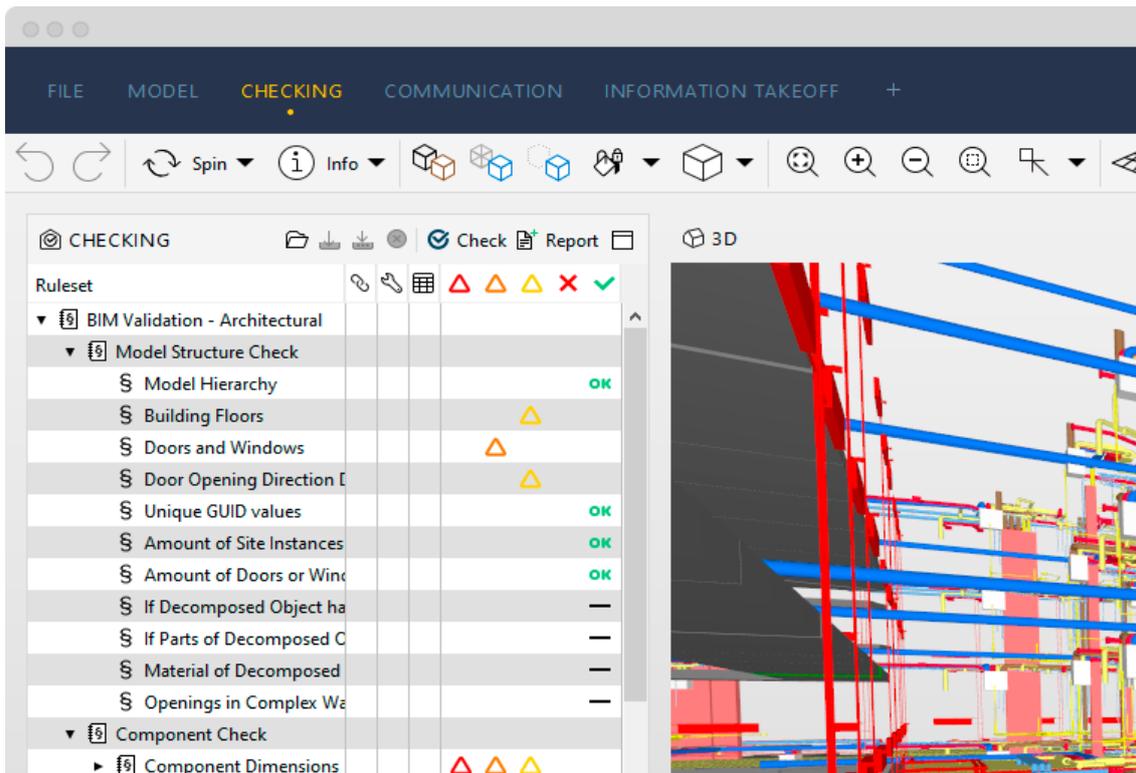
1. QUALIDADE DE MODELAGEM E DO MODELO

A qualidade do processo de modelagem em BIM acarreta uma série de benefícios. Sem os devidos cuidados e atenção, o projeto pode apresentar erros que impedirão a correta extração de dados; conseqüentemente, boa parte do propósito de fazer uso da modelagem se perderia. Em um modelo BIM, não temos apenas representações gráficas de um componente, mas sim um conjunto de informações sobre as entidades que compõem os modelos – estas, por sua vez, são incorporadas e geradas ao longo do ciclo de vida do ativo. Daí sua notável importância.

Algumas das diversas informações armazenadas nos modelos podem ser extraídas de forma simples para o levantamento de quantitativos, planejamento e orçamentação, com um alto grau de confiabilidade. No entanto, inúmeras falhas no processo de projeto podem criar problemas futuros no modelo, como colisões, dupla contagem de componentes, falha de integridade, erros de geometria, entre outros. Felizmente, todos os impasses citados podem ser verificados com facilidade por algum aplicativo de checagem, no qual, em relação aos casos de aplicação mais sofisticada, é possível inclusive averiguar se há o atendimento às normas estipuladas, tais como larguras mínimas, inclinações, áreas de transferências ou alturas de guarda-corpo (além de requisitos de desempenho de piso, como o escorregamento).

Já os problemas associados à classificação e à falta de parâmetros podem ser verificados por meio de uma listagem inicial dos componentes, assim como os requisitos de existência de determinados elementos. Essas dificuldades também podem ser analisadas através de um software de checagem, como o Solibri (Figura 28).

Figura 28 - Software Solibri – Ferramenta de checagem



Fonte: <https://www.solibri.com/>

Outro ponto que merece atenção está associado à exportação de diferentes formatos de arquivos entre os aplicativos utilizados. Por ser um momento no qual erros podem ser gerados, é de suma importância que qualquer equívoco seja reparado antes de fazer os levantamentos para que não haja inconformidade.

Sobre esse tema, o volume 3 dos Guia BIM ABDI-MDIC (2017, p. 20) orienta que *“levantamentos a partir de um modelo BIM têm por pressuposto que este modelo atende a condições básicas:*

- a) *Todos os elementos, bem como componentes e equipamentos que compõem o modelo estão corretamente classificados de acordo com o sistema de classificação adotado no empreendimento;*
- b) *Todos os elementos, componentes e equipamentos que compõem o modelo estão especificados de acordo com as regras definidas para o empreendimento, inclusive quanto aos parâmetros que devem ser incluídos nos componentes BIM;*
- c) *A modelagem deste conjunto está consistente e sem conflitos.”*

Dada a importância da análise de qualidade, a ISO 19650-2 estabelece a realização da avaliação da qualidade (item 5.6.3) na qual todas as equipes de tarefa devem realizar uma verificação de garantia de qualidade de cada contêiner de informações, de acordo com os métodos e procedimentos de produção de informação do projeto, antes de realizar uma revisão das informações nele

contidas. Ao fazer isso, a equipe de tarefa deve verificar o contêiner de informações de acordo com o padrão de informações do projeto. Para ajudar nesse processo de gestão, a ISO determina duas normas voltadas à qualidade: as ISO 9000 e 9001.

2. EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS

Uma das principais vantagens da utilização do BIM é a automatização da extração de quantitativos, seja de materiais, componentes, equipamentos ou serviços de construção; isso se deve ao fato das informações estarem atreladas ao modelo. A atividade ou a tarefa de extração de quantitativos é essencial para a produção de outros modelos BIM, como o planejamento de obras e a orçamentação – ambos serão discutidos mais a fundo posteriormente.

Em suma, a extração de quantitativos diz respeito à seleção de parâmetros das entidades dos modelos, que estão relacionadas direta ou indiretamente ao desenvolvimento de atividade na obra (planejamento) ou ao custo de um serviço, material, produto ou insumo (orçamento).

É importante pontuar que a quantidade de dados extraídos dos modelos aumenta conforme o avanço de seu desenvolvimento e do detalhamento necessário. Assim, no início, há somente a viabilidade de extrair informações genéricas que resultarão em meras estimativas: áreas de superfícies, volumes ou o número de espaços – portanto, ainda requerem alguma base de dados para transformar tais unidades de medidas em custos e prazos. Nas etapas iniciais, uma característica interessante desse sistema é a facilidade de comparar a variação do custo de diferentes padrões de fachada, pisos, entre outros. Assim, a estimativa se torna mais precisa, mesmo nas primeiras etapas. Também é extremamente fácil testar diferentes soluções, pois as alterações são integradas e o trabalho é realizado com volumes sem definições de detalhes.

Por fim, quando o modelo de informação do projeto (PIM) está concluído, já é possível obter quantitativos extremamente detalhados, que servirão para elaborar um orçamento executivo, listas de suprimentos, o plano de compra de materiais, bem como para planejar o canteiro de obra no todo, desde a gestão de pessoas e da gestão e logística de materiais e serviços. Cabe frisar que, por mais variados que possam ser os procedimentos para a extração dos quantitativos, a modelagem deve estar correta (como discutimos no tópico anterior) e deve ser elaborada conforme as necessidades de uso.

3. PLANEJAMENTO DE OBRAS EM BIM

A boa prática recomenda que o planejamento de obras seja uma das primeiras etapas em um projeto. Esse é o estágio em que são divididas as funções, analisados os recursos e feita a primeira organização para que se obtenha uma análise de viabilidade do futuro ativo. Na verdade, o planejamento cumpre seu grande papel, de fato, durante o curso da construção, com a comparação entre a situação atual e o que havia sido planejado. As informações geradas a partir desse paralelo são grandes lições aprendidas, em que boas práticas são mantidas e aperfeiçoadas e os erros corrigidos são reavaliados em obras futuras.

De todo modo, quando falamos em planejamento de obras em BIM, lidamos com um tópico um tanto detalhado, que pode ser avaliado ou simulado diversas vezes para a análise de interferências temporais de execução, a identificação de gargalos de produção, a definição da melhor sequência executiva com base nos fluxos de caixas projetados, enfim, para modelar um planejamento com o objetivo de trazer o maior retorno financeiro sobre o empreendimento, atendendo às normas de desempenho e de manutenibilidade (série NBR 15575:2013).

Ao lidar com o planejamento baseado em projetos 2D, faz-se necessária, geralmente para projetos de média e alta complexidade, a contratação de diversos profissionais especialistas. Cabe a estes imaginar, com base na experiência, possíveis problemas que, por sua vez, quando antecipados, possam ser corrigidos antes da execução, ou mesmo propor a melhor sequência executiva; seja como for, não há a possibilidade de se testarem cenários. O resultado acaba sendo, inevitavelmente, a correção de estratégias ou de conflitos no decorrer da obra, gerando tensões e estresses que impedem uma abordagem de melhoria contínua.

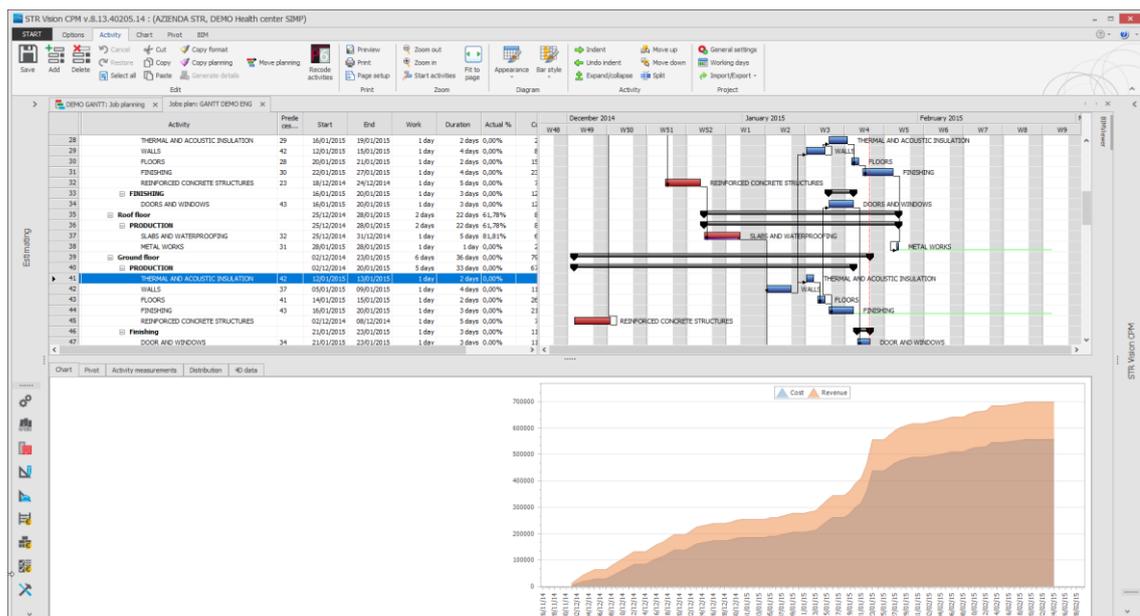
Outro ponto a se destacar no planejamento de obra é a segurança. Em se tratando de CAD, suas medidas acabam também sendo limitadas à análise e à determinação de pontos de risco à segurança, bem como a indicação de equipamentos necessários à manutenção desta (o que em BIM, hoje, é conhecido como 8D). Ou seja, a limitação decorrente dos projetos em 2D ocasiona e mascara perigos de difícil – ou impossível – identificação, comprometendo a segurança de quem trabalha.

O planejamento de obras em BIM é denominado 4D; ou seja, é a associação da geometria 3D paramétrica com a instância de *tempo* (3D + T). Com o modelo 4D, pode-se simular as etapas de produção, analisar o projeto durante os estágios de construção, visualizar se os componentes estão adiantados ou atrasados em comparação ao cronograma inicial, observar o desenvolvimento do cronograma de execução, entre outros aspectos.

Não custa lembrar que, para o desenvolvimento de um modelo 4D coerente com a realidade, a modelagem das entidades dos modelos também deve ser desenvolvida seguindo e respeitando essa premissa. Em outras palavras, deve-se ater às características dos materiais, a seus processos e ao momento de instalação ou aplicação, bem como às dependências e independências de execução dos serviços em relação a outras atividades. Para que isso seja possível, contudo, boas práticas de gestão de projetos precisam ser implementadas; alguns exemplos são a aplicação do conceito de Engenharia simultânea, a análise do custo do ciclo de vida e, principalmente, a colaboração, que deve ser aplicada o praticada o mais cedo possível, de preferência antes do início de qualquer modelagem. Assim, é possível estruturar uma discussão assertiva em busca da melhor estratégia de modelagem para atender aos requisitos de informação do cliente ou contratante.

Sobre os produtos da modelagem 4D, é muito comum ouvir (de profissionais, inclusive) que ele representa apenas um vídeo de uma ideia de montagem da obra. Entretanto, a realidade se mostra além dessa simplificação: na quarta dimensão, os tradicionais Gráfico de Gantt, Caminho Crítico, Linhas de Balanço passam a estar vinculados às entidades dos modelos, permitindo uma abordagem mais consistente para discussão e proposição da melhor estratégia de execução. Principalmente, é possível acompanhar os desvios entre o planejado e a execução para que se opere de modo preventivo na manutenção do cronograma. Alguns dos principais softwares de 4D são o Synchro, o Vico Office e o STR Vision CPM.

Figura 29 - Software da TeamSystem – STR Vision CPM. Ferramenta voltada para 4D e 5D



Fonte: <https://www.strvision.com/magazine/construction-planning-execution/>

4. ORÇAMENTAÇÃO EM BIM

Orçamentação de obras é o nome dado à previsão dos custos e valores de insumos, de serviços, de etapas e da obra como um todo. A determinação dos custos de uma construção é de extrema importância para a viabilidade de um ativo e deve ser avaliada durante as etapas de projeto, já que sempre se buscam as melhores soluções projetuais em relação ao custo-benefício para a otimização orçamentária do ciclo de vida dos ativos construídos.

Devemos compreender que, durante o desenvolvimento de um projeto, nas etapas iniciais, há um menor nível de detalhamento e a estimativa de custo tem uma grande margem de erro. À medida que o projeto se desenvolve, mais especificações são colocadas e mais precisos os dados ficam, já que a orçamentação deriva do levantamento de quantitativos possíveis na etapa de projeto. Para facilitar essa compreensão, é possível perceber, na Tabela 4, as faixas de precisão esperada do custo estimado de uma obra em relação ao seu custo final. A Tabela 4 mostra a evolução da precisão dos custos de um ativo no decorrer do desenvolvimento de um projeto.

Tabela 5 - Faixa de precisão esperada do custo estimado de uma obra em relação ao seu custo final

Tipo de orçamento	Fase de projeto	Cálculo do preço	Faixa de precisão
Estimativa de custo	Estudos preliminares	Área de construção multiplicada por um indicador	± 30%*
Preliminar	Anteprojeto	Quantitativos de serviços apurados no projeto ou estimados por meio de índices médios e custos de serviços tomados em tabelas referenciais	± 20%
Detalhado ou analítico (orçamento base da licitação)	Projeto básico	Quantitativos de serviços apurados no projeto e custos obtidos em composições de custos unitários com preços de insumos oriundos de tabelas referenciais ou de pesquisa de mercado relacionados ao mercado local, levando-se em conta a localização, o porte e as peculiaridades de cada obra	± 10%
Detalhado ou analítico	Projeto executivo	Quantitativos apurados no projeto e custos de serviços obtidos em composições de custos unitários com preços de insumos negociados, ou seja, advindos de cotações de preços reais feitas para a própria obra ou para outra obra similar (ou, ainda, estimados por meio de método de custo real específico)	± 5%

** Para obras de edificações, a faixa de precisão esperada da estimativa de custo é de até 30%, podendo ser superior em outras tipologias de obras. Fonte: IBRAOP, OT - IBR 004/2012.*

Vale destacar que a orçamentação não é uma atividade simples e demanda conhecimentos diversos, como composição de preço de serviços e insumos, conhecer as técnicas construtivas e suas ferramentas e equipamentos, tributação, segurança do trabalho, entre outros. Por apresentar essa complexidade, como boa prática de projeto em BIM, os profissionais de planejamento de execução de obra e o orçamentista devem estar presentes em todas as etapas de projeto, em especial porque nos processos de projetos em BIM há necessidade da antecipação de muitas informações (comparados aos que ocorrem em CAD). Os dados antecipados se referem às matérias e insumos a serem empregados, onde eles serão aplicados, por qual técnica, com quais equipamentos e, por fim, a sua produtividade e improdutividade.

Existem alguns regramentos para a elaboração de orçamentos no Brasil. Um deles é o Decreto nº 7.983/2013 (“Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de Engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União”) e o outro, a Norma Técnica IE nº 01/2011 (“Norma Técnica para elaboração de orçamento de obras de Construção Civil – Instituto de Engenharia”). Eles orientam que o cálculo de orçamento deve ser realizado a partir da quantidade de certo elemento no

projeto, tendo por base o custo unitário desse ou uma ideia de preço para o caso de não estarem disponíveis informações específicas do componente. Há também um cálculo que considera a variação de produtividade por tamanho do serviço; por exemplo: normalmente, revestimentos maiores têm maior produtividade do que quando se trabalha com áreas menores.

Há ainda outros procedimentos de orçamentação, como as estimativas gerais de custo, que trabalham basicamente com indicadores como custo/m², pois ainda não se pode precisar o custo unitário. A base é um padrão (alto, médio, baixo, *triple AAA* ou outro), uma curva ABC padrão de estimativas orçamentárias ou preços de banco de dados e revistas especializadas. Aqui, o cálculo mais utilizado é a multiplicação da área pelo custo por m² de construção, estabelecido pela Norma ABNT NBR 12721:2006.

Quando pensamos nos modelos para orçamentação, é interessante estabelecer um comparativo com a orçamentação baseada em CAD. Mas, antes disso, também é importante saber que, até o momento (2020), ainda não temos no mercado um solução “mágica” que receba todos os modelos das disciplinas de um ativo para a criação de uma base de dados única e de processamento computacional. Não há uma alternativa que ofereça um processo sem nenhuma interferência humana, mas em que as informações estejam disponíveis e que gere um orçamento completo com o nível de detalhe de insumos, materiais, mão de obra, equipamentos/ferramentas, produtividade, tributação, além da geração de relatórios, de gráficos tradicionais como histogramas e curvas “S” e “ABC”. Para alcançarmos esse nível de tecnologia, precisamos conhecer muito sobre IFC, suas possibilidades e limitações e, no que for possível, nos valermos da estrutura do IFC para incorporar informações que possam ser processadas de forma mais automatizada – o que já promoverá um incremento de produtividade sobre as aplicações e soluções atuais voltadas à orçamentação de obras em BIM. Podemos dizer que é um caminho longo, mas que será um diferencial importante para quem queira desenvolvê-lo.

De todas as comparações possíveis entre os processos de orçamentação em BIM e em CAD, a que mais se destaca é a extração de informações para orçamentação; ou seja, o simples fato de não precisar recorrer a métodos imprecisos, morosos e cansativos já contribui para uma mudança significativa no processo de delimitação de custos. A possibilidade de rastreabilidade do quantitativo extraído – em outras palavras, a auditoria em BIM – é mais rápida e confiável. Outra vantagem é a possibilidade de se dividir a orçamentação em tipologias (como a orçamentação por andar, por exemplo).

Há ainda outro paralelo importante envolvendo o processo de orçamentação. Não seria possível afirmar, mas a impressão que se tem é que a orçamentação sobre projetos em CAD levou a delimitação de custos para o final do processo de projeto. Talvez isso tenha ocorrido devido ao grande esforço para gerar

alterações orçamentárias quando se tem uma mudança no projeto, ou seja, uma mentalidade que se traduz em “*só vou fazer o orçamento quanto o projeto estiver finalizado e revisado*”. Agora, se aplicamos essa prática no processo de orçamentação em BIM, resulta em menos retrabalho caso o orçamentista participe desde o início do projeto, já definindo e especificando códigos de composições de serviços, verificando a necessidade de criação de uma nova composição, entre outras atribuições que facilitam seu trabalho; assim, é reduzida a necessidade de ajustes nos modelos. Isso se faz necessário pelo fato de se modelar na escala do real, o que demanda especificações mais precisas sob pena de se gerarem muitas interferências/conflitos – e, por consequência, muito retrabalho para a equipe de modelagem – caso tal modelagem não ocorra.

Quanto aos softwares para BIM 5D, temos o Primus-IFC (Acca), o Vico Office e o STR Vision CPM. Há também os que ajudam em algumas etapas, mas não fazem todo o trabalho automaticamente; aqui se inserem o Solibri *Model Checker* (único homologado pelo *BuildingSMART*), o SIENGE, entre outros.

Figura 30 - Software da ACCA – PriMus IFC. Ferramenta de 5D

The screenshot displays the Primus IFC software interface. At the top is a menu bar with 'FILE' and 'Tools'. Below it is a toolbar with various icons for selection, editing, and viewing. The main workspace shows a 3D perspective view of a building model with a red wall highlighted. On the left, there is an 'Entity' tree listing various building components like 'IfcBeam', 'IfcBuilding', and 'IfcDoor'. At the bottom center, a 'General Data...' table is visible, containing a list of items with columns for 'No', 'Tariff', 'WORK DESCRIPTION', 'DIMENSIONS', 'Quantity', and 'AMOUNTS'. On the right, a 'Bill of Quantities' panel shows a tree structure for 'IfcWall (1)' with sub-items like 'External masonry wall' and 'External Plastering'. The bottom status bar shows a calculation: [m2] 13.95 * 190.48 = Euro 2 657.20 (8 items) Total Euro 28 626.24.

No	Tariff	WORK DESCRIPTION	DIMENSIONS		Quantity	AMOUNTS	
			sq.parts	length, width, H/weight	per unit [1]	TOTAL	
1	109.01.1.017	Glazed panel with one or more hinged door wings					
MEASUREMENTS:							
		window ID: 44	1.500	1.500	2.25		
		window ID: 46	1.500	1.500	2.25		

Fonte: <https://www.accasoft.com/en/construction-estimating-software>

AULA 12



**BIM na
infraestrutura**

Aula 12: BIM na infraestrutura

1. POR QUE UTILIZAR O BIM NA INFRAESTRUTURA

O uso do BIM com o foco na infraestrutura vem crescendo nos últimos anos, com o aumento da população urbana e do interesse do governo no assunto. Esse último deve-se aos diversos benefícios trazidos por tal implementação, como o aumento da produtividade e da qualidade, a diminuição dos custos, entre outros fatores que serão apresentados posteriormente. No caso do Brasil, há ações da CPTM, Metrô de SP, SABESP, DNIT e até de órgãos não governamentais, como empresas privadas – CCR e Arteris –, que recentemente passaram a exigir grandes projetos de infraestrutura em BIM.

Apesar disso, essa adoção ainda permanece muito incipiente, em termos de usos e pesquisas, se comparada à utilização do BIM em edificações. Para discutir mais profundamente sobre o tema, é necessário esclarecer alguns fundamentos importantes, sendo o primeiro deles o conceito de infraestrutura.

Segundo Bradley et al. (2016), o termo “infraestrutura” é definido pelo dicionário de Oxford como “as estruturas e instalações físicas e organizacionais básicas necessárias para o funcionamento de uma sociedade ou empresa” (BRADLEY ET AL., 2016, p. 3) [tradução do autor]. A infraestrutura pode ser dividida em cinco domínios principais:

- a. **Transporte:** estradas, ferrovias, pontes, túneis e centros de transporte (aeroportos, portos, rodoviárias).
- b. **Energia:** usinas (nuclear, eólica, hidráulicas etc.), óleo e gás (terminais de armazenamento/distribuição, refinarias, poços etc.) e mineração.
- c. **Serviços públicos:** redes/dutos para entrega e remoção de eletricidade, gás, água e esgoto.
- d. **Instalações de recreação:** parques, estádios e outros.
- e. **Ambiental:** estruturas de gestão de enchentes e defesa costeira, como barragens, diques, açudes ou aterros.

Podemos perceber que a definição de infraestrutura abrange muitas tipologias de projeto que apresentam características próprias e peculiares dentro deste ou inseridos nas disciplinas que o compõem. Tais disciplinas demandam ferramentas de modelagem específicas; contudo, para algumas delas, ainda não foram desenvolvidas ferramentas próprias.

Ainda que esse fator constitua um dos entraves para o avanço do BIM na infraestrutura, essas são obras de custo e tempo mais elevados se comparadas às obras de edificações. Assim, alguns fatores (como custo e tempo, acima mencionados), precisam ser mais bem controlados e gerenciados, exigindo, para

tal, ferramentas que permitam acurácia no levantamento dos preços e do prazo das obras, bem como da gestão desses ativos.

1.1. Benefícios do uso do BIM para infraestrutura

O uso do BIM para infraestrutura apresenta diversas vantagens tanto para os projetistas quanto para os construtores. De acordo com a Autodesk, entre os benefícios, destacam-se a clareza da intenção do projeto para todas as partes interessadas, o fornecimento de informações mais precisas e de forma ágil (reduzindo, assim, os custos, o tempo e os riscos), além da possibilidade de continuidade da produção de dados ao longo do ciclo de vida do ativo.

Assim como para modelagem de projetos arquitetônicos, o BIM para infraestrutura permite que os profissionais façam a modelagem dos elementos ou utilizem objetos paramétricos de bibliotecas (apesar de não haver muitas bibliotecas disponíveis para o assunto). Além disso, as ferramentas do BIM para planejamento e cronograma podem ser aplicadas no contexto da infraestrutura, auxiliando nos processos construtivos, promovendo uma obra mais rápida, sem tantos erros e, conseqüentemente, mais econômica. Quanto à operação e à manutenção dos ativos, obtém-se um melhor controle de qualidade sobre o funcionamento das estruturas, um planejamento eficiente de manutenção preventiva, entre outras possibilidades provenientes de softwares e aplicativos especializados para cada tipo de infraestrutura.

2. LIMITAÇÕES DO BIM NA INFRAESTRUTURA

A demanda por representações digitais de ambientes construídos está acelerando e só pode ser satisfeita através de maior interoperabilidade de software e integração de dados. Contudo, há algumas dificuldades para o uso do BIM na infraestrutura. A primeira delas está na implementação desse novo modo de modelagem nos ambientes de trabalho: o custo para sua adoção tende a ser alto, considerando que envolve diversas mudanças, tais como o investimento em infraestrutura (softwares, hardwares e outros) e manutenção; a criação de banco de dados; o treinamento da equipe de trabalho para que esta aprenda a utilizar de forma eficiente essas novas tecnologias e, principalmente, as mudanças na forma de projetar durante o processo de desenvolvimento de projeto.

Ademais, há limitações no uso do IFC em projetos de infraestrutura, pois a falta de um padrão neutro de interoperabilidade mais abrangente (edificações + infraestrutura) tem resultado na criação de extensões proprietárias de tempos em tempos, comprometendo a qualidade de integração dos modelos e, por

consequência, do projeto. Entre os principais problemas, destaca-se a perda de dados na integração dos modelos das disciplinas dos projetos de infraestrutura. Isso ocorre, por exemplo, quando é necessário incluir nos modelos de infraestrutura as informações geográficas, já que grande parte dos softwares BIM utiliza arquivos IFC, enquanto, nos softwares de sistemas de informações geográficas (*Geographic Information System – GIS*), emprega-se o CityGML. Ou seja, cada sistema de formatação possui seus próprios conceitos e considera os níveis de informação de forma diferente, o que dificulta sua integração.

Nesse sentido, surgem especificações como a LandInfra (*Land and Infrastructure Conceptual Model Standard – “Modelo Conceitual Padrão para Terras e Infraestrutura”*) da OGC (*Open Geospatial Consortium*), publicada em 2016, que propõe um modelo conceitual para suportar os setores territorial e de infraestrutura. Nota-se, portanto, que o BIM para infraestrutura ainda está em evolução, com um nível de maturidade menor que o do BIM para edificação.

2.1. Integração BIM e GIS

De acordo com Almeida e Andrade (2015), a integração entre os sistemas BIM (*Building Information Modeling*) e GIS (*Geographic Information System*) apresenta grande potencial para a indústria da AECO, visto que possibilita o relacionamento entre as informações físicas e funcionais do edifício, extraídas de softwares BIM, com os dados de âmbito urbano contidos nas bases em GIS (Figura 31: Síntese das escalas espaciais em GIS e BIM).

Figura 31 - Síntese das escalas espaciais em GIS e BIM



Fonte: Almeida e Andrade, 2015.

Ambos os sistemas operam sobre diferentes tipos de arquivos e bases: enquanto o BIM funciona sobre uma perspectiva geométrica, o GIS baseia-se em dados geográficos, dificultando a integração entre estes. Nesse sentido, surge o grupo de trabalho IDBE (*Integrated Digital Built Environment*), uma união entre a OCG e a buildingSMART (empresas responsáveis por padrões abertos GIS e BIM, respectivamente). O grupo pretende propor ações para facilitar a integração desses sistemas através da descrição e avaliação de três padrões que abrangem as diferentes escalas espaciais: IFC, CityGML e LandInfra.

O IFC (*Industry Foundation Classes*) é um esquema construído pela buildingSMART que visa facilitar a transferência de informações BIM entre os diferentes softwares. Assim, ele foi planejado para atuar como uma transcrição dos elementos e objetos paramétricos de modelos BIM. Já o CityGML (*City Geography Markup Language*), padronizado pela OCG, é um esquema para facilitar a interoperabilidade e estruturação de dados urbanos, podendo ser empregado para simulações e análises críticas de modelos urbanos 3D. Por fim, o LandInfra (*Land and Infrastructure Conceptual Model*), também padronizado pela OCG, é um padrão construído em conjunto com a buildingSMART para comportar tanto informações de terreno quanto de infraestrutura (Figura 32: Esquema das escalas alcançadas em cada padrão - na graduação de sombreamento o mais escuro indica que o padrão atende melhor a escala indicada). Nota-se que cada um dos padrões trata de uma área da AEC com maior nível de detalhamento, seja nas edificações, nos terrenos ou nas macros

e micro infraestruturas. Além disso, há discrepâncias na conceitualização dos objetos e elementos nos esquemas, dificultando a compatibilização dos arquivos quando integrados.

Figura 32 - Esquema das escalas alcançadas em cada padrão - na graduação de sombreamento o mais escuro indica que o padrão atende melhor a escala indicada



Fonte: Built environment data standards and their integration: an analysis of IFC, CityGML and LandInfra.

Dessa forma, a IDBE apresenta três paradigmas fundamentais para a integração:

- I. **Mapeamento de esquema:** consiste no processo que permite que um objeto em um esquema seja convertido em seu equivalente em outro esquema. O GeoBIM foi um dos primeiros exemplos disso, impulsionando os esforços para a formação de um subconjunto significativo de conceitos IFC para CityGML. Vale ressaltar que qualquer incongruência entre os esquemas mapeados precisa ser revista, identificando um nível aceitável de equivalência.
- II. **Federação:** consiste em um paradigma alternativo, no qual um software é capaz de interpretar simultaneamente instâncias de vários esquemas, promovendo melhor funcionalidade em todo o conjunto de dados.
- III. **Referenciamento de links:** o terceiro paradigma propõe integração por meio de links embutidos. A viabilidade de tal abordagem foi confirmada no OGC Testbed-4, quando os serviços da web foram usados para integrar dados CAD, GIS e BIM; assim, uma construção em um modelo urbano pode ser vinculada a um modelo BIM que fornece uma representação 3D detalhada. Contudo, para que isso ocorra de forma eficiente, é necessário manter um bom gerenciamento de informações a longo prazo.

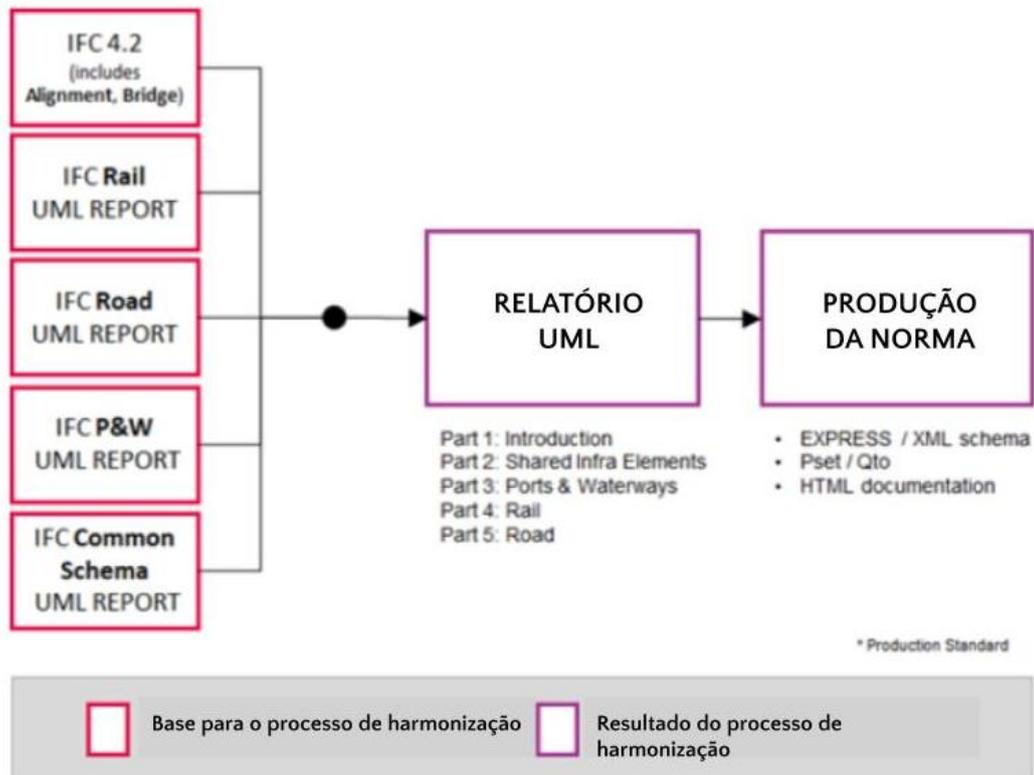
Assim, ressalta-se a necessidade de implementação de mais guias de uso, considerando os paradigmas citados e de maior harmonização entre os conceitos desenvolvidos pelos padrões, para que cada vez mais estes possam se conectar e se integrar.

2.2. IFC para infraestrutura

Segundo a building SMART, o IFC (*Industry Foundation Classes*) é um padrão aberto de descrição digital de um ativo, ou seja, um esquema que permite o compartilhamento de informações entre softwares em todas as etapas do ciclo de vida a partir de arquivos XML ou em outras extensões. O IFC vem se aprimorando desde sua criação, motivo pelo qual, nos últimos anos, tem-se buscado implementar uma extensão que atenda aos requisitos de infraestrutura (pontes, estradas, ferrovias, portos e hidrovias).

Inicialmente, a buildingSMART trabalha em projetos paralelos de extensão, como o **IFC-Road**, **IFC-Rail**, **IFC-Bridges** e **IFC-Ports and waterways**. Contudo, vários conceitos eram compartilhados pelos esquemas propostos, levando à construção de um esquema comum que identifica as similaridades, garantindo maior harmonização e consistência no desenvolvimento das extensões. Assim, acordou-se que esse esquema, concluído em 2017, seria construído sobre a base já definida pela IFC 4.2 (Figura 3: Processo de harmonização do IFC).

Figura 33 - Processo de harmonização IFC



Fonte: BuildingSMART, 2020 [adaptado].

Note-se que, para alcançar a padronização, a linguagem adotada foi a UML (*Unified Modeling Language*), garantindo a consistência e facilitando o processo de publicação e exportação do modelo em XML. Com o esquema já no repositório ifcDoc (ferramenta que auxilia na definição de requisitos de troca), o padrão pode avançar para a etapa final, momento em que o documento será reavaliado para garantir sua integridade e sua funcionalidade.

3. SOFTWARES DE BIM

Os softwares de BIM são diversos; atualmente, é possível encontrar listas com os melhores deles, atualizados a cada ano, para os mais variados usos. Este tópico, no entanto, irá tratar especificamente de alguns softwares de BIM utilizados em infraestrutura.

3.1. Desenvolvedor Autodesk

A Autodesk é um dos grandes desenvolvedores de softwares de modelagem, apresentando diferentes opções quando se trata de infraestrutura¹:

Obras lineares:

- I. Civil 3D – é indicado para modelagens de infraestrutura, como rodovias, ferrovias, pontes, redes, terrenos e projetos de água;
- II. InfraWorks – é um software de projeto conceitual de infraestrutura.

Edificações:

- I. Revit – é usado na modelagem de diversos elementos de infraestrutura, apesar de não ser uma solução autoral para projetos dessa natureza. Além disso, o Revit MEP é amplamente utilizado para a modelagem de sistemas e redes de esgoto.

3.2. Desenvolvedor Bentley Systems

A Bentley é uma das maiores empresas de aplicativos e softwares para infraestrutura. As soluções podem ser encontradas facilmente em seu site², sendo as principais delas referentes a:

Obras de arte especiais:

- I. OpenBridge Modeler e OpenBridge Designer – são empregados para modelagem;
- II. LARS Bridge – é utilizado para análise dos modelos;

Geotécnica:

- I. PLAXIS – modelagem e análise de projetos de geoengenharia;
- II. SOILVISION – conjunto de softwares 2D e 3D que contém análise de estabilidade e limite de equilíbrio de taludes;
- III. Keynetix – software que auxilia na organização dos dados;
- IV. OpenGround – atua como fonte para informações geotécnicas.

Hidráulica e hidrologia:

- I. WaterGEMS – empregado para projetos de redes de distribuição de água;
- II. OpenFlows-SewerGEMS – é um software para projeto de sistemas de coleta e transporte de esgoto e águas pluviais;
- III. OpenFlows FLOOD – trabalha com as demandas de inundações.

¹ Os softwares podem ser encontrados no site da Autodesk. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/>. Acesso em: 17 set. 2020.

² O site da Bentley está disponível em: <https://www.bentley.com/pt>. Acesso em: 17 set. 2020.

Mineração:

- I. MineCycle Designer – é um software destinado para projetar;
- II. MineCycle Survey – atua como uma fonte de dados para tomadas de decisão;
- III. MineCycle Material Handling – atua na parte de movimentação de materiais pesados.

Mobilidade e transporte:

- I. CUBE – empregado para modelar, abrangendo diversos aplicativos integrados ao software para os vários tipos de transporte ou temáticas;
- II. Streetlytics – armazenamento de dados;

Obras lineares:

- I. OpenRail – empregado para a execução de projeto de ferrovias;
- II. OpenRoads – assim como o anterior, tem por foco o projeto de rodovias.

Redes de serviços públicos:

- I. OpenTower – empregado para projeto de torres de telecomunicação;

Captura da realidade:

- I. ContextCapture – utilizado para criar modelos 3D a partir de fotografias;

Simulador urbano:

- I. LEGION Simulator – usado para simular a interação entre os civis (pessoas) e a infraestrutura;

Edificações:

- I. OpenBuildings Station Designer – pode ser empregado desde a concepção até a simulação de edifícios de infraestrutura;

Mapa:

- I. OpenCities Map – o software possui diversos aplicativos de mapeamento em GIS;
- II. Orbit – utilizado para mapeamento 3D.

3.3. Desenvolvedor Trimble

A Trimble, além de ser desenvolvedora de software, é um dos maiores fabricantes de hardwares para Engenharia e Agricultura. Suas soluções para infraestrutura são³:

³ Os softwares podem ser encontrados no site da Trimble. Disponível em: <https://www.tekla.com/>. Acesso em: 17 set. 2020.

Obras lineares:

- I. Novapoint – empregado na modelagem de projetos complexos em 3D de infraestrutura, como rodovias, ferrovias, redes de esgoto, túneis e ponte;
- II. Quandri – atua como um representante da arquitetura digital que abrange todo o ciclo de vida de ativos de infraestrutura;
- III. Quantm – utilizado para análise e simulação de traçados, ajudando em rodovias e ferrovias;
- IV. Trimble Earthworks – é empregado no controle de máquinas em trabalhos de movimentação de terra.

Obras de arte especiais:

- I. Tekla Structures – utilizado principalmente para a modelagem de estruturas, tais como estruturas em aço ou em concreto armado, modelando pontes de diversos estilos, passagens subterrâneas, bueiros e paredes de contenção;
- II. Tekla Bridge Creator – utilizado para modelagem de pontes, permitindo inserir dados específicos do entorno, como as ferrovias e rodovias, facilitando projetos mais complexos.

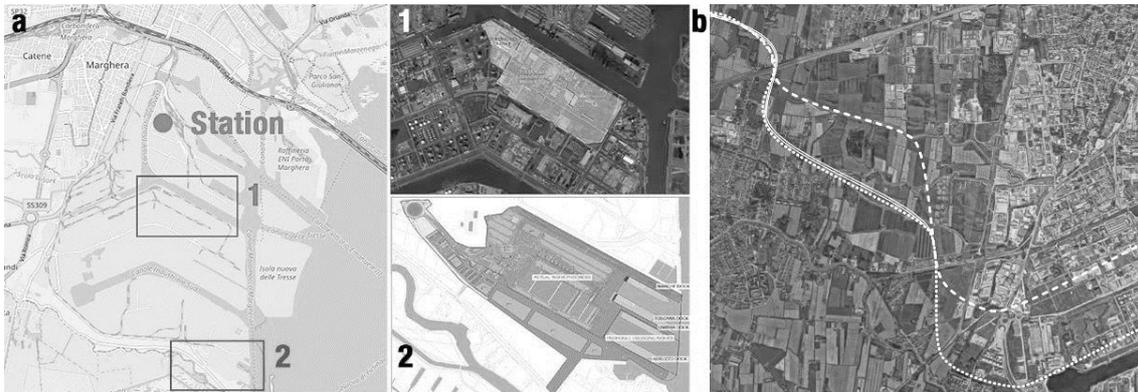
Vale ressaltar que há ainda muitos aplicativos e softwares específicos que podem ser úteis em pormenores de cada tipo de projeto de infraestrutura. Nos estudos de caso que veremos adiante, são mencionados outros programas para diferentes aplicações.

4. EXEMPLOS DE CASES DE BIM NA INFRAESTRUTURA

4.1. Ferrovia

O primeiro exemplo que vale mencionar é o do Porto de Veneza, na Itália. Para lidar com o aumento de tráfego, foi necessário repensar a estrutura existente e fazer uma nova estação e uma nova linha ferroviária, culminando em três layouts possíveis (Figura 34: Projeto ferroviário em (a) Contexto geográfico, estação portuária existente e novos terminais de contêineres (1) e (2); (b) Os três layouts ferroviários: 1º em pontilhado, 2º em tracejado, 3º em linha dupla contínua.). A decisão aconteceu a partir de um processo de análise hierárquica envolvendo as estimativas de custo, os elementos necessários para que a linha atravessasse aquele percurso – sistema de controle de trens e tecnologias, aterro/cortes, ponte, túnel, equipamentos ferroviários, estação -, além dos impactos ambientais e econômicos, da complexidade do projeto e da eficiência da transportação. Considerando esses fatores, decidiu-se pelo terceiro layout.

Figura 34 - Projeto ferroviário em (a) Contexto geográfico, estação portuária existente e novos terminais de contêineres (1) e (2); (b) Os três layouts ferroviários: 1º em pontilhado, 2º em tracejado e 3º em linha dupla contínua

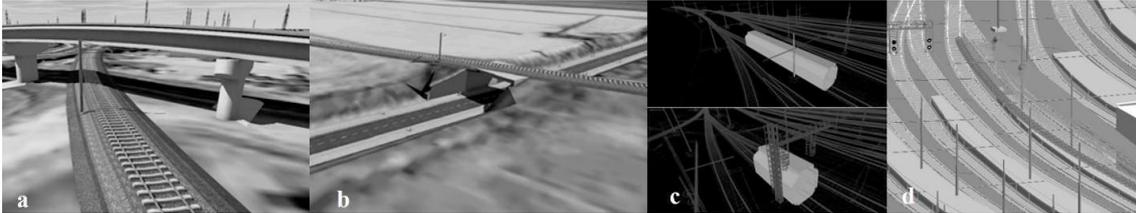


Fonte: Pasetto, 2020.

Para a concepção do projeto, foram utilizadas ferramentas BIM. Os softwares da Autodesk – Infracad, Autocad Civil 3D e Revit – auxiliaram na criação das estruturas espaciais, das seções transversais e de outros detalhes da infraestrutura de forma digitalizada. O início do projeto se deu por uma pesquisa e pela coleta de informações geográficas, de origem pública e privada, para analisar diversos pontos daquela área (modelagem do terreno, hidrovias, localização das futuras pontes, áreas de descontaminação, entre outras estruturas que poderiam ser interceptadas – de transporte, eletricidade, hidráulica). Em seguida, iniciou-se a modelagem conforme os dados encontrados e as normas e legislações da localidade, sendo possível analisar melhor alguns parâmetros, tais como comprimento, corte e aterro de terra, balanceamento de terraplanagem, quantidade e tipo de intersecções, entre outros.

Para finalizar a construção do modelo digital, foram criados os elementos do projeto (túnel, ponte, estação). Esses objetos foram modelados pelos projetistas, visto que ainda não há uma biblioteca de objetos para ferrovias. A interoperabilidade foi necessária durante todo o design da ferrovia; no entanto, houve problemas no uso do Autocad Civil 3D, que não reconhecia os elementos de uma ferrovia e suas diferentes seções. Isso causou dificuldades no design da interseção com outras estruturas pontuais já existentes e na colocação do trecho da ferrovia no caminho alinhado, o que conseqüentemente poderia causar erros no cálculo da terraplanagem. Por fim, aplicou-se também uma ferramenta BIM chamada VLP (*Visual Programming Languages*, ou Linguagem de Programação Visual), que, por meio de rastreamentos de raio, consegue checar e controlar a visibilidade dos elementos (Figura 35: Modelagem de diferentes soluções no cruzamento entre ferrovias projetadas e estradas existentes).

Figura 35 - (a, b) Modelagem de diferentes soluções no cruzamento entre ferrovias projetadas e estradas existentes; (c) Detecção de conflitos entre elementos; (d) Análise de visibilidade utilizando métodos raytrace no Dínamo

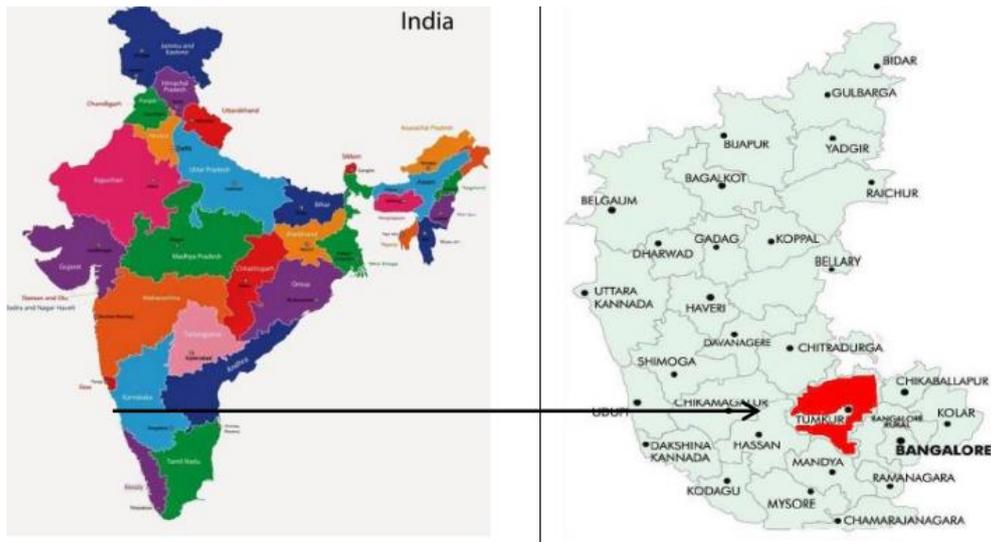


Fonte: Pasetto, 2020.

4.2. Abastecimento de água

No âmbito do saneamento básico, cabe citar o caso do fornecimento de água pressurizada contínua para a cidade de Tumaruku, na Índia. O projeto e sua construção levaram um período de trinta e seis meses, seguidos por três anos de operação e manutenção (Figura 36: Localização da cidade de Tumaruku).

Figura 36 - Localização da cidade de Tumaruku



Fonte: Vijayeta, 2017.

A primeira etapa do projeto foi de pesquisa e coleta de dados topográficos, de consumo e condição dos tubos a serem utilizados para, então, preparar um mapa básico GIS. Para tanto, foram utilizados mapas 2D e 3D e modelos para levantamentos subterrâneos feitos em Autocad e Bentley Subsurface e geotags de consumidores utilizando o ArcGIS. Em relação ao design e à modelagem, os softwares utilizados foram o Water-gems e o Stadd-pro da Bentley para os projetos hidráulico e estrutural. Quanto ao planejamento do projeto, empregaram-se o MSP/Primavera e o Autodesk Navisworks Manage; tais softwares auxiliam nas estimativas de custo e de tempo. Essa etapa culminou no relatório de projeto, no cálculo de demanda e modelagem de rede, nos

desenhos do modelo em detalhe, no projeto de rede de alimentação e das estruturas de armazenamento, entre outros documentos.

Na fase de construção, a utilização do MSP/Primavera foi mantida para planejamento de recursos e fundos, além de servir para o monitoramento da obra. Não obstante, manteve-se a Autodesk para a modelagem dos componentes no último nível de detalhe, *as-built*. Para monitorar e controlar as vazões, as pressões e a qualidade da água, foi utilizado o SCADAPro. Com a implementação desses programas, diversas melhorias foram possíveis na rede de distribuição, tanto na estação de tratamento já existente quanto nas novas intervenções – como na instalação dos medidores de fluxo, na construção dos tanques aéreos, na reorganização da rede de distribuição, na criação de novas conexões para o atendimento doméstico e na colocação de medidores de água do consumidor.

Por fim, para os anos de operação e manutenção, um sistema de geração e distribuição das contas de água foi criado, implementando locais de coleta de receitas e um sistema para reclamações, além de um mecanismo para detectar e reparar qualquer problema que possa ocorrer nos tubos. A maior parte do processo foi realizada através do software CRM (*Customer Relationship Management*), que automatiza as questões consumidor-empresa. Também é importante destacar que permaneceram as atualizações dos mapas e atividades feitas pós-construção na área com a plataforma GIS. Para ajudar a inspecionar os níveis de vazão e pressão da água, ou outros problemas do gênero, foram utilizados o Ecodomus e o ArchiFM.

4.3. Hidrelétrica

O seguinte projeto foi finalista no “*Be Inspired Award*” em 2013, sendo divulgado no site da Bentley. Trata-se do projeto de uma hidrelétrica chamada Memve’ele para o rio *Ntem*, na região sul de Camarões. Esta, por sua vez, consiste em uma estação de capacidade instalada total de 211 megawatts, dividida em quatro unidades, com um reservatório de água com 82,71 milhões de metros cúbicos. O seu custo total era de 637 milhões de dólares (Figura 37: Vista do Projeto).

Figura 37 - Vista do Projeto



Fonte: Bentley, 2013.

A modelagem do projeto foi realizada pela *Beifang Investigation Design & Research* (BIDR) e utilizou diferentes softwares. Para o design do modelo 3D, foram usados o MicroStation e o AECOSim Building Designer, além do ProjectWise como plataforma colaborativa. Para a escavação e outras questões do terreno, aplicou-se o GEOPAK Civil Engineering Suite; para o design elétrico, o Bentley Substation e para detecção de colisões e checagem, o Bentley Navigator.

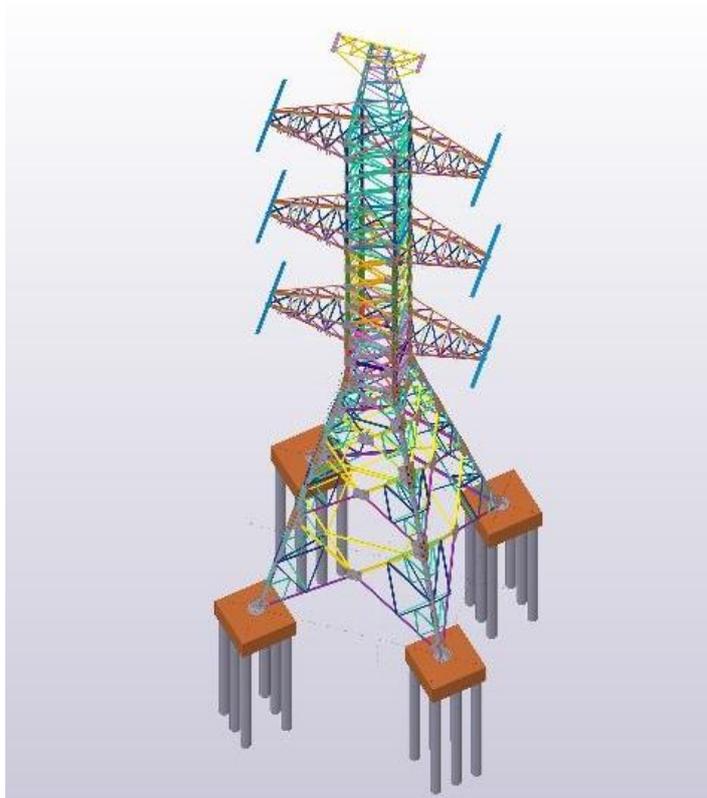
O principal objetivo desse projeto era identificar a melhor solução de design para a estação, tanto em aspectos macro (de todo o layout da construção) quanto micro. Assim, para garantir a eficiência da modelagem para os componentes dos maquinários, como a caixa espiral e o tubo de secção, utilizou-se o *Generative Componentes*. A modelagem paramétrica foi extremamente importante aqui, economizando tempo e retrabalhos e, ainda, permitiu o arquivamento de dados durante todo o ciclo de vida, facilitando a operação e a manutenção da estação. Por fim, vale ressaltar que, como já havia *templates* para diversos elementos, até mesmo para barragens em arco, a etapa de design reduziu significativamente – de três meses para um mês –, gerando uma economia de aproximadamente 150 mil dólares.

4.4. Torres de energia

O projeto de reconstrução de um sistema de transmissão de energia na cidade de Vilnius, Lituânia, foi o ganhador do Tekla BIM Awards 2019 na categoria de projetos pequenos. O sistema faz parte de uma linha elétrica aérea estratégica, pois pretende sincronizar os Países Bálticos ao sistema elétrico

européu, além de servir mais energia para a cidade, que sofre um aumento demográfico. A proposta foi apresentada por duas empresas chamadas *Projektai ir Co UAB* e *Žilinskis ir Co UAB* (Figura 38: Design das torres).

Figura 38 - Design das torres



Fonte: Tekla, 2019.

O uso do BIM possibilitou a entrega de um modelo sem erros em um curto prazo para a dimensão do projeto: quatorze tipos de torres de transmissão, sendo seis delas únicas, com mais de setenta metros de altura. Mesmo as torres únicas, mais difíceis, não apresentaram problemas estruturais, como pôde ser observado posteriormente com o teste de montagem na fábrica. Em termos de materiais utilizados, foram 125 unidades de torres, com 2.719 toneladas de estrutura metálica, 2.950 metros cúbicos de concreto e 416 toneladas de armadura.

Com o auxílio dos softwares da Tekla, foi possível realizar análises e checagens da estrutura das torres, garantindo a melhor solução de design para o projeto. O modelo 3D foi elaborado com a utilização do Tekla *Structures* e até de templates do Tekla *Warehouse*, como as juntas de perfis. Quanto às análises, empregou-se o Buildsoft *Diamonds* e o Autodesk *Robot*. Além desses, também foram utilizados o AutoCAD e o Excel, além do PLS-CADD pelos arquitetos e engenheiros MEP.

Vale ressaltar que o uso da tecnologia BIM também facilita o cumprimento das leis, das normas e da obtenção de licenças. Ademais, o fabricante escolhido

conseguiu utilizar o modelo digital IFC para elaborar uma produção automática das peças (Figura 39: Peças no período construtivo das torres).

Figura 39 - Peças no período construtivo das torres



Fonte: Tekla, 2019.

4.5. Rodovia

O último caso de estudo também está apresentado no site da Bentley e foi finalista do “*Year in Infrastructure Awards*” de 2019. Trata-se de uma via expressa na província de Guizhou, na China; por ser montanhosa, a área não possui um bom sistema de mobilidade. Com o intuito de melhorar a economia da região, o governo contratou a empresa de planejamento de tráfego *Chongqing Traffic Planning, Survey, and Design Institute* (CTPSDI) para criar uma proposta para o trânsito (Figura 40: Modelo 3D do projeto).

Figura 40 - Modelo 3D do projeto



Fonte: Bentley, 2019.

Devido à complexidade da obra – não só por seu tamanho, mas também por conta do terreno montanhoso –, utilizaram-se softwares BIM em todo o desenvolvimento do projeto. Primeiramente, realizou-se um levantamento do local com o auxílio de veículos aéreos não tripulados (VANTs), que fotografam o ambiente, criando um mapeamento bem próximo da realidade e eliminando pontos cegos com o ContextCapture. Logo depois, o processo de modelagem com o OpenRoads Designer começou culminando em um projeto com treze nós, quatorze túneis e 157 pontes. Para as estruturas de suporte dos túneis, foi utilizado o ProStructures. Para analisar o projeto de forma completa, por sua vez, usou-se o LumenRT (Figura 41: Modelo 3D do projeto).

Figura 41 - Modelo 3D do projeto



Fonte: Bentley, 2019.

O ponto mais importante do uso do BIM foi a interoperabilidade da equipe e o trabalho colaborativo. Além disso, utilizar o software *Navigator* facilitou o processo de análise e de resolução dos problemas de conflitos e incompatibilidades, bem como favoreceu o planejamento e a manutenção do cronograma durante a obra.

AULA 13

Informação agregada ao ciclo de vida de um edifício

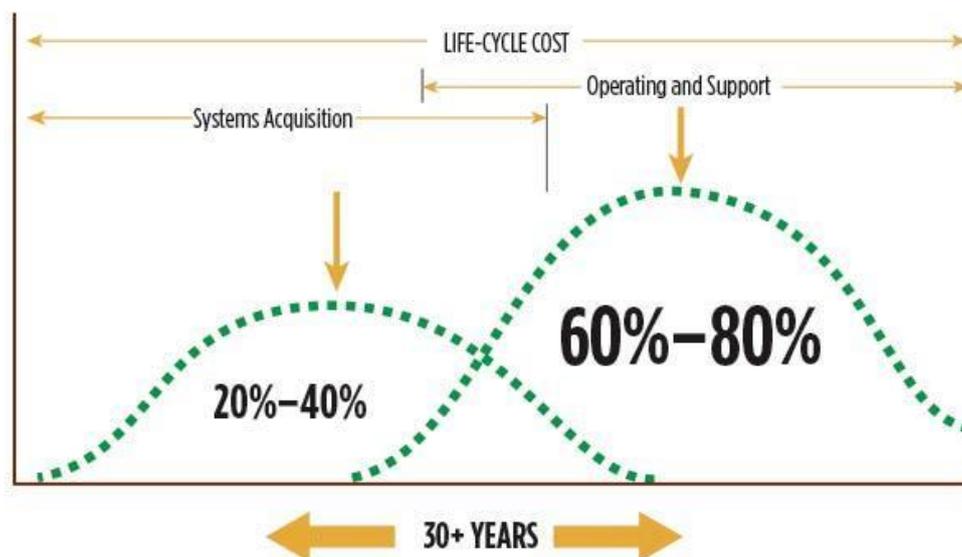
Aula 13: Informação agregada ao ciclo de vida de um edifício

1. CONCEITO DE CICLO DE VIDA

O conceito de ciclo de vida é empregado em diferentes áreas de estudo. Na biologia, por exemplo, o ciclo de vida compreende as transformações que ocorrem nas gerações de determinada espécie; na indústria, esse termo é utilizado para caracterizar o conjunto de etapas pelas quais um produto passa desde sua fabricação até seu descarte. Já na AECO (Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação), o ciclo de vida é o conjunto de todas as fases da gestão do ativo, que compreendem a definição de seus requisitos até o final de sua utilização, incluindo seu projeto, o desenvolvimento, a operação, a manutenção e o descarte (ISO 19650-1, 2018).

A compreensão sobre o ciclo de vida permite que se obtenha, dentre outras vantagens, uma redução drástica do custo total de propriedade do ativo. O custo do ciclo de vida (*Life-Cycle Cost*) é um dos aspectos mais importantes a se considerar aqui, já que sua análise permite que se encontre a solução de custo ideal para o projeto de construção, bem como possibilita comparar as alternativas de projeto (simulação). O estudo dos custos, portanto, propicia tomadas de decisão mais adequadas para aumentar o valor agregado do ativo construído e, por extensão, reduz custos no ciclo de vida sem comprometer os critérios de qualidade e desempenho.

Figura 42 - Custo do Ciclo de Vida de AECO



Fonte: <https://www.oneclicklca.com/building-life-cycle-costing-in-construction/>

2. CONCEITO DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA

A Engenharia Simultânea é um conceito que surgiu na década de 80 devido à crescente necessidade de aprimorar os processos de produção na indústria manufatureira, que buscava reduzir o tempo e o custo de produção (além de aumentar a qualidade do produto). Segundo Pretti, a primeira definição existente é aquela do relatório do Instituto de Análise de Defesa Americano. O documento determina que “Engenharia Simultânea” é uma abordagem sistemática e simultânea de projeto de produto e seus processos, considerando todo o ciclo de vida do produto. Nos anos 90, a Embraer utilizou esse conceito para desenvolver o ERJ 145, aeronave comercial a jato responsável pela recuperação financeira da empresa após a privatização.

A Engenharia Simultânea é um método aplicado na área de desenvolvimento de produto, mas difere da abordagem tradicional porque usa processos concomitantes em vez de sequenciais. Ou seja, a técnica consiste em executar tarefas em paralelo, permitindo que o desenvolvimento de produtos possa ser realizado de forma mais eficiente e com economia de custos significativa. Diversos setores, como produção, compras, garantia de qualidade, vendas, marketing e departamentos de serviço, bem como fabricantes de peças externas, participam das etapas de desenvolvimento e design, e as informações sobre esses processos de internos são enviadas ao desenvolvedor, isto é, aos projetistas.

Na Engenharia Simultânea, em vez de concluir a produção física total de um protótipo antes do teste, o design e a análise simultânea podem ocorrer concomitantemente – e várias vezes – antes da implementação real. Essa abordagem multidisciplinar e interdisciplinar enfatiza o trabalho em equipe por meio do uso de equipes multifuncionais e permite que os funcionários colaborem em todos os aspectos de um projeto, do início ao fim.

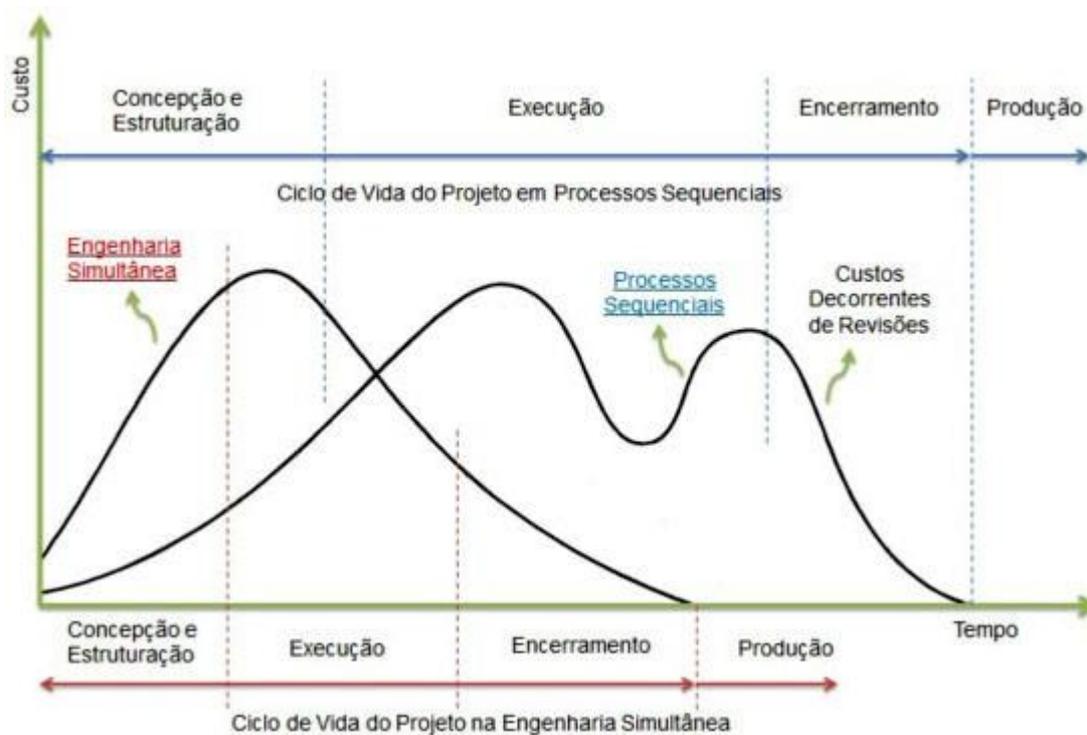
Também conhecido como “método de desenvolvimento iterativo”, a Engenharia Simultânea exige uma reavaliação contínua do progresso da equipe e uma revisão frequente dos planos do projeto. A razão para essa abordagem criativa e voltada para o futuro é que, quanto mais cedo os erros forem detectados, mais fácil e com menores gastos eles poderão ser corrigidos. Profissionais da prática simultânea afirmam que esse sistema de gerenciamento de projeto oferece vários benefícios, incluindo melhor qualidade do produto para o usuário final, tempos de desenvolvimento de produto mais rápidos e custos mais baixos para o fabricante e para o consumidor.

Claro está que a indústria da construção Civil poderia se valer desse conceito, uma vez que dispõe de métodos semelhantes aos da indústria manufatureira ao empregar, por exemplo, diversos setores técnicos para a fabricação de um

produto. Contudo, para que tal implementação ocorra, é preciso mudar a forma de desenvolver projetos, ampliando a visão para todo o ciclo de vida do edifício e para um processo simultâneo de projeto (não mais sequencial, portanto). No modelo de projeto sequencial, as tarefas são realizadas de forma independente e passadas à frente – ou seja, do cliente para o arquiteto, deste para o engenheiro estrutural e assim por diante. Essa fragmentação gera retrabalho, incompatibilidade entre sistemas e outros problemas que, por sua vez, culminam na entrega de um produto de má qualidade e com execução mais cara.

Dessa forma, ao aplicar o conceito de Engenharia Simultânea, há uma integração entre as etapas de projeto e as equipes de trabalho, considerando, desde a concepção, questões que permeiam todo o ciclo de vida do edifício (Figura 43). Conseqüentemente, facilitam-se as tomadas de decisão em um projeto, tornando-o mais eficiente e econômico. Contudo, para que essa junção ocorra de forma efetiva, é necessário coordenar o processo por meio do desenvolvimento e da utilização de ferramentas tecnológicas que auxiliam os operadores envolvidos, como ocorreu com as plataformas CAD e como acontece atualmente com o BIM (que permite a troca de informações em um só ambiente de dados).

Figura 43 - Ciclo de vida do projeto em processos sequenciais e na Engenharia Simultânea



Fonte: KRUGLIANSKAS (1993)

3. AGREGAÇÃO DE INFORMAÇÃO AO CICLO DE VIDA DE UM EDIFÍCIO – ISO 19650

O avanço da tecnologia sobre a Modelagem da Informação da Construção – ou BIM – vem causando grande impacto na indústria da AECO. Esse conceito envolve todo o ciclo de vida de um edifício, desde sua pré-concepção até a pós-construção, tendo como resultado diversas vantagens para a cadeia da AECO. Algumas das melhorias podem ser percebidas pelo aumento da produtividade, pela diminuição de erros e incompatibilidades e pela redução de custos e prazos (Figura 44 - BIM no ciclo de vida dos ativos). Contudo, para concretização desses benefícios, são necessárias diretrizes para a produção, para o compartilhamento e para a gestão das informações desenvolvidas em BIM.

Figura 44 - BIM no ciclo de vida dos ativos



Fonte: ABDI, Guia BIM 1

Nesse sentido, ao tratar do gerenciamento de informações usando BIM, a série ISO 19650 apresenta os requisitos de informação que são agregados em cada etapa do ciclo de vida de um ativo: concepção, desenvolvimento, operação, suporte de manutenção e disposição (ISO 19650-1, 2018). Cabe destacar que, em todos os estágios, as entregas devem ser realizadas visando o nível necessário de informação; além disso, as funções de gerenciamento da informação devem ser propriamente distribuídas entre contratante, contratado e coordenadores.

É de se esperar que a quantidade de dados armazenados nos modelos de informações (PIM e AIM), bem como os diferentes propósitos para os quais eles serão utilizados, aumentará principalmente durante a entrega do projeto e o gerenciamento de ativos. Para facilitar o entendimento da série ISO 19650, é preciso considerar que a norma trata de gerir as informações levantadas e concebidas sobre os Modelos de Informação do Ativo (AIM) e do Projeto (PIM). Isso quer dizer que o AIM e o PIM são produzidos ao longo do ciclo de vida da informação e esses modelos são usados durante o ciclo de vida do ativo para tomar decisões relacionadas a ativos e a projetos. Trata-se, portanto, de um processo cíclico, no qual as informações da gestão do ativo retornam para os futuros desenvolvimentos de projetos.

3.1. ISO 19650-2 – Fase de entrega dos ativos

Na fase de entrega, os requisitos de informação devem ser expressos em termos dos estágios do projeto que o contratante (ou seu coordenador) pretende usar. Esse momento é detalhado na parte 2 da ISO 19650, podendo ser dividido em oito etapas:

1. **Avaliação e necessidade:** o contratante deve fazer a nomeação de profissionais para realização da gestão da informação; após isso, cabe a ele estabelecer os requisitos de informação de projeto (PIR), os marcos de entrega de informações de projeto, os padrões de informações de projeto, os procedimentos e métodos das informações de projeto, as referências de informação de projeto e recursos compartilhados, o Ambiente Comum de Dados e, finalmente, estabelecer o protocolo de informações do projeto.
2. **Convite para licitação:** nessa etapa, o contratante deve estabelecer os requisitos de troca de informação do contratante, reunir as informações de referência e recursos compartilhados, determinar as respostas da licitação e os critérios de avaliação e compilar as informações da licitação.
3. **Resposta para licitação:** com o convite para a licitação, o possível contratado irá definir informações importantes; sua tarefa é a de nomear profissionais para a função de gestão da informação, estabelecer, com a equipe de entrega, o Plano de Execução BIM (pré-contratação) e avaliar a equipe de entrega em capacidade e recursos. Cabe ao possível contratado, ainda, estabelecer as capacidades e

recursos da equipe de entrega, o plano de mobilização desta, seu registro de riscos e, finalmente, compilar as respostas das equipes de entrega.

4. **Contratação:** nessa fase, os planos e processos discutidos anteriormente são detalhados, partindo da confirmação do Plano de Execução BIM (PEB) da equipe de entrega; com essa equipe, estabelece-se a Matriz de Responsabilidade Detalhada (MRD); com o coordenador do contratado, estabelecem-se os requisitos para troca de informação. Além disso, são delimitados o Plano de Entrega das Informações das Tarefas (PEIT) e o Plano Mestre de Entrega de Informações (PMEI). Por último, o contratado e o contratante devem finalizar os documentos de contratação.
5. **Mobilização:** o contratado mobiliza os recursos da equipe de entrega e as informações tecnológicas, testa e documenta os procedimentos de produção de informação do projeto e comunica as possíveis alterações à equipe de entrega.
6. **Produção da informação colaborativa:** antes de gerar informações, a equipe de tarefa deve verificar a disponibilidade de recursos compartilhados e a referência de informação; em seguida, essa equipe gera informação, realiza a avaliação da qualidade, revisa a informação e aprova para compartilhamento. Também cabe a ela revisar o modelo de informação de acordo com os métodos e procedimentos de produção de informação do projeto para facilitar a coordenação contínua de dados entre cada elemento do modelo de informação.
7. **Revisão do modelo de informação:** aqui, cada equipe deve enviar suas informações ao coordenador do contratado para autorização dentro do Ambiente Comum de Dados (CDE) do projeto, cabendo ao coordenador a revisão de informações de acordo com os métodos e procedimentos de produção de informações do projeto. Se a revisão for bem-sucedida, o coordenador do contratado autorizará o modelo de informações e autorizará cada equipe de tarefa a enviar suas informações para a aceitação do contratante no Ambiente Comum de Dados do projeto.
8. **Encerramento do projeto:** após a aceitação do projeto pelo contratante, inicia-se a entrega do modelo de informação de projeto; esse modelo deve ser arquivado em um ambiente comum de dados, permitindo o acesso futuro e as alterações provenientes da fase operacional.

3.2. ISO 19650-3 – Fase operacional dos ativos

Finalizada a fase de entrega, a fase operacional é o momento em que os requisitos de informação devem ser expressos em termos de eventos previsíveis, como manutenção planejada ou corretiva (reativa), inspeção de equipamentos de incêndio, substituição de componentes ou mudança de provedor de gerenciamento de ativos. Nessa etapa do ciclo de vida, há a integração entre todos os sistemas, instalações e usuários do edifício. Portanto, no ativo físico, a verificação contínua do desempenho dos materiais, serviços e sistemas escolhidos no processo de projeto é indispensável para a manutenção da qualidade e dos custos. O BIM auxilia nesse estágio ao permitir a constante atualização do modelo digital, além do acesso a uma base de dados precisos para acompanhamento do desempenho e simulação de soluções de reparo.

3.2.1. Operação

A operação nada mais é do que a utilização do ativo pelos usuários (e, conseqüentemente, os seus impactos); ou seja, trata-se do funcionamento do ativo. Nessa etapa, as avaliações de desempenho, controle de processos e definição de riscos formam um conjunto importante de informações para otimizar o funcionamento e os custos do empreendimento, além de viabilizar a concepção de um plano estratégico de manutenção preventiva. As plataformas BIM, nesse sentido, são uma ferramenta importante de compartilhamento de informações, uma vez que permitem o acompanhamento das modificações do modelo para o ativo real, representado por um modelo digital “As-Built”, que possibilita as simulações de desempenho.

3.2.2. Suporte de manutenção

A manutenção também inclui a inspeção, o monitoramento da condição e as reparações ou renovações que visam à extensão da vida útil dos ativos. Essa etapa é geralmente realizada por uma equipe especializada e terceirizada, destacando a importância da competência dos profissionais e da eficiência do compartilhamento preciso de informações.

3.2.3. Disposição

A disposição, em outras palavras, é o fim do ciclo de vida de um ativo, quando este poderá ser reutilizado ou demolido. Em ambos os casos, as informações adquiridas e documentadas são importantes tanto para a reformulação em um novo ativo quanto para considerá-las como um conhecimento prático das ferramentas e processos empregados, principalmente tratando-se de tecnologia BIM.

4. AGREGAÇÃO DE INFORMAÇÃO AO CICLO DE VIDA DE UM EDIFÍCIO – TEÓRICA

De acordo com Succar, todo o ciclo de vida do ativo conta com um conjunto de informações que abrange as seguintes especificidades: determinação dos objetivos e do porquê das escolhas de projeto; protocolos que descrevem como os produtos previamente planejados devem ser entregues; e planos que definem como, quando e onde cada atividade será exercida (além dos custos atribuídos). Essas informações podem se referir à instalação de um sistema simples ou complexo, como a elevação de uma parede ou do sistema hidráulico, formando um fluxo de informações compreendido pelo autor em dez conjuntos:

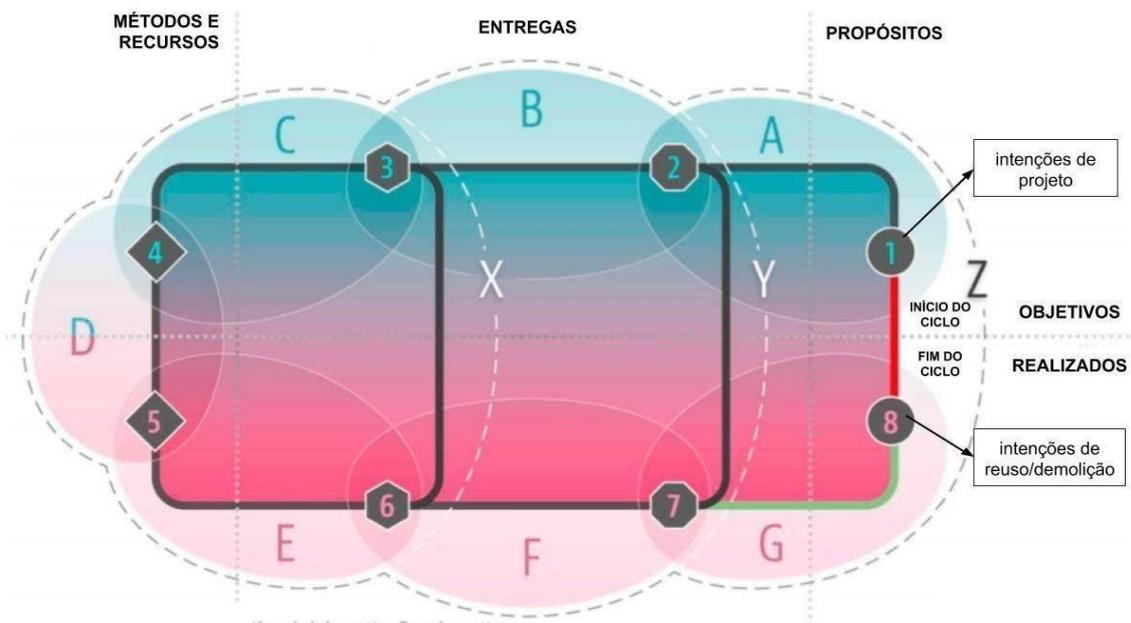
- a. O primeiro conjunto, “A”, identifica os ativos físicos a serem gerenciados e rastreados ao longo do ciclo de vida de uma instalação (sistema de elevador, hidráulico, entre outros);
- b. O conjunto “B” identifica os ativos digitais que precisam ser entregues no final do processo de concepção;
- c. O conjunto “C” identifica o perfil de competência dos atores para entregar os ativos digitais e físicos (engenheiro de projeto ou fornecedor do ativo) e os métodos para fornecimento de ativos digitais e físicos;
- d. O conjunto “D” identifica os atores reais comissionados para projetar e entregar o ativo;
- e. O conjunto “E” captura os processos, as decisões e as seleções – feitas pelos atores – que levam à entrega dos ativos digitais;
- f. O conjunto “F” captura as atividades reais (o que, quem, como, onde e quando) e as seleções reais feitas, levando à entrega dos ativos físicos (fornecedor real, data de instalação, método de instalação, número de série, data de garantia e regime de manutenção para os ativos e seus ativos dependentes);
- g. O conjunto “G” captura todas as informações de utilização que abrangem os ativos (comissionamento, manutenção, descomissionamento e reutilização);
- h. O conjunto “W, Y e Z” captura todas as modificações feitas nos ativos durante sua vida útil (SUCCAR, 2020).

Além disso, Succar apresenta o fluxo de informações em oito marcos, executados sequencialmente, que são:

- I. A intenção de projeto (1);
- II. As expectativas de entrega física e digital (2 e 3);
- III. Os métodos e recursos necessários e disponíveis (4 e 5);
- IV. Os ativos digitais e físicos (6 e 7);
- V. A intenção de reuso ou demolição do ativo (8) (Figura 45 - Fluxo de informações durante o ciclo de vida de um ativo).

Vale destacar que essa estrutura para troca de informações do ciclo de vida de ativos considera os requisitos da norma ISO 19650.

Figura 45 - Fluxo de informações durante o ciclo de vida de ativos



Fonte: [Succar, 2020 [adaptado].

Nota-se que, no início do ciclo de vida do edifício, tem-se a formação de um modelo de informação do ativo (AIM), pois são colhidas propriedades referentes a um ativo existente – como as características de um terreno, por exemplo (dimensões, topografia, orientação solar etc). Com esses dados e com o programa de necessidades, iniciam-se o processo de projeto e a formação de um modelo de informação de projeto (PIM); este último, por sua vez, pode conter informações estruturadas (como modelos geométricos, cronogramas e bancos de dados estruturados) ou não estruturadas (como documentação, vídeos e gravações de som) (ISO 19650-1, 2018). Já o fim do ciclo de vida do ativo se caracteriza por sua utilização e, em última instância, sua reestruturação ou demolição. Nesse período, são adicionadas informações de operação, manutenção e reformas que constituem um novo modelo de informação de ativo (AIM).

AULA 14

OpenBIM e interoperabilidade

Aula 14: OpenBIM e interoperabilidade

1. BUILDINGSMART

O conceito de BIM modificou toda a cadeia produtiva da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AEC) ao introduzir as ideias de parametrização, identidade, semântica, interoperabilidade e ciclo de vida. Nesse sentido, nos anos 90, surgem iniciativas de empresas americanas para produzir um padrão que facilitasse a troca de informações, inicialmente chamado de *Industry Alliance for Interoperability* (IAI). Em seguida, a IAI expande-se em nível internacional, englobando empreendimentos e institutos de pesquisa, passando a ser conhecida como *International Alliance for Interoperability* (IAI) (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). Atualmente, essa organização é denominada *International BuildingSMART* e objetiva criar padrões abertos de BIM, hospedar fóruns, certificar softwares e pessoas além de tornar-se uma fonte de recursos confiáveis e, por fim, promover o uso ativo dessa tecnologia na indústria da AEC (BuildingSMART, 2020).

A International BuildingSMART é uma comunidade global de capítulos, membros, parceiros e patrocinadores. A organização regional é formada através desses capítulos, que são organizações compostas por membros físicos e jurídicos que tenham interesse no assunto. O principal objetivo é desenvolver e promover o uso de padrões abertos, bem como identificar as dificuldades ou tendências da região, contribuindo para a evolução da AECO. Há 22 *Chapters* no mundo: Australásia (Austrália e Nova Zelândia); Áustria; Benelux (Holanda, Bélgica e Luxemburgo); Canadá; China; Dinamarca; Finlândia; França; Alemanha; Itália; Japão; Coreia; Noruega; Polônia; Rússia; Singapura; Espanha; Suíça; Turquia; Reino Unido (Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte) e Irlanda; EUA e Hong Kong.

Em outras palavras, a buildingSMART é a autoridade mundial que conduz a transformação digital do ambiente de ativos construídos por meio da criação e da adoção de padrões internacionais abertos para infraestrutura e edifícios. O padrão de troca de informações criado pela BuildingSMART é o IFC (*Industry Foundation Classes*) que, ao longo da história da organização, vem se atualizando. Além dele, surgiram outros parâmetros que auxiliam na classificação IFC, como o IDM (*Information Delivery Manual*), o IFD (*Information Framework for Dictionaries*), o BCF (*BIM Collaboration Format*) e o MVD (*Model View Definitions*).

Sobre a adoção de tais padrões, atualmente, há duas certificações oferecidas para softwares: a IFC2X3 e a IFC4, sendo a segunda uma evolução da primeira

para facilitar a classificação e a compreensão das certificações. Vale destacar que a BuildingSMART tem parceria com a ISO (*International Organization for Standardization*), com a CEN (*European Committee for Standardization*) e com a OGC (*Open Geospatial Consortium*). Logo, suas definições possuem ligações com as normas internacionais (Tabela 5 - Padrões buildingSMART e normas).

Tabela 6 - Padrões buildingSMART e normas

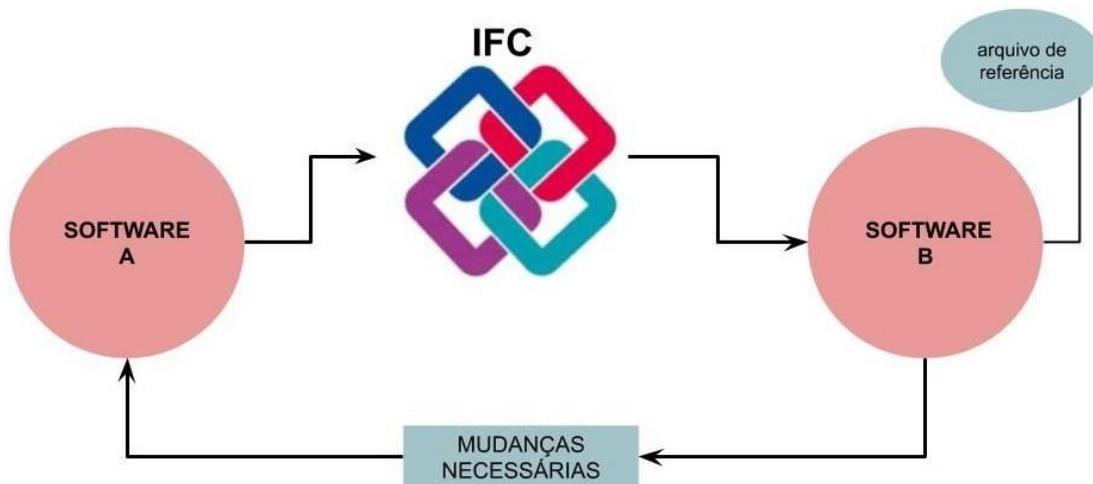
PADRÕES buildingSMART E NORMAS		
PADRÃO	NORMA	DESCRIÇÃO
IFC	ISO 16739-1: 2018	Troca de informações
IDM	ISO 29481-1: 2016 ISO 29481-2: 2012	Construindo modelos de informação - Manual de entrega de informação
IFD	ISO 12006-2: 2015 ISO 12006-3: 2007 BuildingSMART Data Dictionary	Construção de edifícios - Organização de informações sobre obras de construção
BCF	BuildingSMART BCF	Coordenação de mudanças
MVD	BuildingSMART MVD	Tradução de processos em requisitos técnicos

Fonte: buildingSMART.

1.1. O que é o IFC?

Segundo a International buildingSMART, o IFC (ou *Industry Foundation Classes*) é um padrão de descrição digital de um ativo ou, mais precisamente, um esquema que permite o compartilhamento de informações entre softwares em todas as etapas do ciclo de vida de um ativo. Assim, o IFC auxilia na interoperabilidade de softwares BIM e dentro da cadeia de produção de um projeto, visto que permite que o fluxo de trabalho ocorra em diferentes softwares. Por exemplo: se o arquiteto realiza a modelagem em um software BIM, ao exportar esse arquivo no esquema IFC, o engenheiro hidráulico pode utilizar tal arquivo como referência em outro software BIM. Contudo, não se deve fazer alterações no arquivo IFC; caso seja necessário realizar alguma mudança, ela precisa ser feita no software de origem (Figura 46: Fluxo de trabalho com IFC).

Figura 46 - Fluxo de trabalho com IFC



Fonte: Adaptado buildingSMART, 2018.

A norma ISO 16739 discorre sobre o esquema IFC abordando a linguagem EXPRESS, que utiliza a estrutura de arquivos físicos STEP, definida na ISO 10303-11, amplamente empregada devido à natureza compacta que apresenta (precisamente, corresponde aos arquivos .ifc). Contudo, os arquivos IFC podem ser codificados em outros formatos, como: XML (*Extensible Markup Language*), que possui uma estrutura mais aprimorada baseada na norma ISO 10303-28, identificado como .ifcXML; e ZIP, que comprime os arquivos tanto STEP como XML, identificado como .ifcZIP.

1.2. O que é o IDM?

O IDM (*Information Delivery Manual*) é uma metodologia para documentar e descrever processos de fluxo de informação durante o ciclo de vida de um ativo, sendo padronizado pela ISO 29481-1:2016. Assim, os objetivos do IDM incluem definir os processos dentro do ciclo de vida do projeto para os quais os usuários requerem troca de informações, especificar os recursos IFC necessários para dar suporte a esses processos, descrever os resultados de sua execução (que podem ser usados em processos subsequentes), identificar os atores que enviam e recebem informações dentro do processo por função e, finalmente, garantir que as definições, especificações e descrições sejam fornecidas de forma útil e facilmente compreendida pelo grupo-alvo (BuildingSMART, 2010).

O processo de concepção de um IDM inclui quatro entregas principais: mapas de processo, que definem o processo da indústria; requisitos de troca, que definem as informações a serem compartilhadas; modelos de requisitos de troca, que organizam as informações em conceitos de troca (estes, por sua vez, serão vinculados aos conceitos no MVD e permitem atestar o cumprimento de todos

os requisitos); e um Guia BIM, que orienta o usuário sobre quais objetos e dados devem ser incluídos no BIM para trocas (BuildingSMART, 2012).

1.3. O que é o IFD?

O IFD (*International Framework Dictionaries*) é uma biblioteca aberta e internacional de conceitos e termos relacionados à AEC e ao BIM. Tais denominações recebem uma identificação GUID (*Globally Unique ID*), que é única e compatível com o IFC, diminuindo as incompatibilidades entre arquivos e aumentando a interoperabilidade. O padrão IFD é regido pela ISO 12006-3 e concentra-se na descrição dos objetos, de suas propriedades, de suas unidades e de seus valores.

Além disso, segundo Freire, Martha e Sotelino (2015), o IFD também atribui aos termos um conjunto de nomes e definições em outros idiomas. Enquanto o identificador GUID é utilizado para coletar informações, os nomes e definições são usados para comunicar a ideia para o usuário final.

1.4. O que é o BCF?

O BCF (*BIM Collaboration Format*) é um formato de arquivo aberto que identifica e comunica problemas e conflitos nos modelos BIM através da adição de comentários textuais, capturas de tela, identificação GUID, entre outras informações na camada do modelo IFC, facilitando a comunicação entre os membros que trabalham em um projeto. Com esse arquivo, é possível identificar quais os problemas existentes, quais já foram resolvidos (bem como os responsáveis por estes) e, ainda, pode-se levantar estatísticas de quantidade de erros, tipos e tempo de resolução, por exemplo.

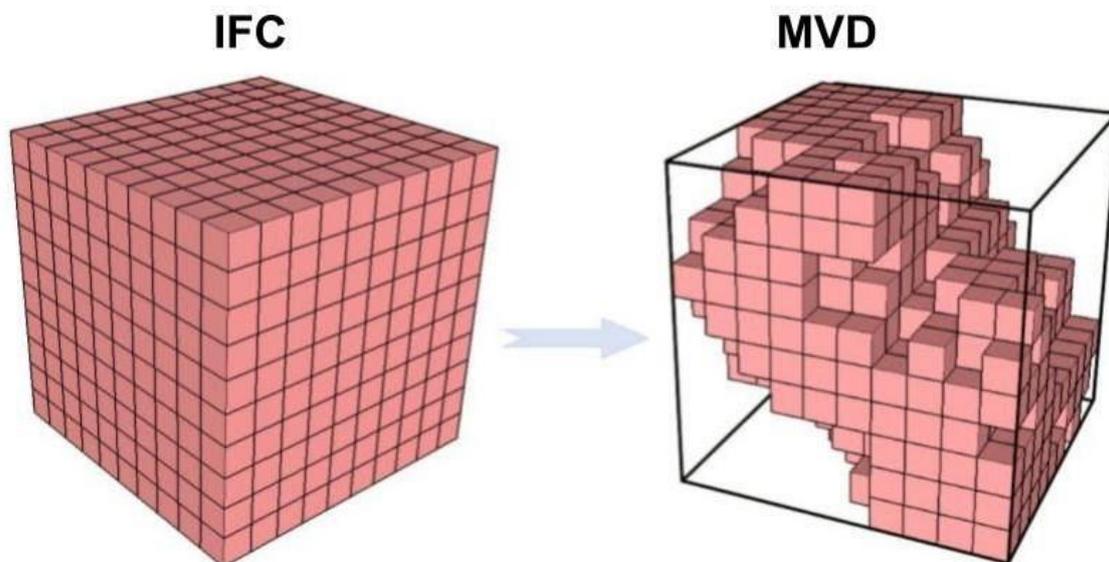
Nota-se que o conceito de BCF, desenvolvido em 2009, pode ser empregado em todo o ciclo de vida de um ativo: na fase de projeto, ele pode ser utilizado para documentar as verificações de qualidade, opções de design e materiais, assim como identificar conflitos no objetos BIM; na fase de licitação/aquisição, ele é capaz de documentar itens de coordenação de licitação e esclarecimentos, assim como os custos e informações do fornecedor para objetos, montagens e sistemas; na fase de construção, ele é empregado no registro de garantia de qualidade, nas verificações de qualidade em comparação ao modelo BIM, no rastreamento de materiais e serviços ou até mesmo pode facilitar na coleta de informações rápidas para entregas; na fase de operação, ele pode conter informações sobre as atualizações necessárias no modelo à medida que são feitas as alterações durante o uso (BuildingSMART, 2020).

1.5. O que é o MVD?

O MVD (*Modeling View Definitions*) é um subconjunto do esquema IFC para descrever uma troca de dados para um uso ou fluxo de trabalho específico. Por sua vez, este pode ser amplo, englobando quase todo o esquema IFC (para arquivar um projeto, por exemplo), ou específico, referindo-se a objetos e dados associados (como a especificação de um sistema de parede cortina) - (BuildingSMART, 2020).

Nesse sentido, é preciso determinar as informações cujo compartilhamento é necessário entre cada membro de uma equipe de projeto, para que, assim, os arquivos MVD descrevam corretamente os objetos, as representações, os relacionamentos, os conceitos e os atributos, de modo que a parte interessada receptora e seu aplicativo de software possam realizar suas tarefas. Na transferência de informações de um projeto arquitetônico para análise energética, por exemplo, o arquiteto deve fornecer um modelo com as especificações da construção, valores térmicos dos materiais, bem como valores de conforto térmico para espaços internos. Esse conceito auxilia no fluxo de trabalho e interoperabilidade em BIM, pois padroniza a troca de informações (Figura 47: Representação esquemática de um arquivo MVD).

Figura 47 - Representação esquemática de um arquivo MVD



Fonte: <http://biblus.accasoftware.com/ptb/model-view-definition-mvs-e-intercambio-de-dados-bim/>

2. OPENBIM

2.1. Conceito

O openBIM é uma iniciativa da BuildingSMART que consiste na aplicação de um processo colaborativo entre os membros e as equipes de trabalho, visando promover a interoperabilidade, bem como beneficiando os ativos em todo o seu ciclo de vida graças a uma gestão estruturada sobre dados. Dessa forma, baseia-se na utilização de padrões abertos e neutros (o IFC, por exemplo) e de fluxos de trabalho que permitam o compartilhamento de informações BIM entre diferentes softwares – e entre as várias partes interessadas no projeto. Essa abordagem colaborativa atua diretamente nas ineficiências da indústria da AEC, promovendo um novo olhar para os profissionais da área sobre o projeto e sobre os fluxos de trabalho e influenciando, conseqüentemente, a qualidade dos ativos produzidos.

Nota-se que o principal objetivo do openBIM é disseminar o uso de BIM na indústria da AEC; logo, esse é um conceito que pode ser aplicado em todas as fases do ciclo de vida de um ativo. Na fase de projeto, ele auxilia no compartilhamento de informações e permite que os modelos sejam utilizados em outros softwares para análises de desempenho (energético, estrutural etc.), colaborando, assim, com as tomadas de decisão; na fase de construção, é possível, com ele, acessar dados de serviços, materiais e especificações que proporcionam uma execução mais rápida e eficiente; já na fase operacional, ele fornece acesso aos dados BIM criados durante o projeto de forma consistente, evitando a duplicidade de informações.

2.2. Importância

O openBIM é um meio essencial na disseminação do uso do BIM, pois atua na interoperabilidade, na divulgação e no estabelecimento de padrões abertos e neutros, bem como nas trocas de informações. Além disso, o openBIM flexibiliza a escolha do software mais adequado para cada especialização profissional e permite o arquivamento a longo prazo, impactando tanto os desenvolvedores do projeto quanto construtores e/ou usuários dos ativos.

Para os profissionais da AECO, o openBIM aprimora o fluxo de trabalho (e as entregas de projetos), melhora o gerenciamento de ativos e torna as especificações de objetos BIM mais precisas. Isso ocorre na medida em que o openBIM cria uma linguagem comum, além de aderir a padrões internacionais e processos de trabalho comumente definidos como o padrão IFC, por exemplo.

Para seus usuários, a importância está no acesso dos arquivos a longo prazo – isso permite melhor gerenciamento de problemas e manutenção mais eficiente.

Os princípios do openBIM reconhecem que:

1. A interoperabilidade é a chave para a transformação digital na indústria de ativos construídos;
2. Padrões abertos e neutros devem ser desenvolvidos para facilitar a interoperabilidade;
3. Trocas de dados confiáveis dependem de benchmarks de qualidade independentes;
4. Os fluxos de trabalho de colaboração não devem ser limitados por processos proprietários ou formatos de dados;
5. A flexibilidade de escolha da tecnologia cria mais valor para todas as partes interessadas; e
6. A sustentabilidade é protegida por padrões de dados interoperáveis de longo prazo.

Os benefícios do openBIM para a indústria de ativos construídos são:

- ✓ Aprimorar a colaboração para entrega de projetos;
- ✓ Permitir melhor gerenciamento de ativos;
- ✓ Fornece acesso aos dados BIM criados durante o projeto para todo o ciclo de vida do ativo construído;
- ✓ Estender a amplitude e a profundidade dos produtos BIM, criando alinhamento e linguagem comuns, aderindo a padrões internacionais e processos de trabalho comumente definidos;
- ✓ Facilitar a adoção de um ambiente comum de dados (CDE), oferecendo oportunidades para os usuários desenvolverem novos fluxos de trabalho, aplicativos de software e automação de tecnologia;
- ✓ Permitir um gêmeo digital acessível que forneça a base central para uma estratégia de dados de longo prazo para ativos construídos.

3. INTEROPERABILIDADE

3.1. Conceito

De acordo com MacGraw-Hill (2007), o conceito de interoperabilidade pode ser compreendido em um âmbito tecnológico e cultural. No âmbito tecnológico, a interoperabilidade diz respeito à capacidade de gerenciar e trocar dados digitalmente. Quanto ao contexto cultural, trata-se da habilidade de implementar e gerenciar relacionamentos colaborativos entre membros interdisciplinares, a fim de promover a execução de um projeto. Na indústria da AECO, principalmente com a utilização de plataformas BIM, ambas as linhas de compreensão são empregadas, pois entende-se a interoperabilidade como um fator de integração crucial para o desenvolvimento eficiente de um ativo.

Nesse sentido, o principal objetivo da interoperabilidade é agregar e otimizar os processos de projeto, construção e operação de ativos. Entre os benefícios promovidos por esse conceito no mercado da AECO, destacam-se:

- a) o aprimoramento da coordenação e colaboração da equipe multidisciplinar na construção da modelagem de informação;
- b) a facilidade no processo de compartilhamento e trocas de dados sem perdas;
- c) o aperfeiçoamento da gestão eficiente do projeto por meio de dados completos e precisos, culminando em um melhor planejamento e controle;
- d) a redução da duração do projeto, eliminando erros e retrabalhos durante as fases de projeto e construção;
- e) a redução no custo geral do projeto; e
- f) o aumento da produtividade e a redução do tempo de execução; entre outros (MacGraw-Hill, 2007).

Contudo, para que esses benefícios sejam efetivos, é necessária a aplicação de padrões abertos de trocas de informações – como o IFC –, além da disseminação desse conceito nas empresas, entre os profissionais e os usuários.

3.2. Aplicação

Para que a interoperabilidade seja efetivada, os softwares em BIM devem suportar as trocas de dados, sem perdas ou incompatibilidades. Por isso, existe a necessidade da utilização de um padrão de exportação e importação aberto e neutro, que corresponde ao IFC. Reforçando: o IFC fornece linguagens comuns para aprimorar o compartilhamento de dados entre vários aplicativos, o que diminui os riscos de incompatibilidade. Vale também recordar que o padrão IFC é sustentado por uma normativa internacional ISO e pela organização BuildingSMART, que garantem diretrizes de utilização, informações de fluxo de trabalho, a determinação do momento e do formato em que essas informações devem ser trocadas, além da certificação para softwares (o que permite que os usuários saibam quais padrões podem importar e exportar com determinado aplicativo).

Uma das principais características do BIM está na comunicação entre as diferentes áreas do conhecimento através do compartilhamento de informações. Assim, o fluxo de trabalho em todo o ciclo de vida do ativo, desde o projeto até a demolição, é impactado pelos conceitos de interoperabilidade, openBIM, IFC, IFD, MVD, IDM e BCF. Na fase inicial, a transferência de arquivos precisos permite melhores tomadas de decisão. Quando se trata do planejamento de obras, a compatibilização de projetos em relação às normas e padrões de qualidade também é facilitada com essas ferramentas. Isso ocorre porque, atualmente, grande parte dos softwares já trabalham com a extensão IFC, além

de o arquivamento a longo prazo sem perda de dados promover uma melhor estratégia de manutenção preventiva.

Por fim, destaca-se que, quando se trata de interoperabilidade e troca de dados através do esquema IFC, o modelo nativo não pode ser alterado em um software que não seja o original. A explicação é que o IFC funciona como um modelo-referência em outros aplicativos, garantindo a segurança da informação, do profissional que a produziu e do funcionamento eficiente do fluxo de trabalho.

AULA 15

**Cases de sucesso
em BIM – no Brasil
e no mundo**

Aula 15: Cases de sucesso em BIM – no Brasil e no mundo

1. CASES DE SUCESSO EM BIM NO BRASIL

1.1. Projetos

Instituto de Cardiologia de Santa Catarina – ICSC

Região: Sul.

Cidade: São José.

Data do projeto: 2015 (Licitação).

Escritório(s): ATO 9 Arquitetura.

Cliente: Governo do Estado de Santa Catarina.

Área: 38.664,56 m².

Figura 48 - ICSC



Fonte: ATO9.

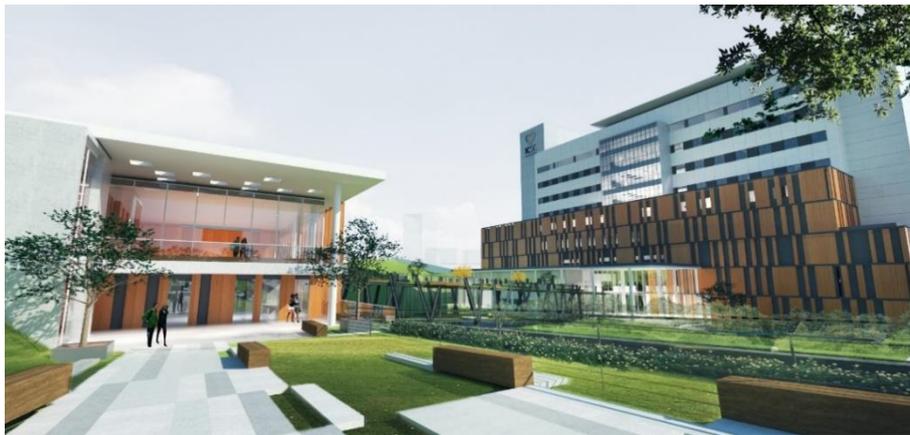
Solicitado pelo Governo do Estado de Santa Catarina, o projeto do novo edifício do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina (ICSC) será situado ao lado – porém de forma independente – do antigo Hospital Regional Homero de Miranda Gomes, construído em 1963. O governo esperava, com a licitação do projeto, uma obra de alta qualidade, grande produtividade e baixo custo; isso foi possível através de soluções eficientes e tecnológicas pela utilização obrigatória do BIM nos projetos enviados. A Gerência de Obras e Manutenção de Santa

Catarina da Secretaria de Estado da Saúde (GEOMA/SES) recebeu o Prêmio BIM da Administração Pública 2018 por esse processo de licitação, que foi o primeiro realizado pelo Governo do Estado.

O escritório ATO 9 Arquitetura ganhou a licitação do projeto e trabalhou as disciplinas de Engenharia e Arquitetura de maneira integrada ao fazer a compatibilização do hospital. O modelo possibilitou a análise de conflitos (*clashes*), o gerenciamento de informações, a extração de materiais utilizados e gerou quantitativos. A partir disso, todos os dados do projeto ficaram organizados em um só arquivo, no qual todos os participantes da equipe poderiam acessar informações a qualquer momento, de maneira fácil e rápida.

Usar o BIM em projetos públicos traz inúmeros benefícios, como o aumento da transparência nas obras (ao mostrar o planejamento do ciclo de vida da edificação), a redução dos custos da construção Civil no País e o aumento da segurança e da sustentabilidade nas construções.

Figura 49 - ICSC



Fonte: ATO9.

Infinity Tower

Região: Sudeste.

Cidade: São Paulo.

Data do projeto: 2012.

Escritório(s): KPF e Aflalo & Gasperini.

Cliente: GTIS Partners e Yuny Incorporadora.

Área: 73.700 m².

Figura 50 - Infinity Tower



Fonte: AFLALO & GASPERINI.

De uma parceria entre o escritório brasileiro Aflalo & Gasperini e o estadunidense KPF Associates, surgiu o projeto de um edifício considerado um ícone arquitetônico sul-americano. Com inspiração náutica, a torre de 118 metros possui estrutura de aço e concreto, enquanto as fachadas curvas e inclinadas são de vidro, oferecendo um visível destaque ao volume.

Desde o início, o objetivo do diretor da KPF foi, desde o início, adotar um processo rígido durante as etapas de criação e de execução da obra. A escolha do BIM, plataforma adotada pelo escritório Aflalo & Gasperini em todos os seus projetos desde 2009, foi vital para que a viabilização da proposta ocorresse como o esperado, com dados e etapas do projeto acessíveis e organizados. O modelo permitiu análises de eficiência energética e melhor gestão do edifício, rendendo o certificado LEED Gold ao projeto.

Figura 51 - Renderização Interior Infinity Tower



Fonte: DTM STUDIO.

BS Design Corporate

Região: Nordeste.

Cidade: Fortaleza.

Data do projeto: 2014.

Escritório(s): Daniel Arruda Arquitetura, Aval Engenharia e BSPAR Incorporações.

Cliente: BSPAR Incorporações.

Área: 10.000 m².

Figura 52 - BS Design



Fonte: GALERIA BS DESIGN.

A inteligência e o alto padrão arquitetônico do projeto renderam ao edifício a classificação A+, concedida pela Cushman e a pré-certificação LEED. A torre comercial foi projetada utilizando BIM. A modelagem, a compatibilização do projeto e os quantitativos gerados por ele potencializaram a organização do planejamento do edifício, minimizando gastos e riscos futuros.

1.2. Obras

Infinity Tower

Região: Sudeste.

Cidade: São Paulo.

Data do projeto: 2012.

Escritório(s): KPF e Aflalo & Gasperini.

Cliente: GTIS Partners e Yuny Incorporadora.

Área: 73.700 m².

Figura 53 - Infinity Tower



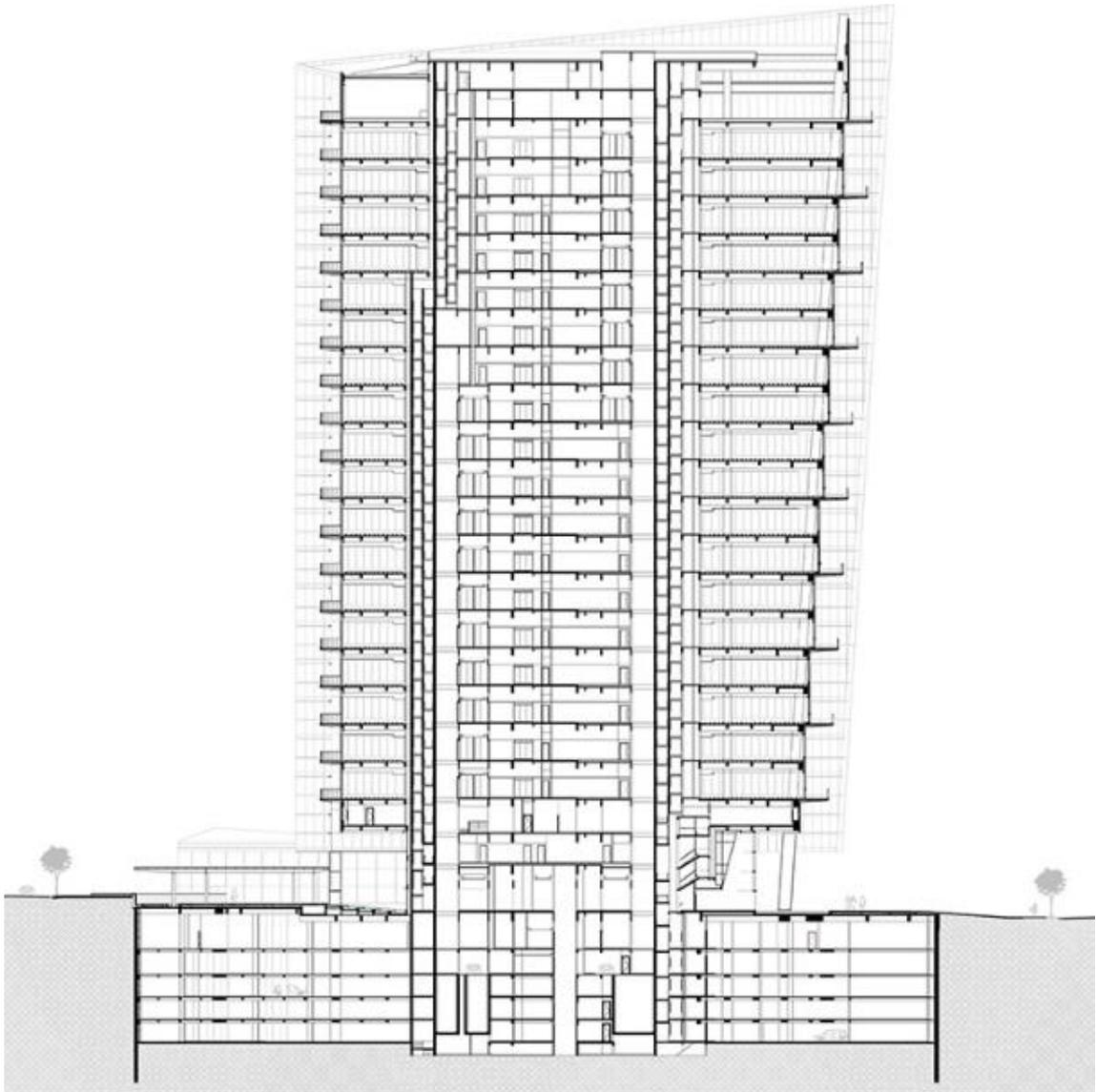
Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Em uma torre de mais de cem metros de altura, com elementos tão significativos e complexos, a qualidade na execução da obra foi uma preocupação desde o início de seu planejamento, já que, segundo Lloyd Sigal, diretor de gerenciamento da KPF:

“Uma coisa é projetar um grande edifício. Outra coisa é construí-lo”.

O modelo do projeto precisou estar inteiramente resolvido e com todas as informações necessárias para que o processo de construção ocorresse de maneira mais fácil possível, com um bom controle de qualidade para minimizar problemas na execução.

Figura 54 - Corte Infinity Tower



Fonte: DTM STUDIO.

BS Design Corporate

Região: Nordeste.

Cidade: Fortaleza.

Data do projeto: 2014.

Escritório(s): Daniel Arruda Arquitetura, Aval Engenharia e BSPAR Incorporações.

Cliente: BSPAR Incorporações.

Área: 10.000 m².

Figura 55 - Renderização BS Design



Fonte: INBEC.

A modelagem em BIM do edifício, feita na etapa de projeto, possibilitou a diminuição de riscos de desvio de prazo, a redução do custo e a manutenção da qualidade da obra, bem com o monitoramento da produção e a garantia de cumprimento do cronograma.

Figura 56 - Renderização Paisagismo BS Design



Fonte: INBEC.

2. CASES DE SUCESSO EM BIM NA AMÉRICA DO SUL

2.1. Projetos

Casa Piedra Blanca

País: Chile.

Data do projeto: 2018.

Escritório(s): Pablo Lobos Pedrals e Angelo Petrucelli.

Cliente: Casal chileno.

Área do Projeto: 110 m².

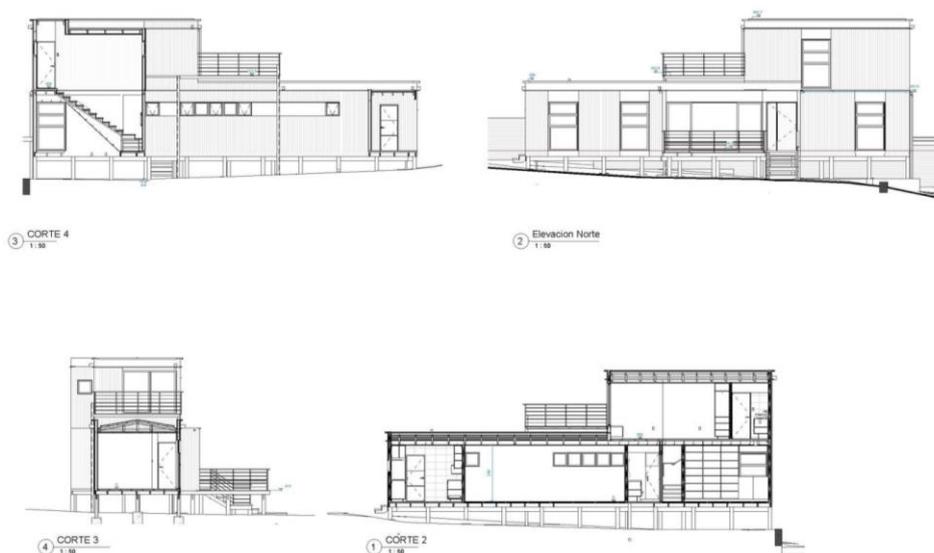
Figura 57 - Casa Piedra Blanca



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

O projeto está localizado na cidade de Santiago, tem pouco mais de 100 m² e foi elaborado a pedido de um casal de idosos. Os clientes queriam uma casa com baixo consumo de energia e com abastecimento de sistemas autônomos; essa é a prova de que a plataforma BIM não é benéfica apenas quando usada para grandes arranha-céus complexos.

Figura 58 - Cortes Casa Piedra Blanca



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

A casa possui uma área composta por sala de estar – unida à sala de jantar –, uma cozinha, um estúdio (que se transforma em quarto de hóspedes), uma suíte e uma varanda. O imóvel foi inteiramente projetado a partir do sistema BIM, utilizado para que, durante todas as etapas do projeto, fossem mais evidentes a magnitude e a veracidade da construção, deixando o projeto livre de incertezas.

2.2. Obras

Casa Piedra Blanca

País: Chile.

Data do projeto: 2018.

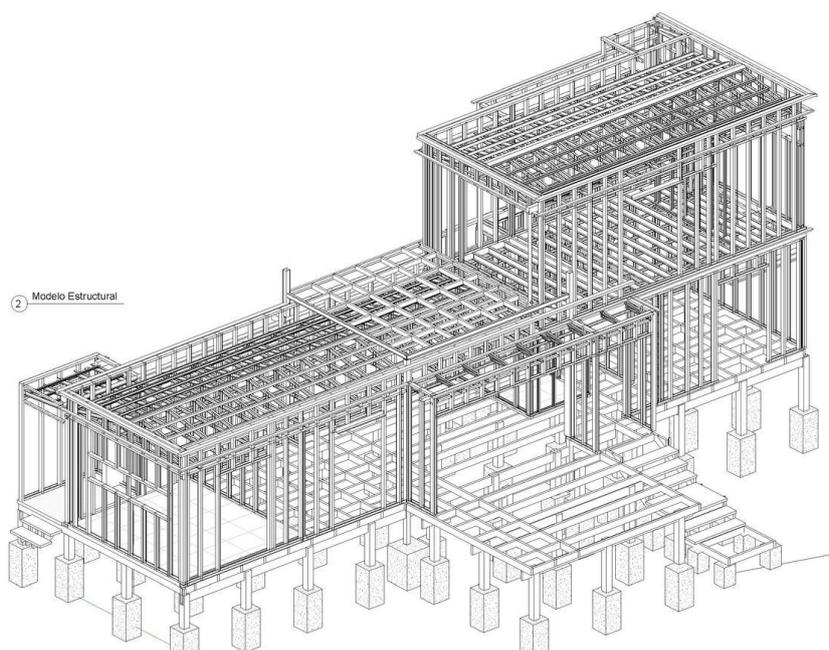
Escritório(s): Pablo Lobos Pedrals e Angelo Petrucelli.

Cliente: Casal chileno.

Área do Projeto: 110 m².

Durante a criação do projeto, que possui estrutura metálica, a representação dos processos construtivos foi feita de forma severa, para evitar que imprevistos ocorressem na etapa da obra – além de adequar à obra ao orçamento disponível, utilizando quantitativos de materiais. Durante sua construção, também foram produzidos relatórios de cada elemento comprado e tabelas de resumos gráficos do processo, revelando os aspectos econômicos envolvidos na operação. Para isso, foram utilizados todos os dados e informações contidos na plataforma BIM.

Figura 59 - Modelo Estrutural Casa Piedra Blanca



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

3. CASES DE SUCESSO EM BIM NA AMÉRICA DO NORTE

3.1. Projetos

Edith Green Wendell Wyatt Federal Building Modernization

País: Estados Unidos da América.

Data do projeto: 2013.

Escritório: SERA Architects.

Cliente: Administração de Serviços Gerais dos EUA (GSA).

Área do Projeto: 48.000 m².

Figura 60 - EGWWFB



Fonte: SERA DESIGN.

Originalmente construído em 1974, o edifício governamental de dezoito andares localizado em Portland foi reformado porque precisava de sistemas de construção melhorados. Era necessário transformá-lo em um edifício com eficiência energética.

Aqui, o objetivo foi utilizar o BIM na dimensão de tempo/cronograma (4D). O escritório responsável (SERA) trabalhou criando o modelo do projeto e seus diferentes resultados para todas as disciplinas (arquitetura, estrutural e MEP). Assim, foi possível coordenar o projeto, detectar interferências (*clashes*) e análises de construção, além de definir precisamente o cronograma.

Torre BBVA Bancomer

País: México.

Data do projeto: 2016.

Escritórios: LEGORRETA + LEGORRETA, Rogers Stirk Harbour + Partners e ARUP.

Cliente: Grupo Financeiro BBVA Bancomer.

Área do Projeto: 188.777 m².

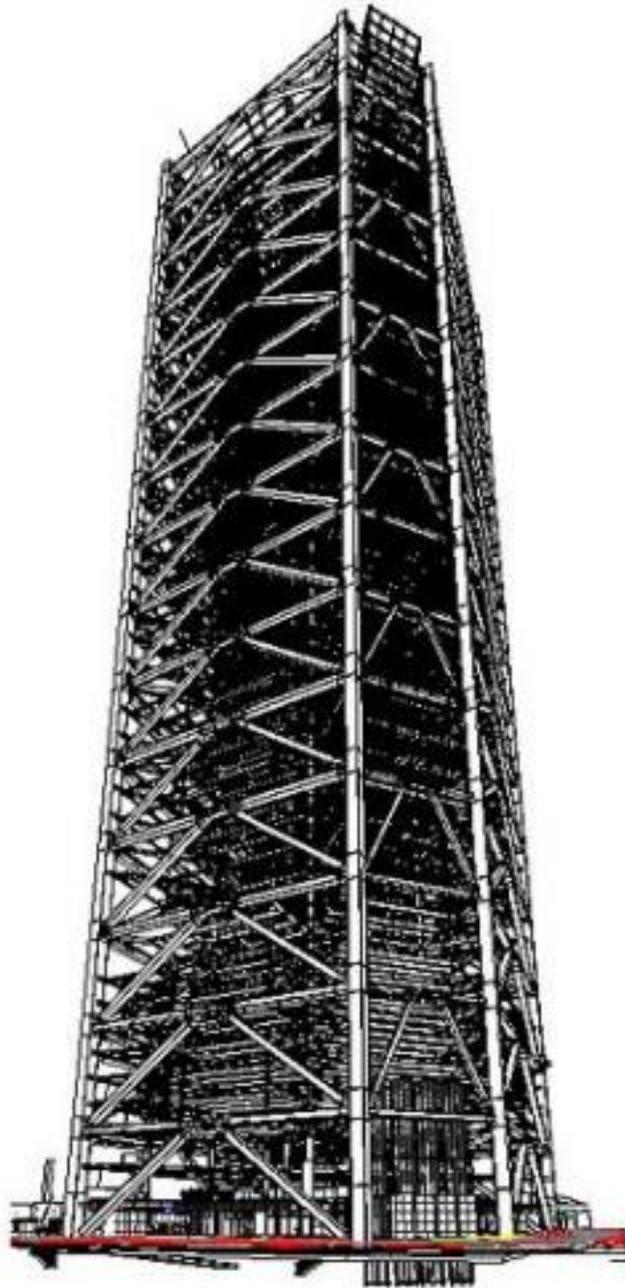
Figura 61 - Torre BBVA Bancomer



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

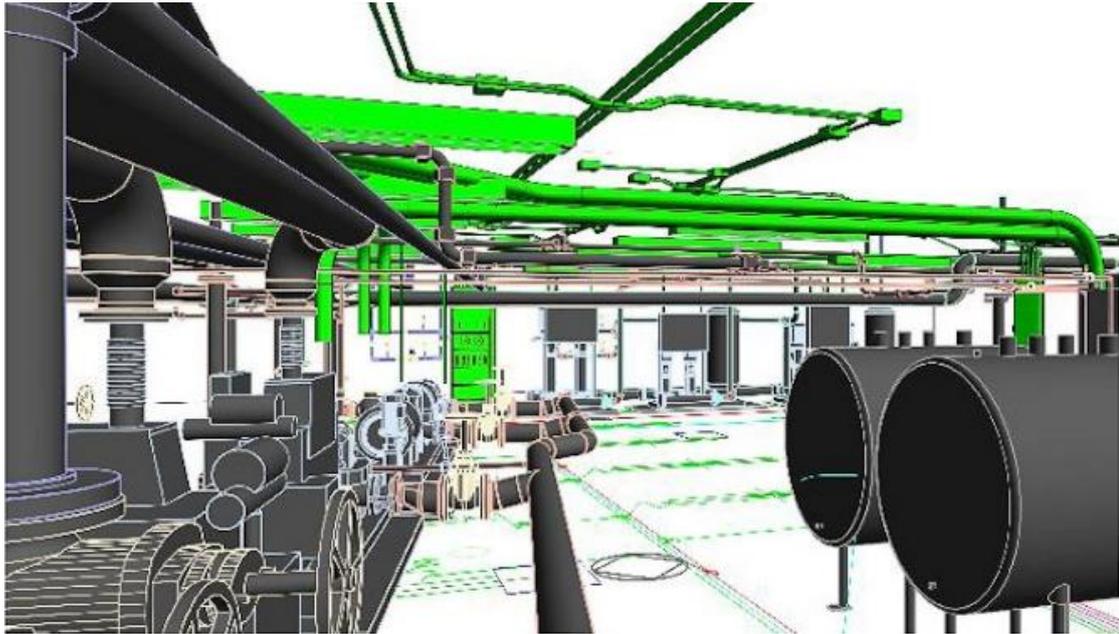
De uma colaboração entre os escritórios de arquitetura LEGORRETA + LEGORRETA e Rogers Stirk Harbour + Partners, nasceu a ideia de um edifício na Cidade do México com uma arquitetura que influenciasse a interação entre os usuários, com um ambiente saudável e eficiente. O desenho, em cuja elaboração há muitos projetistas envolvidos, começou em 2009 e foi terminado em 2016. O edifício possui um “esqueleto” estrutural que o protege do vento e de cargas sísmicas. A construção também foi premiada com o padrão de energia LEED Gold.

Figura 62 - Modelo Estrutural Torre BBVA Bancomer



Fonte: ESBIM.

Figura 63 - Modelagem Torre BBVA Bancomer



Fonte: ESBIM.

O uso do BIM nesse projeto visou principalmente coordenar e resolver as interferências (*clashes*) entre as instalações de MEP antes que a construção começasse. Em primeiro lugar, foi analisada a ideia geral das instalações criadas para identificar por onde elas passavam em relação à parte estrutural e arquitetônica do projeto. Depois, o modelo foi utilizado para a coordenação entre as três disciplinas, detectando as interferências e solucionando os problemas.

3.2. Obras

Edith Green Wendell Wyatt Federal Building Modernization

País: Estados Unidos da América.

Data do projeto: 2013.

Escritório: SERA Architects.

Cliente: Administração de Serviços Gerais dos EUA (GSA).

Área do Projeto: 48.000 m².

O BIM foi muito eficaz para facilitar a coordenação entre as disciplinas, para confirmar quem iria construí-lo e quando isso seria feito. Apesar da dificuldade inicial em entender o sistema, a troca de informações entre os projetistas e construtores sobre os processos da obra também ficou mais fácil graças ao BIM.

Figura 64 - Reforma EGWWFB



Fonte: SERA DESIGN.

Bergeron Centre for Engineering Excellence

País: Canadá.

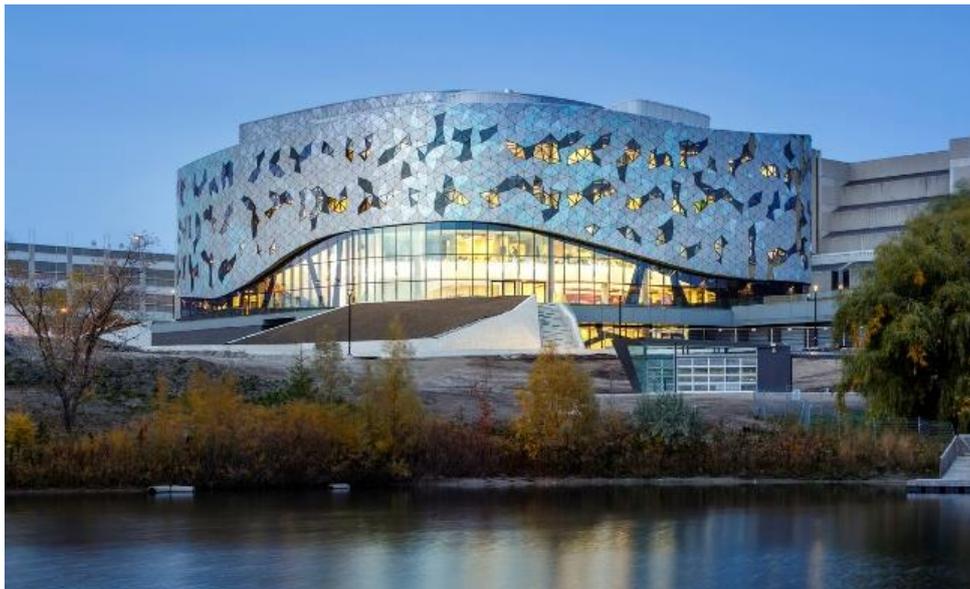
Data do projeto: 2015.

Escritórios: ZAS Architects e ARUP.

Cliente: Universidade de York.

Área do Projeto: 16.215 m².

Figura 65 - Bergeron Centre For Engineering Excellence

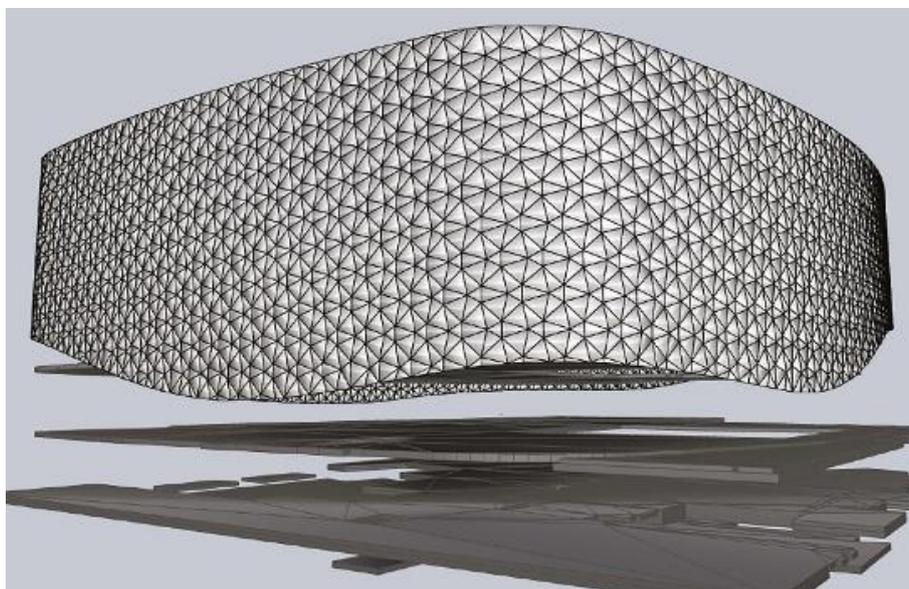


Fonte: ARCHDAILY.

A parte arquitetônica do projeto foi criada pelo escritório de Arquitetura ZAS Architects, enquanto a ARUP ficou encarregada de fornecer os serviços estruturais, mecânicos, elétricos e de Engenharia Civil. O projeto foi desenvolvido inteiramente com o BIM.

O uso do BIM possibilitou aos empreiteiros a análise do modelo das instalações de serviços subterrâneos – assim, os profissionais puderam utilizar os dados para criar o material pré-fabricado fora do local da obra. Isso também ocorreu com os serviços de tubulações, dutos e conduítes instalados acima do solo, com a possibilidade de fabricá-los e montá-los fora do local da obra para, posteriormente, serem entregues aos empreiteiros. Esse processo reduziu o período de instalações de duas semanas para três dias.

Figura 66 - Modelagem Bergeron Centre For Engineering Excellence



Fonte: ARCHDAILY.

Figura 67 - Renderização Bergeron Centre For Engineering Excellence



Fonte: ARCHDAILY.

4. CASES DE SUCESSO EM BIM NA EUROPA

4.1. Projetos

A100/A115 Junção da autoestrada Berlin Funkturm

País: Alemanha.

Data do Projeto: 2012.

Escritório: ARUP.

Cliente: Unidade Alemã de Planejamento e Construção de Rodovias (DEGES).

Com um volume de 200.000 veículos por dia, a autoestrada criada nos anos 1960 e localizada na Torre de Rádio de Berlim (Berlin Funkturm) é uma das bifurcações mais movimentadas da Alemanha e não foi projetada para aguentar tal fluxo. A empresa ARUP ficou responsável por sua reforma, para otimizar o movimento de carros sem afetar o tráfego existente.

Uma equipe composta por consultores de infraestrutura de transporte, planejadores de transporte, designers e especialistas de tráfego ficou responsável por usar o BIM para aprimorar a gestão do fluxo de automóveis na área, aumentando a segurança e diminuindo a poluição sonora e do ar (além de amenizar o impacto ambiental). Pela complexidade do projeto e da construção, o BIM foi escolhido para aumentar a confiabilidade do projeto durante o seu planejamento e execução, minimizando atrasos e custos e, conseqüentemente, aumentando sua qualidade.

Figura 68 - Modelagem Autoestrada A100/A115



Fonte: ARUP.

Além de o modelo 3D permitir que toda a equipe tivesse acesso às informações detalhadas de projeto atualizadas, ele foi essencial para a análise do tráfego e para a logística da construção. A edificação ainda não foi iniciada, porém os projetistas acreditam que o BIM ajudará na avaliação do comportamento real da infraestrutura de tráfego e na análise de diferentes cenários de tal infraestrutura, gerando dados ao longo do ciclo de vida da autoestrada.

Meilahti Tower Hospital

País: Finlândia.

Data do Projeto: 2014.

Escritório: Granlund.

Cliente: HUS-Kiinteistöt Oy (Instituição Pública).

Área do Projeto: 115.000 m².

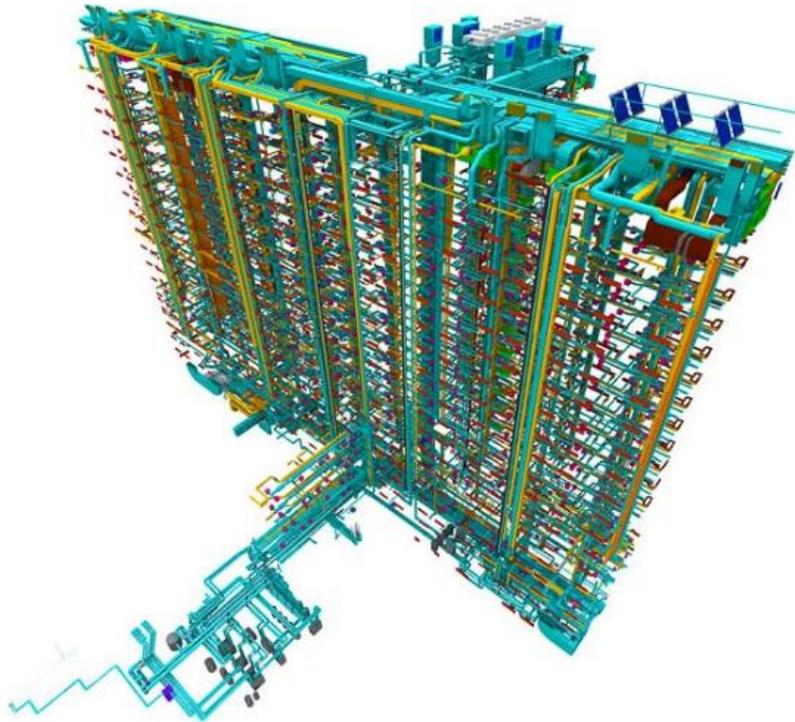
Figura 69 - Meilahti Tower Hospital



Fonte: FINNISH ARCHITECTURE NAVIGATOR.

Realizado pela Granlund, o projeto correspondeu a uma reforma no Hospital do distrito de Helsinki e Uusimaa (HUS) na Finlândia, aprovada no ano de 2014. O edifício do hospital foi construído em 1965 e apresentava inúmeros problemas ambientais e de energia; logo, o objetivo principal da reforma foi transformar o local em um prédio de alta eficiência energética. Utilizando o BIM, a empresa foi responsável por projetar os serviços de engenharia – aquecimento, ventilação, ar condicionado (HVAC), sistema elétrico, saúde, automação e sistemas de controle – e de consultoria sobre eficiência energética.

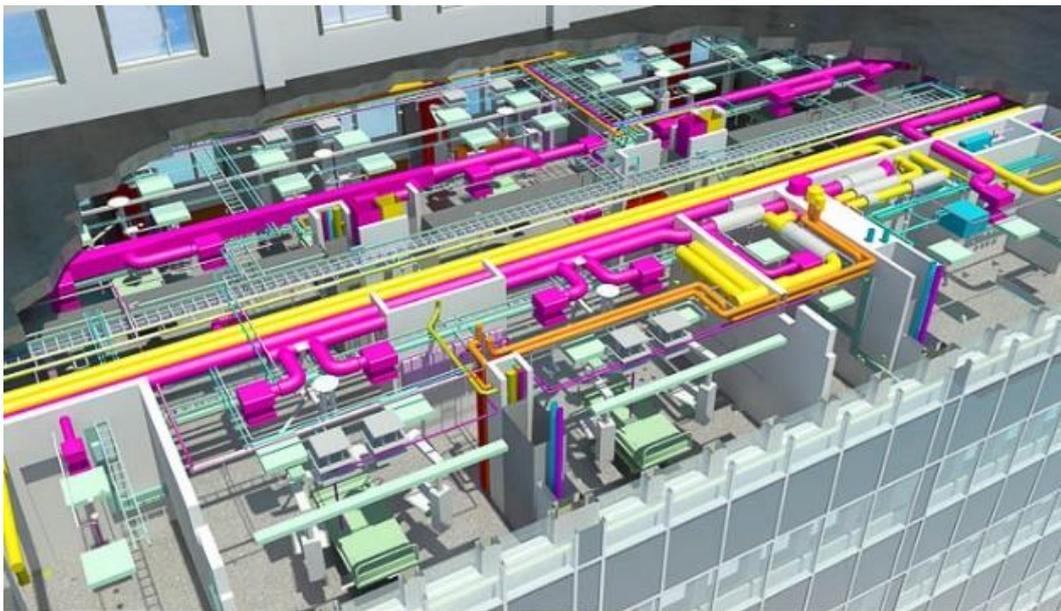
Figura 70 - Modelagem MTH



Fonte: ESBIM.

A plataforma BIM foi indispensável no projeto em vários pontos. Com todos os projetistas utilizando-a, a organização e a comunicação entre estes ficou mais prática e houve uma melhora em ambos os quesitos quando comparados a projetos desenvolvidos sem a plataforma. Também foi possível prever e ajustar as interferências dos diferentes sistemas de Engenharia antes mesmo do início da obra, reduzindo, assim, os custos e o tempo do processo.

Figura 71 - Modelagem Tubulações MTH



Fonte: ESBIM.

Figura 72 - Render Interior MTH



Fonte: ESBIM.

Por último, mas não menos importante, foram feitas diversas simulações de eficiência energética utilizando o programa RIUSKA. Para identificar possíveis economias, foram feitos cálculos de comportamento térmico do edifício em várias condições climáticas, análises da eficiência de diferentes materiais que seriam escolhidos para as fachadas do hospital e avaliações de sistemas de calor e de reciclagem de energia. Além disso, também foram executados, através de modelos BIM, os cálculos do ciclo de vida dos materiais e sistemas, bem como as simulações da qualidade de ar consequente de todas essas mudanças.

O hospital esperava redução em 25% do consumo de energia de aquecimento e de 5% da energia elétrica, graças às mudanças do projeto coordenadas pelo BIM.

4.2. Obras

Escritório Regional e Internacional da Statoil

País: Noruega.

Data do Projeto: 2012.

Escritórios: a-lab, Skanska e PEAB.

Cliente: Statoil ASA.

Área do Projeto: 117.000 m².

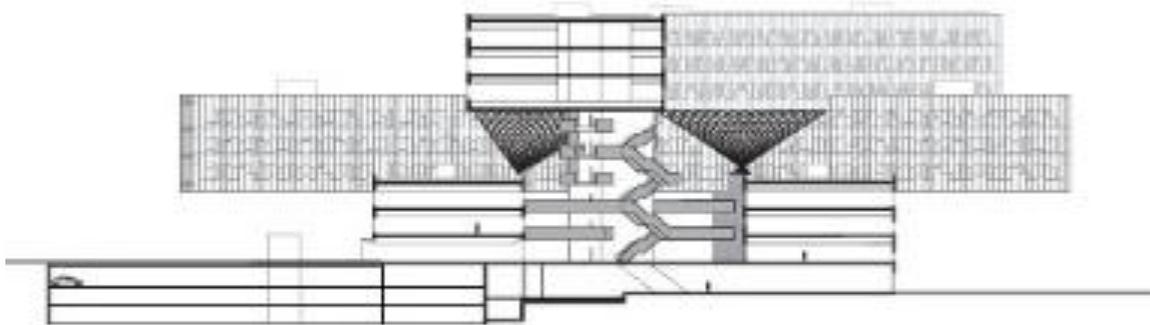
Figura 73 - Escritório Statoil



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Criado pelo escritório de arquitetura a-lab em parceria com as construtoras Skanska e PEAB, o projeto em Fornebu (Oslo), feito para um grande produtor de energia da Noruega, tinha como conceito minimizar o impacto ambiental do edifício ao possuir uma estrutura de cinco volumes empilhados uns sobre os outros.

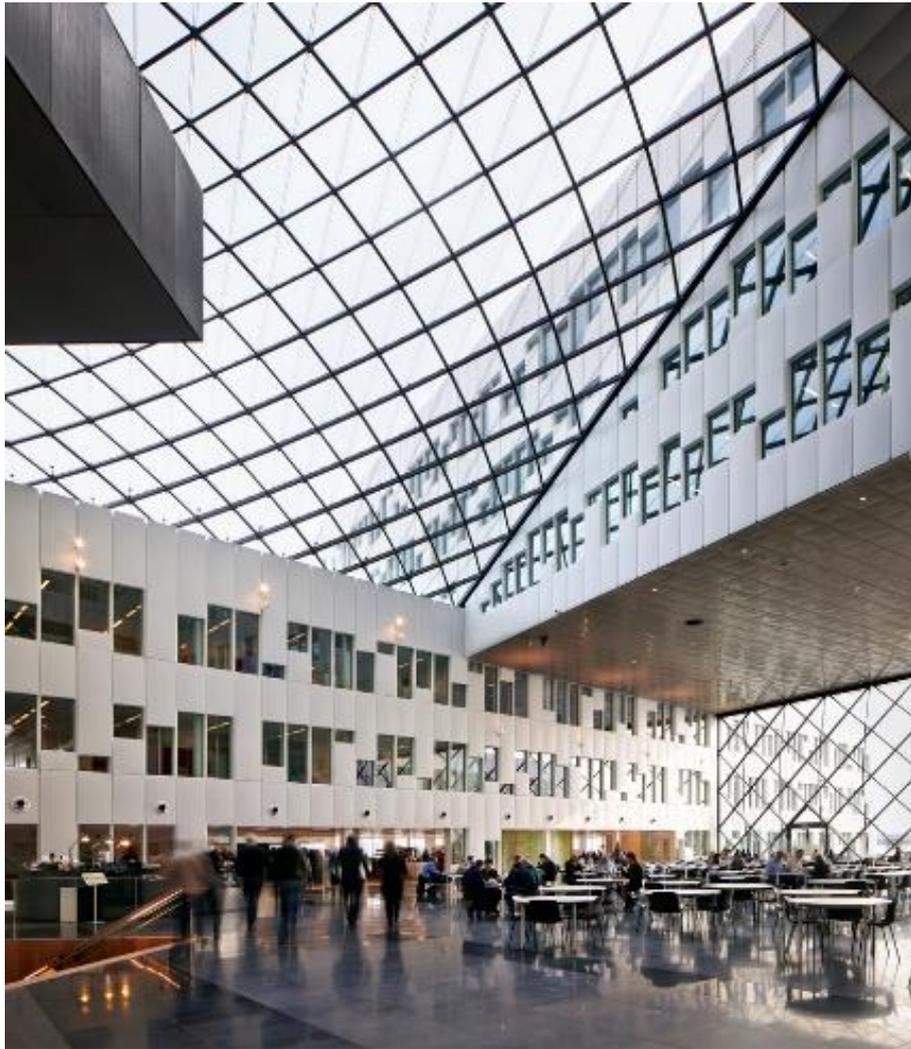
Figura 74 - Corte Escritório Statoil



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Com uma superestrutura de aço com balanços de até trinta metros, como mostra a Figura 27, o uso de modelo BIM foi a melhor maneira que os projetistas encontraram para organizar tanto o projeto quanto o diálogo entre a equipe de arquitetos, o cliente, as empresas de construção e os subcontratados. Após um planejamento completo e uma modelagem avançada, o BIM foi essencial para que a obra conseguisse seguir o cronograma esperado e com o menor custo de execução possível.

Figura 75 - Interior do Escritório Statoil



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Galeria Polnocna Shopping

País: Polônia.

Data do Projeto: 2017.

Escritórios: ARUP e APA Wojciechowski Architects.

Cliente: GTC (Globe Trade Centre).

Área do Projeto: 200.000 m².

Figura 76 - Galeria Polnocna Shopping



Fonte: APA.

Localizado em Varsóvia, o shopping de cinco andares com certificado LEED Gold, criado pelos escritórios de arquitetura APA Wojciechowski e de engenharia ARUP, foi feito inteiramente usando a plataforma BIM. A empresa ARUP forneceu os projetos geotécnico, elétrico e de saúde pública, focando na eficiência energética e em otimizar o custo da construção para cumprir os requisitos financeiros do cliente.

O lençol freático situado abaixo do local da obra possuía níveis altos de umidade. Por isso, todos os dados e detalhes inclusos no modelo precisaram de muita organização e atenção por parte dos profissionais envolvidos, para evitar o uso de alternativas emergenciais mais caras. Ao mesmo tempo em que era necessário proteger o edifício da água, o projeto também deveria ser concluído dentro do cronograma.

Figura 77 - - Implantação Galeria Polnocna



Fonte: APA.

5. CASES DE SUCESSO EM BIM NA ÁFRICA

5.1. Projetos

Nampal Paper Mill

País: África do Sul.

Data do Projeto: 2011.

Escritório: ARUP.

Cliente: Nampak Corrugated.

Figura 78 - Fábrica de Papel



Fonte: ARUP.

Coordenadora do projeto de criação da fábrica de papel, a ARUP ficou encarregada da equipe de Engenharia (infraestrutura, estrutura, arquitetura, ventilação, projeto de incêndio e disciplinas mecânica e elétrica) e do projeto civil e estrutural.

A modelagem 3D foi usada para criar a estrutura e administrar as diferentes disciplinas do projeto.

Torre PWC

País: África do Sul.

Data do Projeto: 2018.

Escritórios: LYT Architecture e ARUP.

Cliente: ATTACQ.

Projetado pela LYT Architecture e realizado pela ARUP, o edifício de vinte e oito andares possui certificado LEED Silver e fica na cidade de Johannesburgo. A construção apresenta um formato “torcido”, o que dificultou os cálculos do projeto. Para solucionar esse problema, a estrutura foi parametrizada com o uso do BIM.

Figura 79 - Torre PWC



Fonte: ARUP.

Figura 80 - Fachada Torre PWC



Fonte: ARUP.

Com a modelagem, foi possível verificar soluções no design do projeto para que o edifício ficasse em equilíbrio, já que cada andar do prédio é torcido 1.2° em relação ao andar abaixo, causando nele uma carga de torção gravitacional. Também por causa dessa curvatura, as fachadas precisaram ser bem analisadas, já que suas interseções são complexas. Então, para criar as soluções necessárias, foram feitas análises de espaçamentos, ângulos e integração de vidros e persianas. O modelo solucionou a estética das fachadas do edifício, encontrando um ajuste agradável dos montantes.

5.2. Obras

Torre PWC

País: África do Sul.

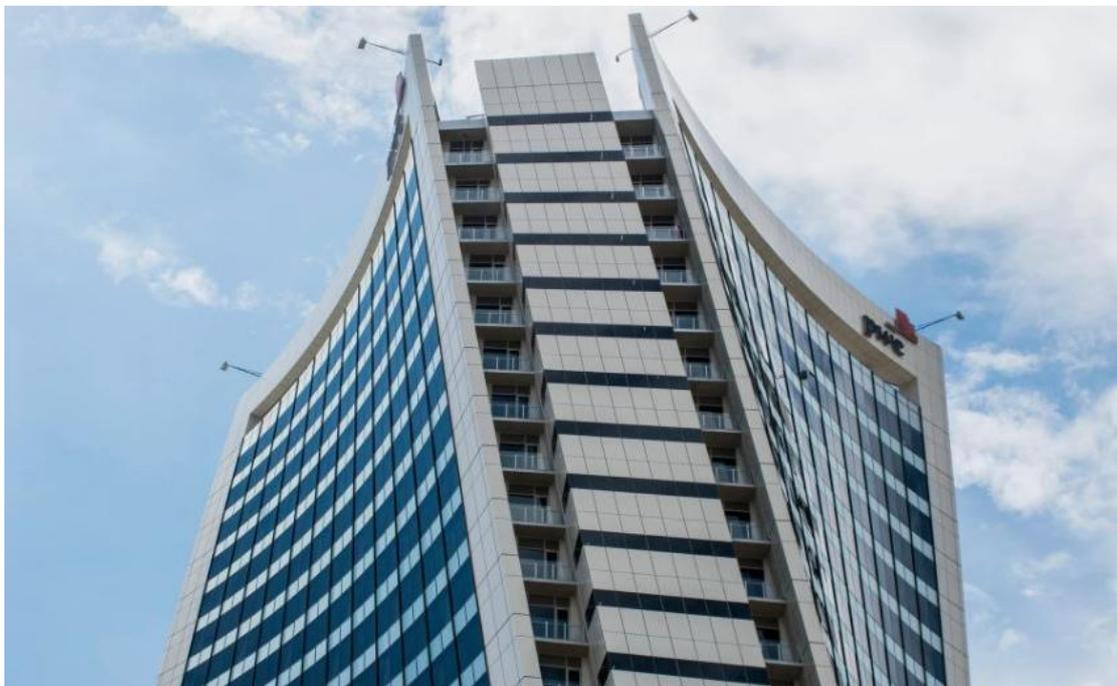
Data do Projeto: 2018.

Escritórios: LYT Architecture e ARUP.

Cliente: ATTACQ.

Pela análise da modelagem e pelo cronograma da obra, os elementos complexos das fachadas foram organizados e sincronizados por todos os integrantes da equipe. Assim, a coordenação da construção pôde se organizar de forma que o custo da obra e seus riscos fossem reduzidos.

Figura 81 - Fachadas Torre PWC



Fonte: ARUP.

6. CASES DE SUCESSO EM BIM NA ÁSIA

6.1. Projetos

Aeroporto Internacional Mactan-Cebu

País: Filipinas.

Data do Projeto: 2016.

Escritório: ARUP.

Cliente: GMR Megawide Cebu Airport Corporation (GMCAC).

Área do Projeto: 65.500m².

Figura 82 - Aeroporto Internacional Mactan-Cebu

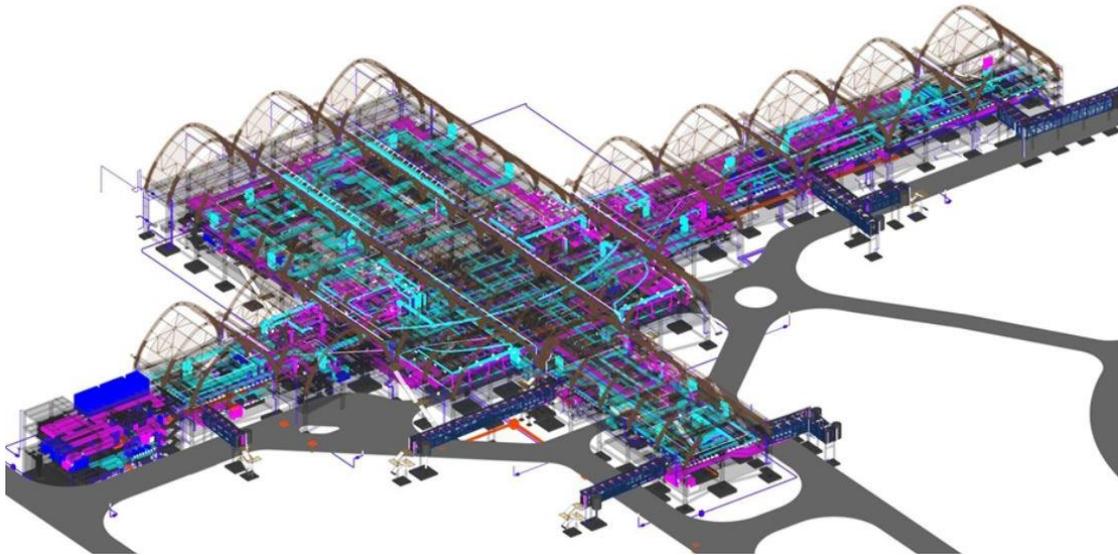


Fonte: ARUP.

O projeto consiste na adição de um novo terminal (Terminal 2) ao segundo maior aeroporto das Filipinas, que já não possuía estrutura suficiente para receber o número de passageiros que vinha suportando. A ARUP ficou encarregada de fornecer serviços multidisciplinares, como os projetos civil, estrutural, elétrico, mecânico, de fachadas, de incêndio e o planejamento de aviação.

O Terminal 2 foi pensado de forma modular, para possíveis expansões futuras e com um telhado de estilo curvilíneo, se assemelhando a ondas. Para oferecer um design bem resolvido – e, conseqüentemente, de fácil construção –, o BIM foi essencial. A modelagem do aeroporto permitiu atender às demandas do cliente e manter os custos mais baixos, cumprindo também o curto prazo de entrega.

Figura 83 - Modelagem Aeroporto Internacional Mactan-Cebu



Fonte: ARUP.

O cronograma foi acelerado graças ao fluxo rápido e inteligente da modelagem paramétrica, já que, durante o processo, foi possível identificar as interferências entre as disciplinas. O modelo 3D também permitiu testes eficientes sobre a topografia da pista de pouso e sobre as alturas dos terminais e das redes viárias.

T-PARK

País: China.

Data do Projeto: 2014/2015.

Escritório: ARUP.

Cliente: Veolia-Leighton-John Holland JV.

Figura 84 - Fachada T-PARK

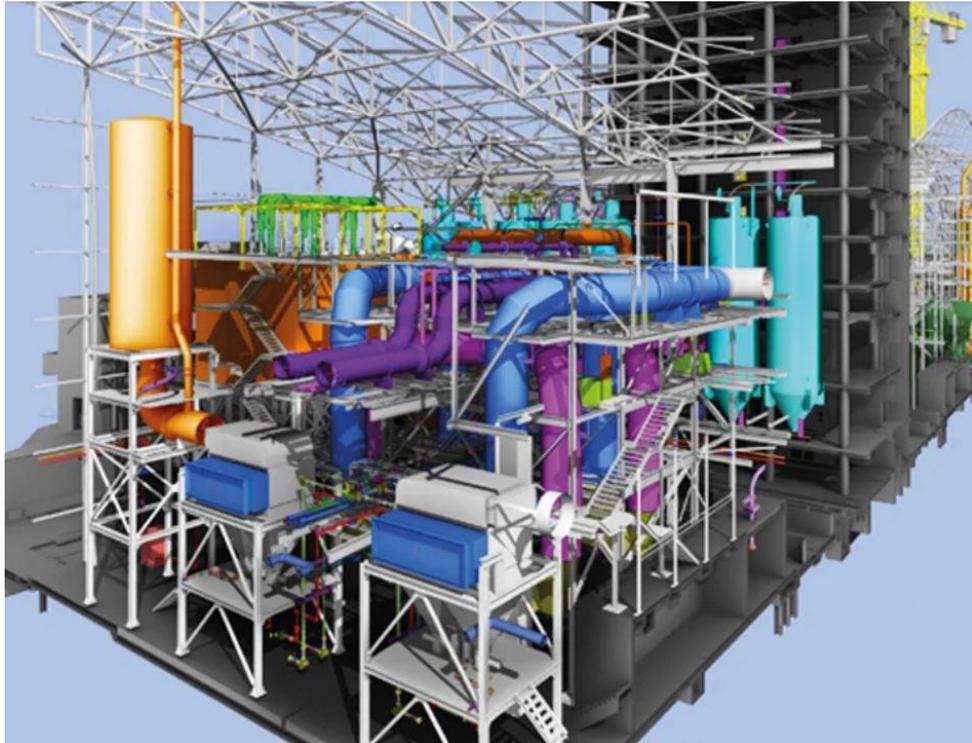


Fonte: ARUP.

A estação de tratamento autossuficiente T-PARK foi projetada para solucionar de forma ecológica os problemas de eliminação do lodo industrial que acaba ocupando os esgotos de Hong Kong. A instalação queima até duas mil toneladas do resíduo por dia por meio de tecnologias de incineração e usa o excesso de energia térmica para gerar eletricidade.

Ao projetar um edifício com equipamentos tão heterogêneos, a modelagem em BIM precisou gerar modelos igualmente complexos. Na etapa de projeto, a plataforma foi usada para coordenação, produção de desenhos, simulação operacional e de manutenção. Outra parte complicada do projeto foi a cobertura curva: a dificuldade em representar os quatrocentos metros de linhas fluidas fez com que os projetistas adotassem módulos.

Figura 85 - Modelagem T-PARK



Fonte: ARUP.

6.2. Obras

T-PARK

País: China.

Data do Projeto: 2014/2015.

Escritório: ARUP.

Cliente: Veolia-Leighton-John Holland JV.

O projeto ganhador do Green Building Awards 2016 (premiação que une tecnologias avançadas a elementos recreativos, educacionais e ecológicos) utilizou a plataforma BIM também na fase de obras. Nessa etapa, a modelagem foi aplicada para facilitar a coordenação nas rotas de entrega dos equipamentos, o encaminhamento da tubulação e o posicionamento da planta durante a construção.

Conforme citado anteriormente, a cobertura curva da obra foi um elemento desafiador. A estrutura modular adotada pelos projetistas melhorou a capacidade de construção da cobertura e garantiu que o programa geral de execução do edifício fosse atendido.

Figura 86 - T-PARK



Fonte: ARUP.

Ponto de Coleta de Lixo Kai Tak Development

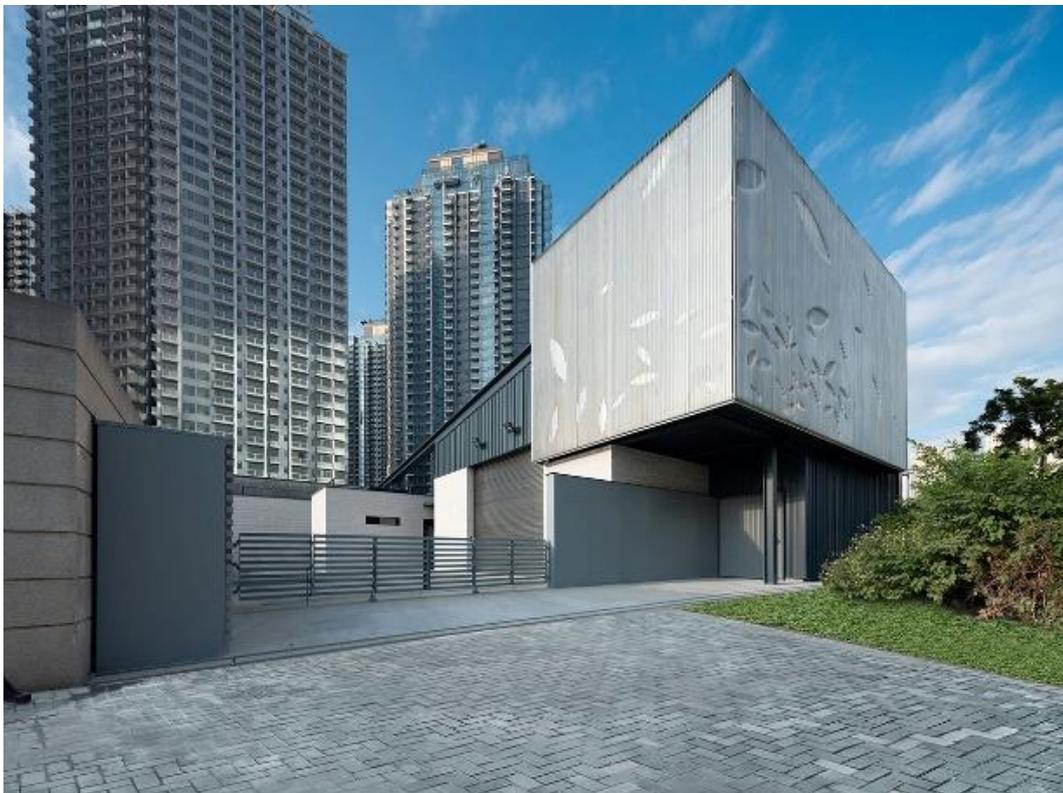
País: China.

Data do Projeto: 2019.

Escritórios: Departamento de Serviços Arquitetônicos (ArchSD).

Cliente: Governo da Região Administrativa Especial de Hong Kong.

Figura 87 - Fachada Frontal Ponto de Coleta de Lixo



Fonte: ARCHSD 2019.

Desde 2006, o governo da Região Administrativa Especial de Hong Kong (*Hong Kong SAR Government*) tem adotado a tecnologia BIM em vários de seus projetos de setores públicos, inclusive para pequenas iniciativas, como o ponto de coleta de lixo do desenvolvimento urbano de Kai Tak.

A sustentabilidade se tornou uma questão muito importante em Hong Kong nos últimos anos; os projetos públicos passaram a priorizar também a eficiência energética. Os dados obtidos pelo BIM foram utilizados no projeto para o gerenciamento e a manutenção do edifício, visando otimizar seu consumo de energia.

Figura 88 - Ponto de Coleta de Lixo



Fonte: ARCHSD 2019.

Figura 89 - Fachada Ponto de Coleta de Lixo



Fonte: ARCHSD 2019.

O BIM também foi utilizado para integrar os elementos pré-fabricados. Assim, o projeto alcançou o detalhamento esperado. Consequentemente, durante a obra, tanto o tempo de construção quanto seus riscos e custos foram minimizados.

7. CASES DE SUCESSO EM BIM NA OCEANIA

7.1. Projetos

Incubadora Universidade Macquarie

País: Austrália.

Data do Projeto: 2017.

Escritório: Architectus.

Cliente: Universidade Macquarie.

Área do Projeto: 953 m².

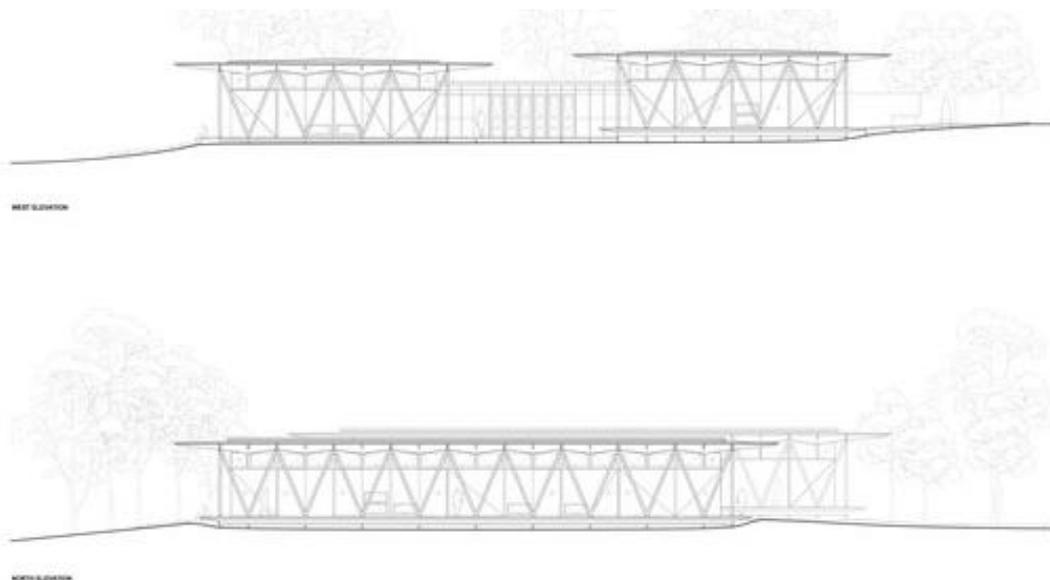
Figura 90 - Incubadora Universidade Macquarie



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Com dois grandes pavilhões, o projeto fica na cidade de Sydney e foi projetado pelos arquitetos do escritório Architectus para ser construído em apenas doze meses. Junto a consultores e empreiteiros, os profissionais escolheram utilizar modelos 3D BIM para atingir um grau alto de resolução, organização e detalhamento do projeto.

Figura 91 - Cortes Incubadora Universidade Macquarie



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Instalação Ocean Grown Abalone

País: Austrália.

Data do Projeto: 2017.

Escritórios: Cameron Chisholm Nicol e ARUP.

Cliente: Ocean Grown Abalone (OGA).

Figura 92 - Instalação Ocean Grown Abalone



Fonte: ARUP.

A ARUP, em colaboração com os arquitetos da Cameron Chisholm Nicol, criou um projeto na cidade de Augusta para a instalação de aquicultura focada em abalone. Por ambas serem escritórios localizados na cidade de Perth, que fica a 318 quilômetros de Augusta, uso do BIM foi crucial para suprimir riscos e atrasos na coordenação do projeto. O modelo 3D também permitiu que a equipe tomasse decisões fora do local planejado para a construção.

O mapeamento por BIM e a coordenação de serviços de engenharia mecânica, estrutural, elétrica, civil e hidráulica reduziram erros e aumentaram a eficiência do projeto. O terreno da construção é de solo recuperado (ou seja, solo captado abaixo do mar ou em condições impróprias). Isso exigiu um cuidado extra na logística das fundações e a modelagem usando Revit e Solibri foi necessária para minimizar perturbações na terra. O Solibri viabilizou a identificação de pontos de interferência (*clashes*) entre disciplinas.

Como a instalação precisa de canos para entrada e saída de água do mar, assim como o mantimento de mariscos precisa de um ambiente específico de despensa, os sistemas hidráulicos e de água salgada foram modelados em 3D para coordenar suas infraestruturas com as disciplinas restantes.

7.2. Obras

Incubadora Universidade Macquarie

País: Austrália.

Data do Projeto: 2017.

Escritório: Architectus.

Cliente: Universidade Macquarie.

Área do Projeto: 953 m².

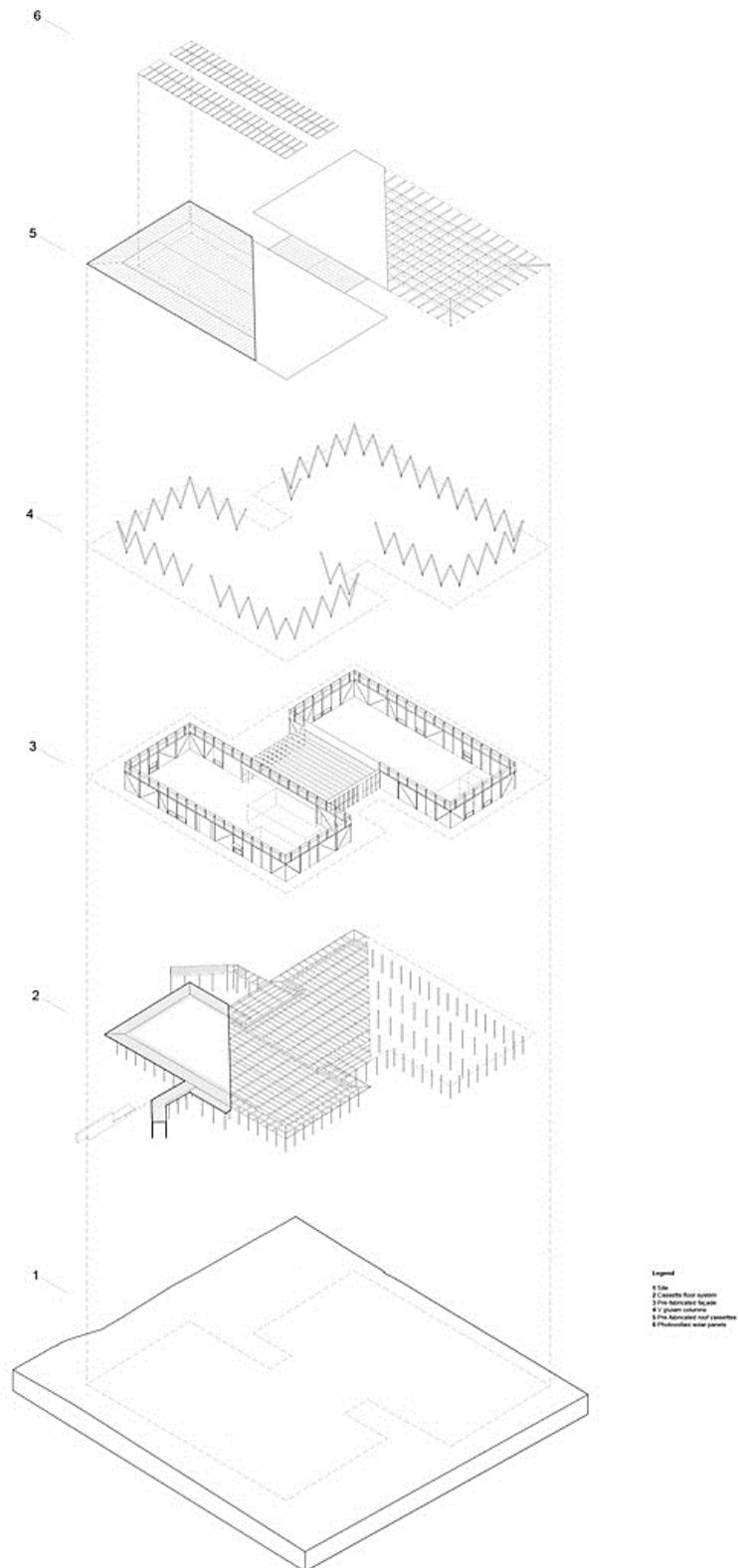
Figura 93 - Incubadora Universidade Macquarie



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Para que o edifício pudesse ser entregue nos doze meses planejados, foi escolhida uma construção modular pré-fabricada. Desse modo, a precisão era essencial para que os componentes da obra fossem coordenados antes de serem instalados. Aqui, a plataforma BIM atuou no controle de riscos e na redução de danos no projeto durante a obra.

Figura 94 - Incubadora Universidade Macquarie



Fonte: ARCHDAILY BRASIL.

Instalação Ocean Grown Abalone

País: Austrália.

Data do Projeto: 2017.

Escritórios: Cameron Chisholm Nicol e ARUP.

Cliente: Ocean Grown Abalone (OGA).

Por conta do solo recuperado no qual a construção foi feita, durante a obra, a coordenação em BIM do projeto reduziu os riscos de perfuração da fina membrana geotêxtil que cobre a plataforma de rocha abaixo e de problemas no solo. A modelagem possibilitou o cumprimento do projeto, minimizando impactos e riscos durante a obra e atendendo ao cronograma.

AULA 16

BIM nas compras públicas (PL 1292/1995 SF)

Aula 16: BIM nas compras públicas (PL 1292/1995 SF)

1. LICITAÇÃO DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

Diferentemente da iniciativa privada, compras e contratações de produtos e serviços pela Administração Pública precisam seguir normas específicas; ou seja, o Estado não pode realizar contratações como um cidadão ou uma empresa privada. Quando uma instituição pública precisa negociar um serviço ou obra de Engenharia e Arquitetura, essa instituição obrigatoriamente o faz por meio de processos de licitação, com exceções em casos de dispensa e inexigibilidade.

Segundo Justen Filho (2008), licitação é o procedimento administrativo designado a selecionar, segundo critérios objetivos pré-determinados, a proposta de contratação que traz mais vantagens para a Administração Pública, assegurando a participação dos interessados, com o respeito de todos dos requisitos legais exigidos. Ou seja, as licitações são procedimentos administrativos formais nos quais a Administração Pública convoca empresas para criarem propostas de oferta de serviços através de condições estabelecidas em um edital.

As normas sobre licitações de obras ou serviços de Engenharia e Arquitetura são definidas na Lei nº 8.666, criada em 1993, que regulamenta o art. 37º, inciso XXI da Constituição Federal. *“Art. 37 (...) XXI - ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei (...)”*.

Segundo o Artigo 6º da 8.666, a definição de **obra** é *“toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta”*; quanto à definição de serviços de Engenharia e Arquitetura, não existe uma designação exata, apesar de constar o significado de **serviço**, sendo este *“toda atividade destinada a obter determinada utilidade de interesse para a Administração, tais como: demolição, conserto, instalação, montagem, operação, conservação, reparação, adaptação, manutenção, transporte, locação de bens, publicidade, seguro ou trabalhos técnico-profissionais”*.

As licitações para execução de obras e prestação de serviços podem seguir a sequência na ordem de Projeto Básico, Projeto Executivo e, por último, Execução das Obras e Serviços, segundo o art. 7º. O Projeto Executivo só pode ser efetuado com a conclusão e a aprovação do Projeto Básico; porém, o Projeto Executivo pode ser desenvolvido ao mesmo tempo em que ocorre a etapa de execução das obras e serviços.

Segundo o art. 6º, inciso IX, um **Projeto Básico** é constituído de um “conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução”. Ele deve conter também o desenvolvimento da solução escolhida, fornecendo uma visão global da obra, soluções técnicas gerais e específicas com detalhamentos, identificação de tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos necessários na obra, dados de estudo e dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, bem como o orçamento e os quantitativos detalhados do custo geral da obra.

O **Projeto Executivo**, indicado no art. 6º, inciso X, é o “conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT”.

Tabela 7 - Etapas no processo de licitação de obras e serviços de Engenharia e Arquitetura

Etapa	Objetivo	Fatores envolvidos
Projeto	Elaboração dos documentos de execução de obras e serviços de Engenharia e Arquitetura	Projetos
		Padronizações
Licitação	Obrigatoriedade de observação de preceitos legais dispostos na Lei nº 8.666/1993	Formas de exigências de qualificação técnica
		Instrumentos convocatórios
		Regimes de execução de obras e serviços de Engenharia e Arquitetura
		Processos licitatórios
Controle	Garantia que o objeto de contrato será realizado no prazo com menor custo e boa qualidade	Procedimento de fiscalização
		Manual de fiscalização
		Checklist

Fonte: SANTOS, Mileny, 2010 [adaptada].

2. AS LEIS DE LICITAÇÃO NO BRASIL

2.1. Lei n. 8.666/1993

Como já mencionado, a Lei nº 8.666/1993 estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras e serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Nessa legislação, é indicado o procedimento administrativo a ser seguido para que uma licitação ocorra e para que o ente público contrate um serviço, bem como as condições para que uma licitação possa ser realizada. Segundo o art. 175º da Constituição Federal, a prestação de serviços ao Poder Público sempre deverá ser realizada através de licitações; no entanto, existem exceções a essa regra que são apontadas no art. 24º da Lei 8.666/93.

Na 8.666, estão elencadas cinco diferentes modalidades de licitação estabelecidas no art. 22º dessa lei: concorrência, tomada de preços, convite, concurso e leilão.

Concorrência: *“Modalidade de licitação entre quaisquer interessados que, na fase inicial de habilitação preliminar, comprovem possuir os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital para execução de seu objeto”.* A modalidade de concorrência é obrigatória para obras e serviços de Engenharia de maior valor, dentro dos limites de lei federal.

Tomada de preços: *“Modalidade de licitação entre interessados devidamente cadastrados ou que atenderem a todas as condições exigidas para cadastramento até o terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, observada a necessária qualificação”.*

Convite: *“Modalidade de licitação entre interessados do ramo pertinente ao seu objeto, cadastrados ou não, escolhidos e convidados em nº mínimo de 3 (três) pela unidade administrativa, a qual afixará, em local apropriado, cópia do instrumento convocatório e o estenderá aos demais cadastrados na correspondente especialidade que manifestarem seu interesse com antecedência de até 24 (vinte e quatro) horas da apresentação das propostas”.*

Concurso: *“Modalidade de licitação entre quaisquer interessados para escolha de trabalho técnico, científico ou artístico, mediante a instituição de prêmios ou remuneração aos vencedores, conforme critérios constantes de edital publicado na imprensa oficial com antecedência mínima de 45 (quarenta e cinco) dias”.*

Leilão: “*Modalidade de licitação entre quaisquer interessados para a venda de bens móveis inservíveis para a administração ou de produtos legalmente apreendidos ou penhorados, ou para a alienação de bens imóveis prevista no art. 19, a quem oferecer o maior lance, igual ou superior ao valor da avaliação*”.

O procedimento administrativo da licitação tem duas fases. A primeira (fase interna) é composta pela abertura do processo, indicando a necessidade da contratação, o objeto e os recursos próprios para despesa. Já o segundo momento (fase externa) representa o início da convocação dos interessados.

Um ponto interessante é que esse aspecto da lei está de alguma forma congruente em relação às etapas iniciais da ISO 19.650, conforme apresentado nas aulas 7 e 13. Especificamente, a primeira fase da 8.666 (fase interna) corresponderia às etapas 1 (avaliação e necessidade) e 2 (convite para licitação) da ISO 19.650. Por sua vez, a segunda fase da 8.666 (fase externa) corresponderia às etapas 3 (resposta para licitação) e 4 (contratação).

2.2. Lei n. 12.462/2011

A Lei nº 12.462/11 institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC), com objetivos de a) ampliar a eficiência nas contratações públicas e a competitividade entre os licitantes; b) promover a troca de experiências e tecnologias em busca da melhor relação entre custos e benefícios para o setor público; c) incentivar a inovação tecnológica; d) assegurar tratamento isonômico entre os licitantes e a seleção da proposta mais vantajosa para a administração pública.

Ela foi formulada para atender a necessidade de agilidade nas contratações de obras e nos serviços indispensáveis para a realização de grandes eventos esportivos que iriam acontecer no Brasil, como a Copa das Confederações (2013), a Copa do Mundo (2014) e os Jogos Olímpicos (2016). Ou seja, foi da demanda de execução de projetos e obras para a realização desses eventos que surgiu a oportunidade de uma reforma legislativa no tópico de licitações e contratações públicas. O resultado disso foi a criação do RDC, sem a revogação a Lei 8.666/93.

Na Lei 12.462, temos artigos que buscam agilizar os processos, reduzir burocracias, trazer maior precisão das propostas com custos reais de mercado e ter mais conhecimento sobre as melhores soluções tecnológicas. A lei traz inovações para alcançar esses objetivos em comparação à legislação vigente sobre licitações.

Segundo o art. 6º da Lei n. 12.462/11, o orçamento estimado para a contratação só será tornado público após o encerramento da licitação; ainda assim, a divulgação do detalhamento dos quantitativos e das demais

informações necessárias para elaboração de propostas segue sem prejuízos. Essa regra se deve à maior relevância do orçamento na Lei, uma vez que se impõe como regra de invalidade das propostas que ultrapassem seu valor.

Outra diferença trazida na lei é o art. 9º, que garante que, nas licitações de obras ou serviços de Engenharia no âmbito do RDC, é possível utilizar a contratação integrada, desde que técnica e economicamente justificada, e desde que seu objeto envolva inovação tecnológica/técnica ou possibilidade de execução com diferentes metodologias (ou, ainda, possibilidade de execução com tecnologias de domínio restrito no mercado). De acordo com Marçal Justen Filho (2013), a *“contratação integrada destina-se a ser adotada nos casos em que a complexidade técnica do objeto impede recorrer ao conhecimento assentado e exige atribuir ao particular contratado uma margem de autonomia adequada à concepção de soluções inovadoras, de modo a assegurar a obtenção de um resultado predeterminado”*.

Já de acordo com o art. 10º da mesma lei, na contratação das obras e serviços (incluindo aqueles de Engenharia), poderá ser estabelecida uma remuneração variável vinculada ao desempenho da contratada, com base em metas, padrões de qualidade, critérios de sustentabilidade ambiental e prazo de entrega definidos no instrumento convocatório e no contrato.

2.3. Lei n. 13.303/2016

A Lei nº 13.303/2016 dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Mais conhecida como Lei da Responsabilidade das Estatais ou apenas Lei das Estatais, ela regulariza a exploração direta de atividades econômicas pelo Estado por meio de suas empresas públicas conforme previsto no art. 173º da Constituição Federal. A lei trouxe autonomia às estatais, para, assim, mantê-las mais competitivas dentro do mercado.

Diferentemente da Lei nº 8.666/93, a Lei das Estatais tem um procedimento licitatório mais flexível, sem modalidades especificadas. Algumas novidades que a lei traz são a inversão das fases, a criação dos modos de disputa aberto e fechado, a remuneração do contratado vinculada ao desempenho contratual, os regimes de execução por contratação integrada e por contratação semi-integrada, a obrigatoriedade de elaboração de matriz de risco para contratação de obras e serviços de Engenharia, o aumento dos limites para contratação direta em razão do valor do objeto – e a possibilidade de alteração desses valores pelo conselho de administração –, os novos critérios de julgamento das propostas e os procedimentos auxiliares da licitação.

A inversão das fases, seguindo o art. 51 da mesma lei, deve ter a seguinte sequência: preparação, divulgação, apresentação de lances ou propostas (conforme o modo de disputa adotado), julgamento, verificação de efetividade dos lances ou propostas, negociação, habilitação, interposição de recursos, adjudicação do objeto e, por último, homologação do resultado ou revogação do procedimento.

Outra diferença é a solução entre empate de propostas que compõe o art. 55. No caso de empate, serão utilizados, na seguinte ordem, os critérios de desempate de disputa final: apresentação de novas propostas fechadas, avaliação do desempenho contratual prévio dos licitantes, critérios estabelecidos em artigos da Lei nº 8.248/91 e da Lei nº 8.666/93 e sorteio.

2.4. Os maiores problemas identificados pelo TCU

O Tribunal de Contas da União (TCU) é um tribunal administrativo. Ele é quem julga as contas de administradores públicos e demais responsáveis por recursos, bens e valores públicos federais, bem como as contas de qualquer pessoa que der causa a extravio, perda ou outra irregularidade de que resulte prejuízo ao erário. A doutrina dominante afirma que o TCU (Tribunal de Contas da União), por exercer o controle técnico sobre os três poderes (Legislativo, Executivo e Judiciário), não pertence a nenhum deles.

Ou seja, o TCU tem o dever de verificar se os recursos públicos estão sendo aplicados de maneira correta, informando à Comissão Mista de Orçamento quais obras públicas têm indícios de irregularidades graves e entregando ao Congresso Nacional anualmente um relatório sobre as fiscalizações de obras (Fiscobras). No relatório Fiscobras de 2019, setenta e sete obras foram fiscalizadas; entre elas, cinquenta e nove obras foram classificadas com indícios de irregularidades graves.

Existem três tipos de irregularidades graves: irregularidade com recomendação de paralisação (IGP), irregularidade com recomendação de retenção parcial de valores (IGR) e irregularidade que não prejudica a continuidade da obra (IGC).

O TCU identificou que a maior causa de interrupções de obras acontece devido a deficiências de projetos básicos, insuficiência de recursos financeiros de contrapartida e dificuldade dos entes subnacionais em gerir recursos recebidos.

Por mais que exista uma norma brasileira para que esses problemas não aconteçam, grande parte das obras de Engenharia ainda começa a ser realizada com projetos básicos e executivos incompletos. Ou seja, o problema não está

numa deficiência normativa e sim em interpretações erradas de agentes públicos acerca do que deve constar no projeto básico.

2.5. As recomendações do TCU

O Tribunal de Contas da União recomenda uma maior qualificação dos agentes públicos pela Administração Pública sobre as licitações de obras e elaboração de projetos de Engenharia e Arquitetura para que as obras não precisem ser paralisadas por projetos básicos e executivos deficientes. A uniformização dos critérios de classificação de obra paralisada, para garantir maior transparência e confiabilidade das informações também é recomendada para o Ministério da Economia pelo TCU.

3. O PL N° 1.292/1995 (SF)

O Projeto de Lei n° 1.292/1995, criado pelo Senado Federal, altera a Lei n° 8.666/1993, que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, instituindo normas para licitações e contratos da Administração Pública e outras providências. Apesar de ter sido aprovado em 1995, foi anexado em 2018 ao PL n° 1.292/1995 o PL n° 6.814/20117. Por causa dessas alterações, o PL ainda espera voltar ao Senado Federal para nova aprovação e, depois, sanção do Presidente da República. Enquanto a aprovação da alteração do Projeto de Lei é aguardada, continua em vigência a Lei n° 8.666/1993.

Quando sancionada, a lei não se aplicará a empresas estatais, valendo para essas a Lei n° 13.303/2016, mencionada anteriormente. O Projeto de Lei se aplica aos casos de alienação e concessão de direito real de uso de bens, compra, locação, concessão e permissão de uso de bens públicos, prestação de serviços (inclusive os técnico-profissionais especializados) e obras e serviços de Arquitetura e Engenharia.

O objetivo principal do Projeto de Lei é estipular um novo regime licitatório para a Administração Pública, unindo a Lei n° 8.666/1993 (Normas Gerais de Licitações e Contratações Públicas), a Lei n° 10.520/2002 (Normas Gerais sobre a Modalidade Pregão) e a Lei n° 12.462/11 (Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC). O PL também revogará a extensa quantidade de instruções normativas e fará a edição de novos regulamentos. Segundo o procurador da Advocacia-Geral da União (AGU) Daniel Barra, *“o novo PL permite que você leve no critério de julgamento todo o ciclo de vida do projeto, do produto. Até o descarte e a manutenção vão ser levados em consideração no preço que você está pagando. Tudo isso vai dar maior utilidade para o procedimento licitatório”*.

O processo licitatório tem como objetivos: a) assegurar a seleção proposta apta a gerar o resultado de contratação mais vantajoso para a Administração Pública, b) assegurar tratamento isonômico entre licitantes e justa competição, c) evitar contratações com sobrepreço e d) incentivar a inovação e o desenvolvimento nacional sustentável.

3.1. As principais mudanças para as licitações de serviços de Engenharia e Arquitetura

As novas fases da licitação foram definidas em sequência: preparatória, divulgação do edital de licitação, apresentação de propostas, julgamento, habilitação, recursal e homologação. Com o PL se tornando lei, a modalidade tomada de preços e a modalidade convites deixarão de existir e a modalidade diálogo competitivo passará a ser contemplada.

Diálogo Competitivo: modalidade aplicada a objetos com inovações tecnológicas ou técnicas, ou situações em que o órgão ou entidade não possa ter sua necessidade satisfeita sem adaptar soluções disponíveis. A Administração Pública manterá diálogos até que se identifique uma solução dos licitantes que atenda às suas demandas.

Também para a execução de obras e serviços de Engenharia, sua realização é proibida quando não há projeto executivo; em contrapartida, é dispensada a elaboração de projeto básico em caso de contratação integrada, além deste poder ser alterado em caso de contratação semi-integrada. A execução admite os regimes de empreitada por preço unitário, empreitada por preço global, empreitada integral, contratação por tarefa, contratação integrada, contratação semi-integrada e fornecimento e prestação de serviço associado.

Outra mudança é que, com o PL, a empresa vencedora de uma licitação fica obrigada a apresentar garantias ao órgão público contratante nos casos de obras, serviços e compras – que pode ser caução em dinheiro, fiança bancária ou por seguro-garantia (também chamado de *performance bond*).

4. BIM NAS COMPRAS PÚBLICAS

4.1. Estratégia BIM BR

Em 2018, foi criado o Decreto nº 9.377, que instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*. Logo depois, em 2019, esse decreto foi revogado pelo Decreto nº 9.983, que dispõe ainda sobre a Estratégia

Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*.

Mais conhecida como estratégia BIM BR, o documento prevê a criação de um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no Brasil em um período de dez anos. O decreto tem como objetivo difundir o BIM e os seus benefícios, coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM, criar condições favoráveis para o investimento – público e privado – em BIM, estimular a capacitação em BIM, propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM, desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM, desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM, estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM e incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

O Comitê Gestor da Estratégia BIM BR é composto pelo Ministério da Economia, Ministério da Defesa, Casa Civil da Presidência da República, Ministério da Infraestrutura, Ministério da Saúde, Tecnologia e Inovações, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações e pelo Ministério do Desenvolvimento Regional. Suas responsabilidades são: a) definir e gerenciar as ações necessárias, b) elaborar anualmente o seu plano de trabalho, c) atuar para que os programas, os projetos e as iniciativas dos órgãos e das entidades públicas que contratam e executam obras públicas sejam coerentes, d) promover o compartilhamento de informações e analisar o impacto das iniciativas setoriais relacionadas ao BIM, e) acompanhar e avaliar periodicamente os resultados da Estratégia BIM BR, f) articular-se com instâncias similares de outros países e dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e deliberar sobre a atualização e a revisão periódica da Estratégia BIM BR.

4.2. O Decreto nº 10.306/2020

Com o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, o governo federal estabeleceu a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de Engenharia realizados pelos órgãos e pelas entidades da Administração Pública Federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* – Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. A implementação gradual do BIM trará mais precisão e transparência e menos desperdício nas obras públicas.

A disseminação do BIM, decretada em 2020, é obrigatória apenas em projetos de órgãos vinculados ao Ministério da Defesa e do Ministério da

Infraestrutura. Em todo caso, outros órgãos e entidades da Administração Pública Federal podem adotar as ações de implementação dos termos do decreto.

Segundo o art. 4º do decreto, a implementação do BIM acontecerá a partir do dia 1º de janeiro de 2021 e ocorrerá de forma gradual, dividida em três fases:

Primeira fase – início em 1º de janeiro de 2021. O BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de Arquitetura e Engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, abrangendo disciplinas de estruturas e instalações hidráulicas, de aquecimento, ventilação, ar condicionado e elétricas, a detecção de interferências, extração de quantitativos e geração de documentação gráfica.

Segunda fase – início em 1º de janeiro de 2024. O BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos de Arquitetura e Engenharia e na gestão de obras, referentes à construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, abrangendo os usos previstos na primeira fase, a orçamentação, planejamento e controle da execução de obras e a atualização do modelo e suas informações como construído (“*as built*”), para obras cujos projetos de Arquitetura e Engenharia tenham sido realizados ou executados com aplicação do BIM.

Terceira fase – início em 1º de janeiro de 2028. O BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de Arquitetura e Engenharia e na gestão de obras referentes à construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, abrangendo os usos previstos na primeira e na segunda fase, bem como o gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a sua construção, cujos projetos de Arquitetura e Engenharia e cujas obras tenham sido desenvolvidos ou executados com aplicação do BIM.

Figura 95 - Decreto nº 10.306/2020

DECRETO Nº 10.306
Building Information Modelling (BIM)
de 02 de abril de 2020

Estabelece o uso do **BIM** na execução de obras e serviços de engenharia realizados por órgãos e entidades da Administração Pública Federal.

Atenção

Apesar da obrigatoriedade ser apenas para certos órgãos vinculados ao Ministério da Defesa e ao Ministério da Infraestrutura (Programas Pilotos da Estratégia BIM BR), o decreto permite a qualquer entidade da Administração a exigência do uso da metodologia.

O uso do BIM será exigido em três fases:



(Projetos)
A partir de 1º de janeiro 2021

Desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia para construções de grande relevância para a disseminação do BIM.

1



(Projetos + Obras)
A partir de 1º de janeiro 2024

Execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras e construções de grande relevância para a disseminação do BIM.

2



(Projeto + Obra + Pós-obra)
A partir de 1º de janeiro 2028

Na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM.

3

Destaques

- A documentação do projeto tem que ser entregue em formato aberto (como o .IFC), e outro formato exigido no edital.
- Os profissionais deverão comprovar conhecimento ou formação em BIM.
- Os órgãos poderão contratar serviços de engenharia para adaptar seus projetos antigos ao BIM.
- O contratado é obrigado a corrigir ou refazer os serviços sem custos para o órgão.
- Caberá ao contratante definir o nível de detalhamento e de informação dos modelos BIM.

Siga a ABDI nas redes:

 abdi.digital
  abdi.digital
  abdi_digital
  abdigov



ABDI
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

Fonte: CCOM – ABDI.

Outro aspecto importante sobre a adoção do BIM é apresentado no Decreto nº 10.306/2020 e descrito no parágrafo único do art. 2º: “os **órgãos e as entidades da Administração Pública Federal** não referidos no caput **poderão adotar as ações de implementação do BIM nos termos do disposto neste Decreto, independentemente da finalidade do uso do BIM, prevista ou não neste Decreto, em quaisquer das fases do art. 4º.**”

Podemos considerar que esse parágrafo traz a segurança jurídica para que outros órgãos possam exigir a adoção do BIM em suas contratações, facilitando, dessa forma, a disseminação dos benefícios desse sistema. De todo modo, é claro que isso depende dos agentes públicos.

4.3. PL nº 1.292/1995 (SF)

Considerando que o BIM é a representação da inovação para a Construção Civil, por ser ainda nova para a maioria dos gestores e políticos e levando-se em conta a comprovação de benefícios como a redução de custos, tempo de execução e o aumento da qualidade, podemos dizer que o BIM seria o meio para os contratados justificarem a adoção do BIM na elaboração de projetos, com base no que o PL nº 1.292/1995 aborda, mais especificamente no parágrafo 5º do art. 45: “na contratação semi-integrada, mediante prévia autorização da Administração, o projeto básico poderá ser alterado, desde que demonstrada a superioridade das inovações propostas pelo contratado em termos de redução”

de custos, de aumento da qualidade, de redução do prazo de execução ou de facilidade de manutenção ou operação, assumindo o contratado a responsabilidade integral pelos riscos associados à alteração do projeto básico.”.

Outra justificativa para a adoção do BIM está exposta no PL nº 1.292/1995, precisamente no art. 32, o qual se refere à modalidade do diálogo competitivo. Esse caso só pode ser aplicado quando a contratação do objeto envolver as seguintes condições:

- a) inovação tecnológica ou técnica;
- b) impossibilidade do órgão ou entidade ter sua necessidade satisfeita sem a adaptação de soluções disponíveis no mercado e
- c) impossibilidade das especificações técnicas serem definidas com precisão suficiente pela Administração.

A implementação é válida, também, quando houver a necessidade de definir e identificar os meios e as alternativas que possam satisfazer suas necessidades, com destaque para os seguintes aspectos:

- a) a solução técnica mais adequada;
- b) os requisitos técnicos aptos a concretizar a solução já definida;
- c) a estrutura jurídica ou financeira do contrato.

No entanto, considerando a iniciativa do próprio órgão licitante o PL nº 1.292/1995 traz condições para implementação de inovação nos processos licitatórios e, mais do que isso, cria a tão sonhada segurança jurídica para contratação e uso do BIM. Estão descritas no Capítulo II – da fase Preparatória, Seção I – da Instrução do processo licitatório, art. 19, no qual “os órgãos da Administração com competências regulamentares relativas às atividades de administração de materiais, de obras e serviços e de licitações e contratos deverão: [...] III – instituir sistema informatizado de acompanhamento de obras, inclusive com recursos de imagem e vídeo; [...] V – promover a adoção gradativa de tecnologias e processos integrados que permitam a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de obras e serviços de Engenharia.”. E, referente ao BIM, fica exposto no parágrafo 3 do art. 19 que: “§ 3º **Nas licitações de obras e serviços de Engenharia e Arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling – BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.”.**

Sendo aprovado esse texto ou algo melhor, que caracterize a preferência do uso do BIM, será dado um grande passo como País, quanto ao uso de tecnologias nas contratações de serviços e obras de Engenharia e Arquitetura. Porém sabemos que isso não será suficiente, teremos um grande desafio quando nos referimos à mudança dos modelos mentais e processos administrativos.

4.3.1. O que é um Termo de Referência

O Termo de Referência (TR) é um instrumento de gestão estratégica. Ele define a eficácia e o sucesso – ou a falta deste – de uma contratação pública. Para alguns autores, é sinônimo de Projeto Básico; ele é um instrumento obrigatório em um processo de licitação e é feito por estudos técnicos preliminares, contendo os dados obtidos por levantamentos em relação ao objeto a ser contratado.

O TR deve ser elaborado de acordo com as necessidades e as demandas existentes e deve conter as seguintes especificações: indicação do objeto, justificativa (motivação) da contratação, especificação do objeto, requisitos necessários, critérios de aceitabilidade da proposta (no caso de amostra, folder e catálogo), critérios de aceitabilidade do objeto (recebimento do objeto), estimativa de valor da contratação e dotação orçamentária e financeira para a despesa, condições de execução (métodos, estratégias e prazos de execução e garantia), obrigações das partes envolvidas (contratada e contratante), gestão do contrato, fiscalização do contrato, condições de pagamento, vigência do contrato, sanções contratuais, condições gerais, orçamento detalhado estimado em planilha com preço unitário e valor global e, caso necessário, cronograma físico-financeiro.

No PL 1.292/1995, o TR é citado sete vezes, sendo a primeira no art. 6º, inciso XX, que dispõe o seguinte: “estudo técnico preliminar: documento constitutivo da primeira etapa do planejamento de uma contratação que caracteriza o interesse público envolvido e a sua melhor solução e dá base ao anteprojeto, ao **termo de referência** ou ao projeto básico a ser elaborado caso se conclua pela viabilidade da contratação”. No entanto, o TR é definido no inciso XXIII do art. 6º como sendo “**termo de referência**: documento necessário para a contratação de bens e serviços, que deve conter os seguintes parâmetros e elementos descritivos:

- a) definição do objeto, incluídos sua natureza, os quantitativos, o prazo do contrato e, se for o caso, a possibilidade de sua prorrogação;
- b) fundamentação da contratação, que consiste na referência aos estudos técnicos preliminares correspondentes ou, quando não for possível divulgar esses estudos, no extrato das partes que não contiverem informações sigilosas;
- c) descrição da solução como um todo, considerado todo o ciclo de vida do objeto;
- d) requisitos da contratação;
- e) modelo de execução do objeto, que consiste na definição de como o contrato deverá produzir os resultados pretendidos desde o seu início até o seu encerramento;
- f) modelo de gestão do contrato, que descreve como a execução do objeto será acompanhada e fiscalizada pelo órgão ou entidade;
- g) critérios de medição e de pagamento;
- h) forma e critérios de seleção do fornecedor;

- i) estimativas do valor da contratação, acompanhadas dos preços unitários referenciais, das memórias de cálculo e dos documentos que lhe dão suporte, com os parâmetros utilizados para a obtenção dos preços e para os respectivos cálculos, que devem constar de documento separado e classificado;
- j) adequação orçamentária;

O TR é citado também no inciso II do art. 18: “a definição do objeto para o atendimento da necessidade, por meio de termo de referência, anteprojeto, projeto básico ou projeto executivo, conforme o caso”. O termo está presente, ainda, no parágrafo 3º do art. 18, referente à fase preparatória, desta forma: “em se tratando de estudo técnico preliminar para contratação de obras e serviços comuns de Engenharia, se demonstrada a inexistência de prejuízos para aferição dos padrões de desempenho e qualidade almejados, a possibilidade de especificação do objeto poderá ser indicada apenas em termo de referência, dispensada a elaboração de projetos.”

A definição do TR é complementada no parágrafo 1º, incisos de I a II do art. 40: “O termo de referência deverá conter os elementos previstos no inciso XXIII do caput do art. 6º desta Lei, além das seguintes informações:

- I. *especificação do produto, preferencialmente conforme catálogo eletrônico de padronização, observados os requisitos de qualidade, rendimento, compatibilidade, durabilidade e segurança;*
- II. *indicação dos locais de entrega dos produtos e das regras para recebimentos provisório e definitivo, quando for o caso;*
- III. *especificação da garantia exigida e das condições de manutenção e assistência técnica, quando for o caso.”*

4.3.2. O que é uma matriz de riscos

Uma matriz de risco é uma ferramenta gráfica de gerenciamento de riscos. Nela, são identificadas as iminências que devem receber mais atenção. A ferramenta é uma tabela com duas dimensões – probabilidade e impacto –, com as quais é possível calcular e visualizar a classificação do risco.

No PL nº 1.292/1995, a matriz de riscos é definida no inciso XXVI do art. 6 como sendo a “*cláusula contratual definidora de riscos e de responsabilidades entre as partes e caracterizadora do equilíbrio econômico-financeiro inicial do contrato, em termos de ônus financeiro decorrente de eventos supervenientes à contratação, contendo, no mínimo, as seguintes informações:*

- a) listagem de possíveis eventos supervenientes à assinatura do contrato que possam causar impacto em seu equilíbrio econômico-financeiro e previsão de eventual necessidade de prolação de termo aditivo por ocasião de sua ocorrência;
- b) no caso de obrigações de resultado, estabelecimento das frações do objeto com relação às quais haverá liberdade para os contratados inovarem em soluções

- metodológicas ou tecnológicas, em termos de modificação das soluções previamente delineadas no anteprojeto ou no projeto básico;*
- c) *no caso de obrigações de meio, estabelecimento preciso das frações do objeto com relação às quais não haverá liberdade para os contratados inovarem em soluções metodológicas ou tecnológicas, devendo haver obrigação de aderência entre a execução e a solução predefinida no anteprojeto ou no projeto básico, consideradas as características do regime de execução no caso de obras e serviços de Engenharia;”*

O PL nº 1.292/1995 também prevê que “*quando a contratação se referir a obras e serviços de grande vulto ou forem adotados os regimes de contratação integrada e semi-integrada, o edital obrigatoriamente contemplará a matriz de alocação de riscos entre o contratante e o contratado*”, conforme o parágrafo 3º do art. 22. Além do exposto, o PL nº 1.292/1995 traz um capítulo exclusivo para tratar da alocação de riscos: é o capítulo 3º do documento.

AULA 17

Nível de Desenvolvimento (LOD)

Aula 17: Nível de Desenvolvimento (LOD)

1. HISTÓRIA

Você deve estar se perguntando: se BIM é um banco de dados de informações geométricas e não-geométricas, como saber (e quem deve definir) quais informações precisam estar presentes e ser incorporadas nas entidades do modelo? Em qual momento? E em que nível de detalhe?

Tais indagações são feitas pelos projetistas há um bom tempo. A falta de referências fez com que iniciativas surgissem nessa direção; algumas delas se apresentaram para abordar a definição dos objetos modelados e das informações incorporadas a eles. Assim, foram criadas as seguintes categorias: Especificação de Progressão de Modelo (*Model Progression Specificatio* – MPS), Especificação de Desenvolvimento de Modelo (*Model Development Specification* – MDP), Nível de Desenvolvimento e Nível de Detalhe (*Level of Development, and Level of Detail* – LOD e LOd).

Por ser um conhecimento bastante específico e com um nível de detalhe muito alto, esses conceitos estão presentes nos Planos de Execução BIM – PEB (*BIM Execution Plan* –BEP), que têm como objetivo definir como se dará o processo de modelagem de informações de um projeto, esclarecendo as funções e as responsabilidades, bem como os padrões a serem aplicados e os procedimentos a serem seguidos.

A primeira iniciativa em prol da especificação das informações de um projeto foi apresentada em 2004 pela Vico Software com a introdução do conceito de Especificação de Progressão de Modelo (MPS) para facilitar o gerenciamento de informações dentro do modelo digital 3D. A especificação, em essência, era uma planilha com uma lista de itens de escopo de projeto e incluía instruções para criação de modelos e estimativas, além de muitas vezes usar o sistema de codificação Uniformat do Instituto de Padronização da Construção para organizar a lista de itens. Por sua vez, o núcleo do MPS são as definições de Nível de Detalhe (*Level of Details* – LOd), que configuram as descrições das etapas através das quais um elemento BIM pode (e deve) progredir logicamente, do nível mais baixo de detalhe (conceitual) para o nível mais alto de precisão (representacional). O LOd identifica quanta informação é conhecida sobre um elemento do modelo em um determinado momento e foi definido em cinco níveis. São eles: Conceitual (100), Geometria aproximada (200), Geometria precisa (300), Fabricação (400) e *As-built* (500).

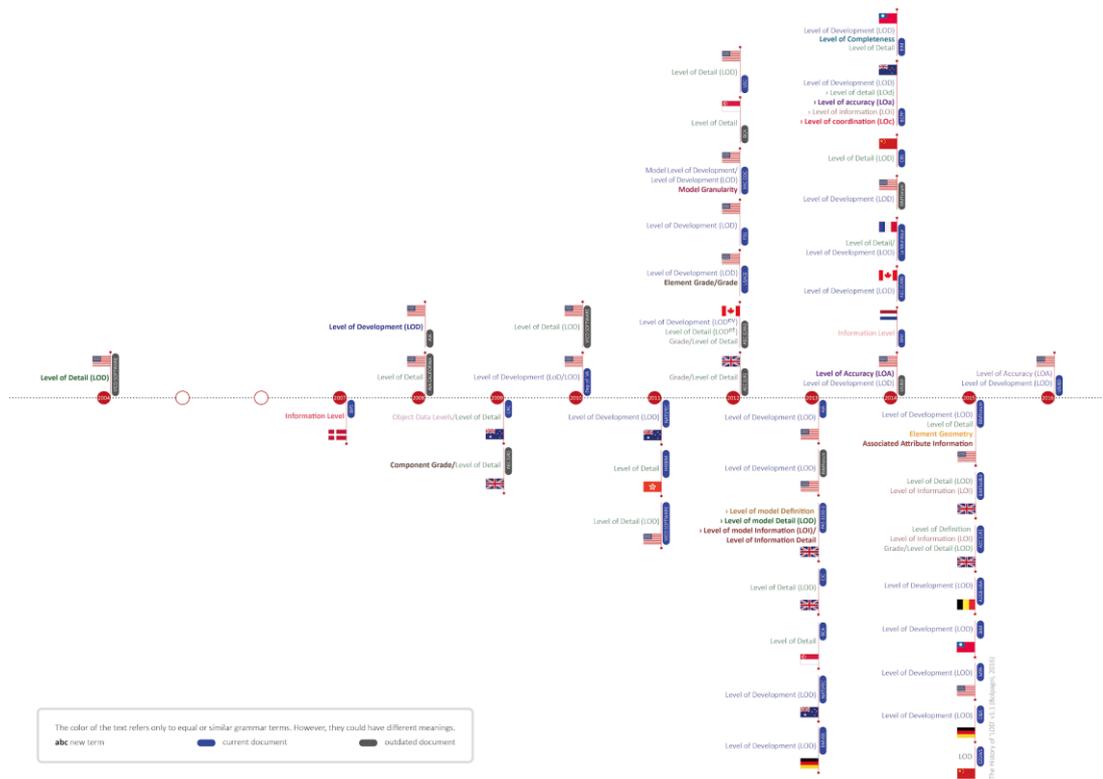
A segunda iniciativa só foi apresentada em 2007 pela Dinamarca, que desenvolveu um sistema de classificação baseado em sete níveis de informação – o *Information Levels* –, de zero (0) até seis (6), cobrindo dados geométricos e não-geométricos em elementos de construção virtuais. Esse conceito foi incorporado no documento *Australian CRC National BIM Guidelines*, em 2009, e no *Nederlandse BIM informatieniveaus*, em 2014.

Um histórico do surgimento de documentos voltados à estruturação do LOD está apresentado na Figura 98. Os elementos foram atualizados pela última vez em julho de 2016, mas já permitem ter uma percepção quanto à necessidade dessa organização, isto é, de um nível de padronização para o melhor gerenciamento do desenvolvimento do projeto. Em outras palavras, a demanda é pela compreensão de que os modelos BIM são compostos por diversos objetos paramétricos, que possuem, além da representação tridimensional, informações agregadas, como material, fabricante, garantia, entre outras – e que essas, por sua vez, precisam ser gerenciadas. Além disso, surge também a necessidade de se estabelecer uma comunicação coerente e eficiente entre os profissionais da AECO, reforçando novamente a importância da criação de sistemas de classificação da informação para definir os níveis de informações necessários a cada tarefa.

Nesse sentido, surge o conceito de LOD (*Level of Development ou Level of Details*), um esquema desenvolvido pelo *American Institute of Architects (AIA)* para classificar e descrever o nível de desenvolvimento de um modelo.

Atualmente, o BIMForum é responsável pela atualização de especificações de LOD e foi em 2011 que o BIMForum começou a desenvolver essa atividade. Para isso, formou-se um grupo de trabalho composto por colaboradores que tanto atuaram no projeto quanto na construção das principais disciplinas. A equipe primeiro interpretou as definições básicas de LOD do AIA para cada sistema de construção e, em seguida, compilou exemplos para ilustrar as interpretações. Em maio de 2020, o BIMForum publicou a última versão do guia “*Level of Development (LOD) Specification Part 1 & Commentary*” – o texto possui uma segunda parte, que também foi lançada.

Figura 96 - A história do “LOD” (última atualização 22/07/2016)



Fonte: <https://changeagents.blogs.com/a/6a00d8343326e253ef01bb0921c13e970d-pi>

2. A IMPORTÂNCIA DO USO DO LOD

Apesar do conceito de LOD variar de acordo com cada país, em suma, compreende-se que se trata de uma descrição dos níveis de detalhamento das entidades de um modelo para determinar sua confiabilidade, sendo, por isso, de grande importância e relevância para todo setor de AEC e na implementação do uso de BIM.

Nesse sentido, o LOD auxilia na definição das informações necessárias em cada momento (bem como em seus níveis), tanto de detalhamento e representações 3D quanto das informações agregadas, de acordo com o objetivo do projeto. Além disso, ao fornecer essa base, ele facilita a comunicação entre os membros de uma equipe de trabalho, minimizando os riscos de retrabalho e atrasos ao adicionar informações excessivas ou insuficientes. Portanto, ao adotar o conceito de LOD, as equipes de trabalho possuem uma noção mais clara das informações que devem ser entregues em cada etapa; dessa maneira, o gerente de projeto pode acompanhar com maior precisão o progresso dos modelos e, ainda, fornece um padrão a ser referenciado nos contratos e planos de execução BIM.

3. OS DIFERENTES CONCEITOS PARA LOD

Como já mencionado, existem diferenças na definição de LOD. Seu significado pode ser extraído a partir do termo *Level of Development* (se referindo ao grau de desenvolvimento da geometria do elemento e ao nível de confiabilidade do modelo) ou a partir do termo *Level of Details* (que remete essencialmente à quantidade de detalhes incluídos no elemento do modelo).

Ou seja, o *Level of Development* é uma estrutura conceitual que tenta abordar o fato de que os elementos do modelo se desenvolvem a diferentes taxas durante o processo de projeto. Por isso, ele é um meio de definir até que ponto os elementos do modelo foram desenvolvidos, desde a concepção até a construção e a operação.

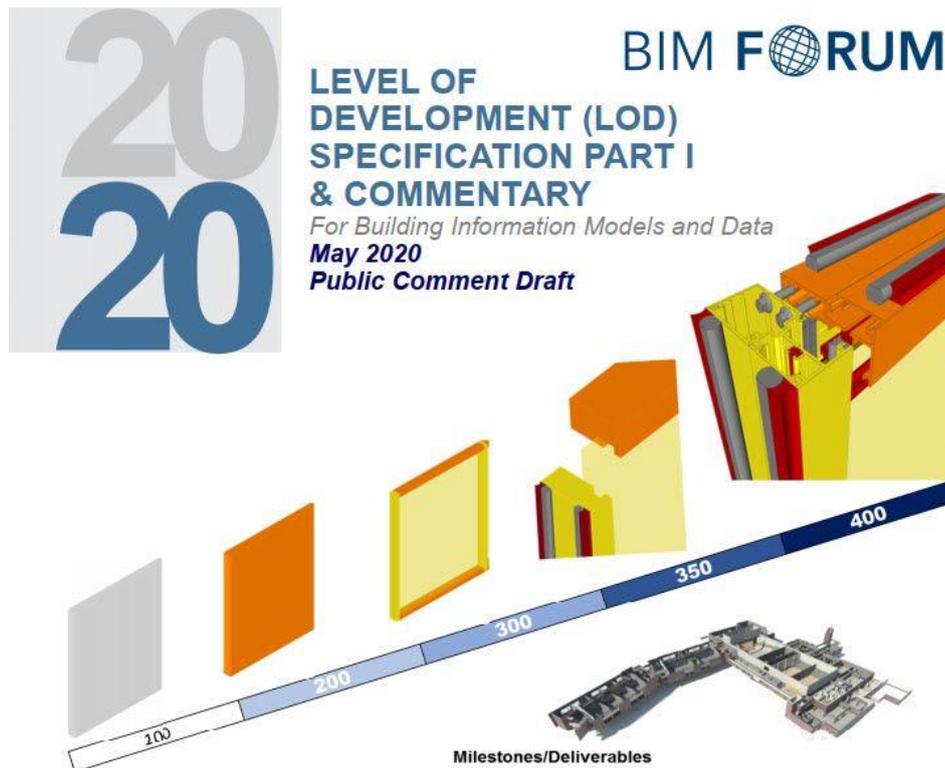
Outro aspecto importante sobre o Nível de Desenvolvimento diz respeito ao fato de que ele só deve ser usado para descrever elementos de modelo e não modelos como um todo. Além disso, o desenvolvimento (ou a incorporação de informações associadas a elementos de modelo) é tão importante quanto o desenvolvimento da geometria, e é parte integrante de seu LOD (Nível de Desenvolvimento). Devido a isso, um dos objetivos do uso do LOD (Nível de Desenvolvimento) é fornecer clareza e certeza sobre o que se espera de todos os envolvidos no desenvolvimento de um modelo para que estes possam planejar seu trabalho com confiança. Por sua vez, o Nível de Detalhes representa o número de detalhes geométricos em um objeto modelado.

Além disso, o LOD é conhecido por outros acrônimos. De acordo com o *BIM Netzwerk* da Alemanha, LOd significa Nível de Detalhe quando corresponde ao LOG (nível de geometria de um elemento ou modelo) e Nível de Desenvolvimento quando corresponde à soma do LOG e do LOI (nível de informação de um elemento ou modelo).

4. TIPOS DE LOD

Outra diferença acontece entre as propostas de classificação ou tipologia para a especificação do nível de desenvolvimento e do nível de detalhe. Uma das especificações desenvolvidas de LOD é a do BIMForum, que conta com 5 níveis de desenvolvimento: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350 e LOD 400 (Figura 99).

Figura 97 - Parte da capa do Guia do BIMForum 2020



Fonte: <https://bimforum.org/lod/>

A definição do BIMForum é a mais empregada usualmente e foi a base para o desenvolvimento de outros conceitos. Mesmo assim, alguns países não seguem esse padrão, culminando nas variações do conceito de LOD. Exemplos de regiões que utilizam acepções diferentes do termo são: Nova Zelândia, Holanda, Dinamarca, Hong Kong e Reino Unido, como mostra a Figura 100.

Figura 98 - Comparação entre os sistemas de classificação e conceitos LOD

Source	Title	Authorship	LoX System	Levels
BIPS 2007	3D Working method	Parties/Responsibility	Information Level	- - 0 1 2 3 4 5 6 -
CRC 2009	Object data levels	Responsibility	Object data levels/Level of Detail	- - - A B C - D E -
Department of VA 2010	BIM Object/Element Matrix	Model Element Author	Level of Development (LoD/LOD)	- - - 100 200 300 - 400 500 -
Vico Software 2011	Model Progression Specification	-	Target Level of Detail/Level of Detail	- - - 100 200 300 - 400 500 -
NATSPEC 2011	NATSPEC BIM Object/Element Matrix (BOEM)	Model Element Author (MEA)	Level of Development (LOD)	- - - 100 200 300 - 400 500 -
HKIBIM 2011	BIM Model Specification	-	Level of Detail	- - - - - - - - - -
NYC DDC 2012	Object Requirements	-	Model Level of Development/Level of Development (LOD) Model Granularity	- - - 100 200 300 - 400 500 (?) -
PennState University 2012	BIM Information Exchange- Level of Detail Matrix	Model Element Author (MEA)	Level of Development (LOD)	- - - 100 200 300 - 400 500* -
USC 2012	-	-	Level of Detail (LOD)	- - - 100 200 300 - - - -
US Army Corps of Engineers 2012	USACE BIM Minimum Modeling Matrix (M3)	-	Level of Development (LOD) (Element Grade/Grade (A, B, C, +))	- - - 100 200 300 - - - -
AIA E203™ 2013	Model Element Table	Model Element Author (MEA)	Level of Development (LOD)	- - - 100 200 300 - 400 500 -
BCA 2013	BIM Objective and Responsibility Matrix	Model Author Model User	Level of Detail	- - - - - - - - - -
PAS 1192-2 2013	-	-	Level of model Definition Level of model Detail (LOD) Level of model Information (LOI)	- - 1 2 3 4 - 5 6 7
CIC 2013	Model Production and Delivery Table (MPDT)	Model Originator	Level of Detail (LOD)	- - 1 2 3 4 - 5 6 7
BMVBS 2013	-	-	Level of Development (LOD)	- - - - - - - - - -
BIM 2014	Matrix and Project Template	Aspect-model	Information Level	- - 0 1 2 3 4 5 6 -
AEC (CAN) 2014	Information exchange worksheet or modelling matrix	Responsibility	Level of Development (LOD)	- - - 100 200 300 350 400 500 -
Le Moniteur 2014	-	-	Level of Detail/ Level of Development (LOD)	- - - 100 200 300 - 400 500 -
BCPP 2014	-	-	Level of Development (LOD) Level of detail (LOd) Level of accuracy (LOa) Level of information (LOi) Level of coordination (LOc)	- -
CBC 2014	-	-	Level of Detail (LOD)	- - - 100 200 300 - 400 500 -
BIM Taiwan 2014	-	-	Level of Development Level of Completeness Level of Detail	- - - 100 200 300 350 400 500 -
ABEB-VBA 2015	LOD Description	-	Level of Development (LOD)	- - - 100 200 300 350 400 500 -
D&R 2015	-	-	Level of Development (LOD)	-100 0 - 100 200 300 - 400 500 -
BIMForum 2015	LOD 2015 Element Attributes Tables	Model Element Author (MEA)	Level of Development (LOD) Level of Detail Element Geometry Associated Attribute Information	- - - 100 200 300 350 400 500 -
NBS BIM Toolkit 2015	NBS BIM Toolkit	Responsibility	Level of Detail (LOD) Level of Information (LOI)	- - 1 2 3 4 - 5 6 7
AEC (UK) 2015	-	-	(Level of Definition) (Level of Information (LOI)) Grade/Level of Detail (LOD)	- - 1 2 3 4 - 5 6 -
SZGWS 2015	-	-	LOD	- - - 100 200 300 - 400 500 -
USIBD 2016	-	-	Level of Development Level of Accuracy	- - - 100 200 300 - 400 500 - 10;20;30;40;50

Comparison of the classification system used within different LoX systems v2.1 (© Bolpagni & Ciribini, 2016)

Fonte: BOLPAGNI, 2016 (<https://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html>).

De acordo com a versão de 2019 do Manual BIM da Nova Zelândia, especificamente no apêndice C (sobre níveis e definições), o LOD é compreendido em seis níveis semelhantes aos especificados no BIMForum, com modificações apenas no LOD 300 e no LOD 500, aproximando-os da prática construtiva local. Assim, os níveis de desenvolvimento são: LOD 100, em que o elemento possui uma representação genérica simples, como um símbolo; LOD 200, que apresenta o elemento como um sistema genérico, com informações

aproximadas; LOD 300, quando o elemento já é representado como um sistema específico, em termos de quantidade, forma, localização e orientação; LOD 350, no qual, além das especificações anteriores, o elemento é representado em interface com outros sistemas construtivos; LOD 400, que apresenta o elemento especificado em termos de quantidade, forma, localização, orientação com detalhamento e informações de fabricação, montagem e instalação; LOD 500, que representa o modelo como verificado em campo, isto é, como construído “*as built*”.

Já na Holanda, o LOD é compreendido como “nível de detalhe”, sendo classificado em seis níveis: LOD 000, referente à definição de espaços e volumes, com dimensões globais e relações mútuas; LOD 100, que define a massa do edifício, estabelecendo o espaço ocupado no local, a altura, o volume e a orientação; LOD 200, que apresenta os objetos espaciais vinculados aos usos e os elementos de construção genéricos; LOD 300, com objetos espaciais com dimensões e orientação exatas, maior precisão nas quantidades, dimensões, forma, localização e orientação de materiais; LOD 400, no qual os objetos são materializados e precisos em termos de quantidades, dimensões, forma, localização e orientação e contêm informações completas para o detalhamento, fabricação dos componentes e execução no canteiro de obras e, por fim, o LOD 500, que apresenta o modelo *as-built*.

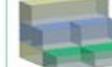
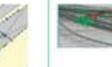
Na Dinamarca, o conceito de LOD definido pelo BIMForum não é totalmente coerente com as práticas construtivas locais. Por isso, a DiKon sugeriu a criação de outros conceitos que se aplicam melhor à realidade dinamarquesa, como o LOC (*Level of Completeness*, ou, em tradução livre, “nível de integridade”), LOR (*Level of Reliability* – “nível de confiabilidade”, em tradução livre), LOI (*Level of Information*, ou “nível de informação”) e nível de detalhamento, descrevendo de forma mais completa os elementos de modelo em sete níveis LOD (LOD 0, LOD 1, LOD 2, LOD 3, LOD 4, LOD 5, LOD 6).

Em Hong Kong, o LOD é compreendido em cinco níveis: o LOD 100 apresenta o elemento em uma representação gráfica simples, como um símbolo, por exemplo, sendo empregado na fase conceitual; no LOD 200, o elemento é representado de maneira genérica, com dimensões aproximadas; no LOD 300, o elemento é apresentado mais especificamente, quanto a materiais, dimensões e sistema; no LOD 350, além dos detalhes do nível anterior, são representadas as interferências com outros sistemas; no LOD 400, o elemento do modelo é representado de forma específica e precisa quanto a dimensões, materiais e quantidades, bem como possui informações de detalhamento, fabricação e execução.

Além dessas especificações, desenvolveu-se outra classificação no Reino Unido descrita na PAS 1192-2 de 2013. Assim como aquela desenvolvida pelo BIMForum, a presente conceituação é uma das mais empregadas no mundo.

Nesse contexto, o LOD é entendido como Nível de Detalhe, sendo dividido em sete níveis: o LOD 1 é referente à fase de *brief*, que contém os requisitos iniciais de projeto, como informações do terreno, e modelos básicos de massa conceitual o LOD 2 é referente à fase de conceito e apresenta um modelo conceitual com volume e orientação que permitem análises iniciais de projeto; o LOD 3 trata da fase de definição, que apresenta um modelo com dimensões, orientação e localização mais precisas; o LOD 4, empregado na fase de design, apresenta um modelo mais preciso, que permite a visualização em interface a outros sistemas; o LOD 5 é referente à fase de construção e comissionamento do ativo, além de possuir informações precisas de quantidade, dimensões e orientação, detalhes de fabricação, montagem e instalação; o LOD 6 trata da transferência e do fechamento do ativo, referindo-se à verificação do ativo e atualização do modelo para *as-built*, por fim, o LOD 7 trata da fase de operação, que apresenta as informações de uso, comparações de desempenho com o que foi projetado e instruções de manutenção (Figura 101 - Tabela de níveis LOD do Reino Unido).

Figura 99 - Tabela de níveis LOD do Reino Unido

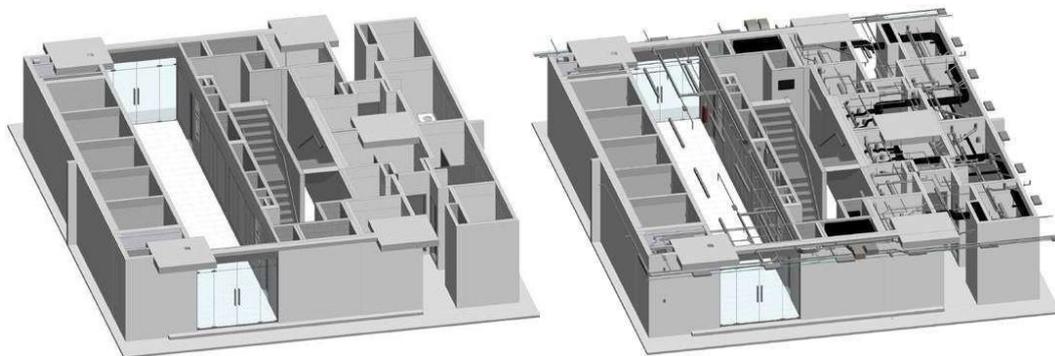
Stage number	1	2	3	4	5	6	7
Model name	Brief	Concept	Definition	Design	Build and commission	Handover and closeout	Operation
Systems to be covered	N/A	All	All	All	All	All	All
Graphical illustration (building project)							
Graphical illustration (infrastructure project)							
What the model can be relied upon for	Model information communicating the brief, performance requirements, performance benchmarks and site constraints	Models which communicate the initial response to the brief, aesthetic intent and outline performance requirements. The model can be used for early design development, analysis and co-ordination. Model content is not fixed and may be subject to further design development. The model can be used for co-ordination, sequencing and estimating purposes	A dimensionally correct and co-ordinated model which communicates the response to the brief, aesthetic intent and some performance information that can be used for analysis, design development and early contractor engagement. The model can be used for co-ordination, sequencing and estimating purposes including the agreement of a first stage target price	A dimensionally correct and co-ordinated model that can be used to verify compliance with regulatory requirements. The model can be used as the start point for the incorporation of specialist contractor design models and can include information that can be used for fabrication, co-ordination, sequencing and estimating purposes, including the agreement of a target price/ guaranteed maximum price	An accurate model of the asset before and during construction incorporating co-ordinated specialist sub-contract design models and associated model attributes. The model can be used for sequencing of installation and capture of as-installed information	An accurate record of the asset as a constructed at handover, including all information required for operation and maintenance	An updated record of the asset at a fixed point in time incorporating any major changes made since handover, including performance and condition data and all information required for operation and maintenance The full content will be available in the yet to be published PAS 1192-3

Fonte: PAS 1192-2, 2013.

No Brasil, a classificação apresentada no guia da ABDI é semelhante aquela do BIMForum, mas o LOD é compreendido como “ND”, constituindo-se de seis níveis:

- I. ND 100: representa o modelo na fase conceitual, sem geometria definida, apenas como uma modelagem volumétrica e símbolos não geométricos;
- II. ND 200: representa os elementos do modelo com uma geometria aproximada e de forma genérica – esses elementos, somados a dados externos, permitem o cálculo estimativo de áreas, custos, assim como análises gerais de absorção solar, sombreamento e acessos;
- III. ND 300: representa os elementos de modelo com geometria precisa, constituindo um objeto ou um sistema com informações de tamanho, forma, orientação, quantidade e localização, podendo ser empregado para a extração de informações para projeto executivo;
- IV. ND 350: representa os elementos do modelo com geometria precisa e apresenta sua relação com os elementos anexados ou próximos – isto é, a relação com outros sistemas construtivos –; assim, permite calcular os quantitativos de serviços baseados em critérios de medição e a extração de quantitativos, auxiliando na precisão do planejamento e da orçamentação da obra (Figura 102);

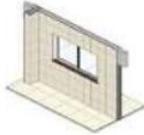
Figura 100 - Diferenças entre um modelo ND 200 e ND 300 ou ND 350



Fonte: ABDI, 2017.

- V. ND 400: representa o elemento do modelo com detalhes e precisão para a fabricação, montagem e instalação, permitindo a elaboração de quantitativos de serviços para as operações de montagem, assim como o planejamento da obra e os suprimentos necessários. Além disso, auxilia na verificação de conflitos de sistemas ou elementos;
- VI. ND 500: representa o modelo como construído (*as-built*), fornecendo detalhes de dimensões, formas, componentes, localização, além dos dados de consumo, desempenho, manuais, garantias e outros documentos que auxiliam na operação e na manutenção do ativo (Tabela 7 - Classes do LOD ou ND).

Tabela 8 - Classes do LOD ou ND

CLASSES DO LOD OU ND					
FASE	LOD	ARQUITETURA	ESTRUTURA	INST. PREDIAIS	HVAC
CONCEITUAL	100				
GEOMETRIA APROXIMADA	200				
GEOMETRIA PRECISA	300				
	350				
FABRICAÇÃO/ EXECUÇÃO	400				
AS BUILT	500				

Fonte: ABDI, 2017 [adaptado].

Vale destacar que, apesar de ser comum a descrição dos níveis de desenvolvimento aliada às fases do ciclo de vida do ativo, isso não é uma regra, variando de acordo com o objetivo e a complexidade de cada projeto. Além disso, é possível encontrar, em um único modelo, elementos em diferentes níveis LOD,

adequando-se à necessidade do profissional e à sua especialidade no momento do projeto (Figura 103).

Figura 101 - Exemplo de um plano de massas que possui elementos ND 200 e ND 100



Fonte: ABDI, 2017.

5. APLICAÇÃO DE LOD

A aplicação do conceito de LOD ocorre desde a fase inicial do projeto, uma vez que ele seja definido pelo cliente e acordado pela equipe de trabalho, para garantir a interoperabilidade. Além disso, o LOD deve ser aplicado em conjunto com o **Plano de Execução BIM**, definindo o nível de informação necessário em cada entrega; para isso, a especificação do BIMForum apresenta uma tabela que facilita o controle dos níveis de desenvolvimento e permite a compreensão dos diferentes profissionais envolvidos no processo de projeto.

De maneira geral, ao passo que o projeto avança, o nível de desenvolvimento dos elementos do modelo aumenta. Assim, na fase de construção, tem-se como base um projeto executivo, incluindo o modelo arquitetônico, estrutural, de instalações, entre outros, que devem estar desenvolvidos de acordo com o especificado no início do processo com o cliente. Esse nível de desenvolvimento é o que garante a qualidade do modelo e a confiança das informações nele contidas. Após a construção, o modelo atinge o ND500, correspondendo ao modelo “*as-built*”, e é aplicado na obtenção de informações de operação e manutenção.

Em suma, compreende-se que o conceito de LOD é considerado em todas as etapas do ciclo de vida do ativo, a partir da necessidade de especificar um

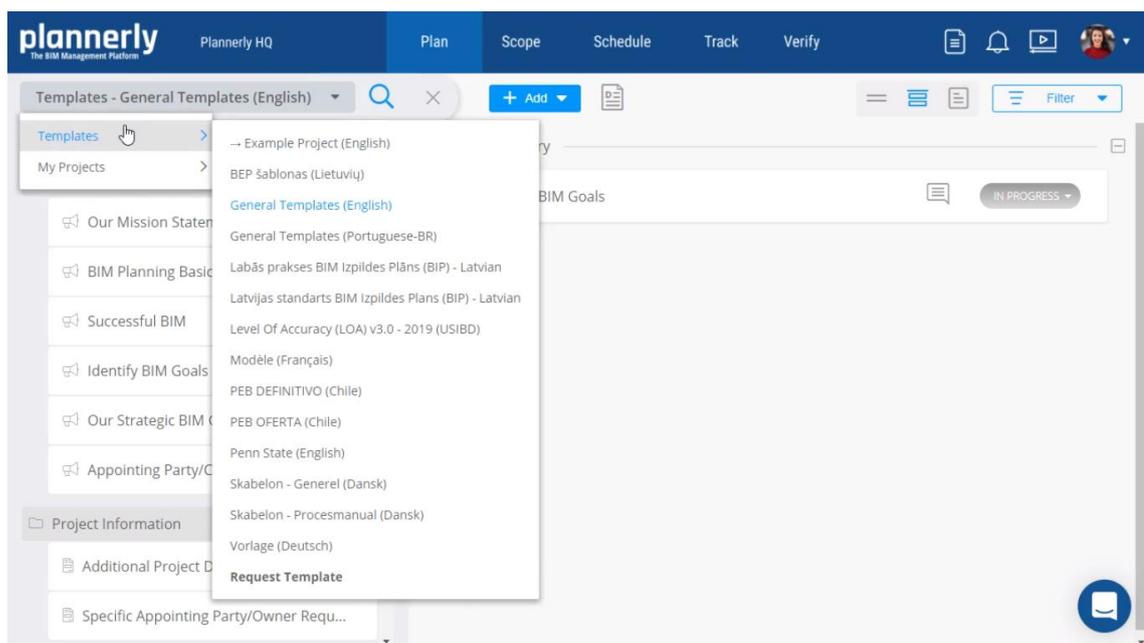
nível mínimo de desenvolvimento para auxiliar na comunicação dos membros da equipe de trabalho. Para tal, é necessário seguir os padrões que se adaptem melhor ao objetivo do projeto, seja o padrão LOD da AIA ou outra especificação/guia regional.

5.1. Software

O LOD Planner é um software desenvolvido pela *Smart Lean BIM* que visa facilitar o gerenciamento de projetos BIM, auxiliando na criação de Plano de Execução BIM (BEP), escopo e contrato BIM, através de uma plataforma colaborativa e integrada com os padrões e especificações globais. Assim, o LOD Planner conta com três módulos:

- I. BIM Execution Plan (BEP): apresenta *templates* baseados nas normas do Reino Unido, Estados Unidos e BIMForum, possibilitando um trabalho colaborativo em tempo real e com ferramentas simples de edição (Figura 104);

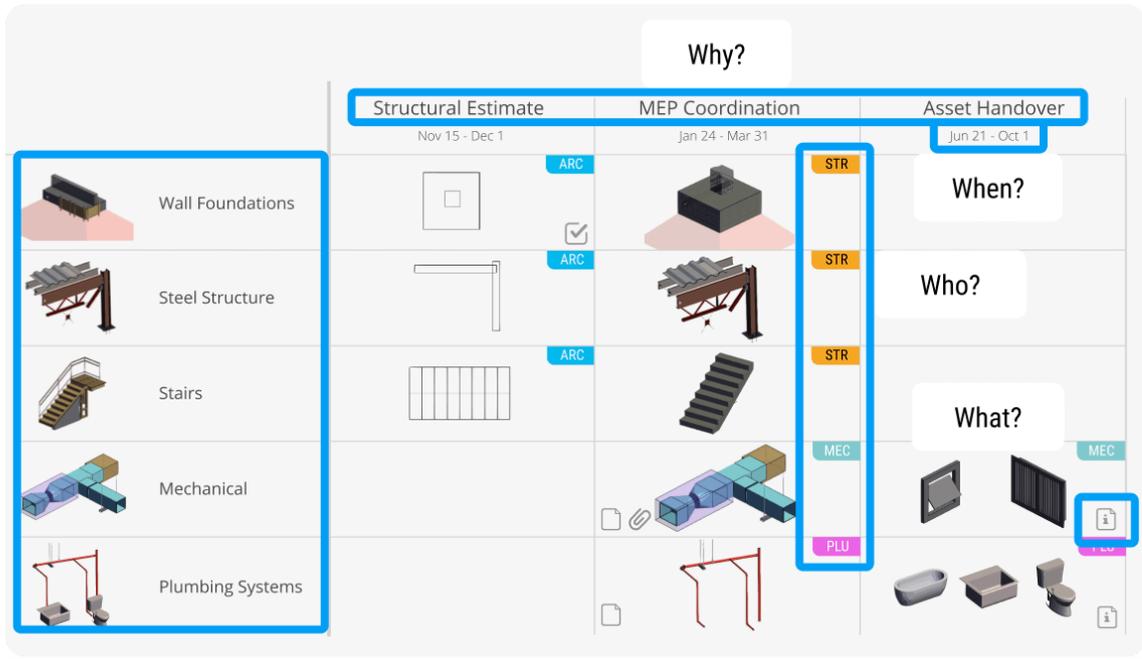
Figura 102 - Visão Geral do LOD Planner para execução de um BEP



Fonte: Plannerly, 2020.

- II. Visual LOD Matrix: auxilia no desenvolvimento do escopo ao apresentar uma estrutura visual e colaborativa que define geometrias, informações de requisitos e documentos, através de bibliotecas de objetos e ferramentas que possibilitam selecionar qual o padrão de especificação LOD que se pretende seguir (por exemplo, BIMForum, Brasil, Reino Unido etc.) (Figura 105);

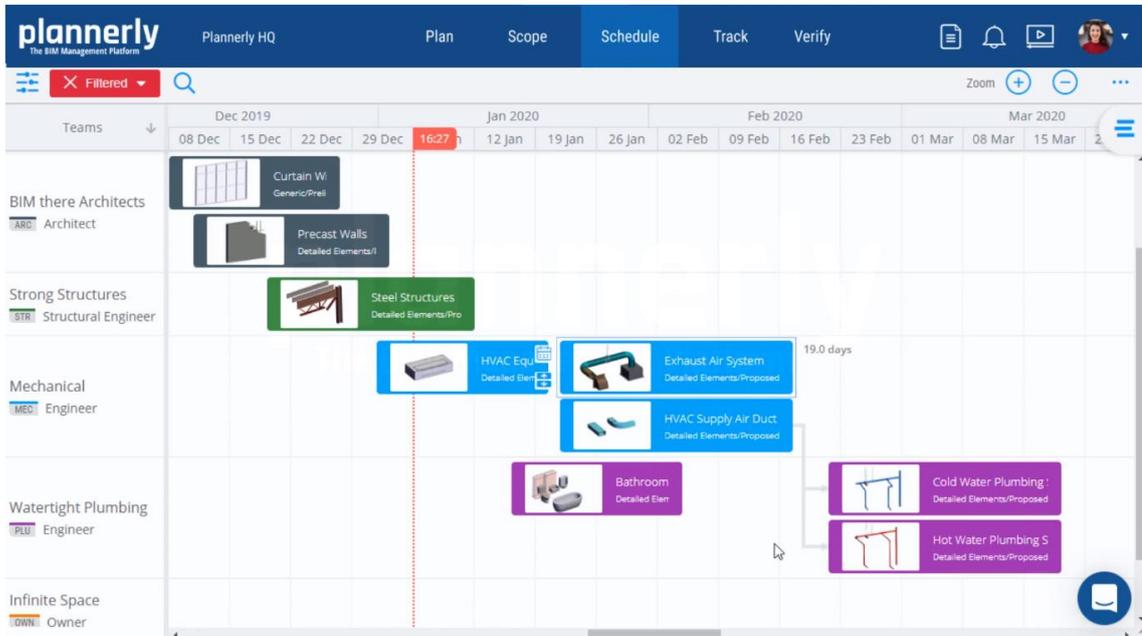
Figura 103 - Informações disponíveis no LOD Planner para escopo



Fonte: Plannerly, 2020.

- III. BIM Management: refere-se ao gerenciamento de projeto, facilitando a criação e a edição de cronogramas (Figura 106).

Figura 104 - Visão geral do LOD Planner para execução de cronogramas



Fonte: Plannerly, 2020.

AULA 18

BIM *Execution Plan*
(BEP)

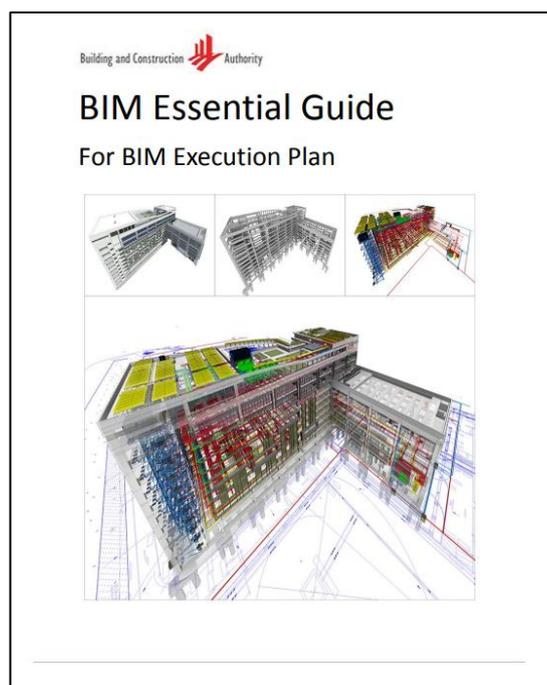
Aula 18: BIM Execution Plan (BEP)

1. ORIGEM E HISTÓRIA DO BEP

O conceito de BIM modifica tanto o modo de projetar quanto as relações de trabalho, seja entre os membros de uma equipe ou entre contratante e contratado. Assim, tornou-se necessária a criação de uma nova abordagem sobre o contrato de trabalho para atender às mudanças que ocorreram no fluxo de produção, especificando as diretrizes para a execução de um projeto em plataforma BIM (tais como os requisitos de informação, os tipos de entregas e os métodos de trabalho) de forma que todos os agentes envolvidos no processo o compreendam, evitando conflitos e retrabalhos em seu desenvolvimento. Nesse sentido, surge o conceito de BEP (*BIM Execution Plan*, ou “Plano de Execução BIM”, em tradução livre). O BEP nada mais é do que a concepção de uma estrutura que descreve os processos que ocorrem em um projeto BIM.

Não temos um registro oficial do primeiro BEP apresentado publicamente, mas um dos BEP pioneiros foi apresentado em Singapura, em 2013, pela BCA (*Building and Construction Authority*). O BEP ficou conhecido como “*BIM Essential Guide – For BIM Execution Plan*” (Figura 107) e pode ser acessado e baixado no site: <https://www.corenet.gov.sg/>.

Figura 105 - Guia de BEP de Singapura



Fonte: <https://www.corenet.gov.sg/media/586149/Essential-Guide-BEP.pdf>.

Outro BEP muito conhecido (e talvez até o primeiro) é o da Penn State, que publicou sua primeira versão em 2009. Recentemente, a empresa publicou uma última revisão (Figura 108), que pode encontrada no site: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/>.

Figura 106 - Guia de BEP da Penn State



Fonte: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/>

Segundo a buildingSMART, há aproximadamente 126 guias e modelos BEP no mundo; eles apresentam uma estrutura pertinente à realidade da indústria local da AECO.

2. CONCEITO DE BEP

De acordo com Mazione (2020), o Plano de Execução BIM é um documento que descreve quais os objetivos do BIM em um projeto e quais os procedimentos de trabalho a serem executados para que tais metas sejam alcançadas. Em outras palavras, é um instrumento contratual que define os requisitos de informações necessários para a compreensão das partes envolvidas no processo. Para a ISO 19650-2, o BEP explica como os aspectos de gestão de informações do contrato serão executados pela equipe de entrega, considerando sua capacidade e os recursos para gerenciar informações.

Dessa forma, o BEP pode ser compreendido como um documento que irá especificar os processos BIM ao longo do ciclo de vida do ativo, definindo responsabilidades, comunicação entre as equipes de trabalho e trocas de informações segundo as especificidades do projeto em questão. Logo, o plano deve ser estabelecido já no pré-contrato, especificando os requisitos de informação conforme os recursos da empresa e os objetivos do cliente, com a ressalva de que também é possível defini-lo no pós-contrato a fim de organizar e facilitar o gerenciamento do projeto.

2.1. Importância do BEP

O emprego de um Plano de Execução BIM irá influenciar no relacionamento das equipes, no tempo de trabalho, no compartilhamento de informações e na qualidade do projeto, sendo de extrema importância no processo de projeto em BIM.

Para o desenvolvimento de um projeto em plataforma BIM, a colaboração entre as equipes de trabalho e a interoperabilidade são essenciais; contudo, por ser uma tecnologia nova, muitos aspectos ainda não são consolidados sobre o uso do BIM. Assim, com a elaboração de um BEP – isto é, de um planejamento preliminar das atividades que precisam ser desenvolvidas –, todos os colaboradores têm consciência de suas tarefas (entendendo como e quando elas devem ser entregues, por exemplo), tornando o compartilhamento de informações mais transparente, seguro e eficiente.

Outra vantagem do Plano de Execução BIM refere-se ao tempo de trabalho, pois, com a definição de um cronograma e o compartilhamento mais eficiente de informações, os atrasos são evitados, tanto na fase de planejamento quanto em sua execução. Todos esses fatores aliados culminam no maior controle de qualidade do projeto, visto que os critérios são dispostos desde a sua concepção deste, preparando-o para as próximas etapas.

2.2. Estrutura do BEP

Como mencionado anteriormente, não há um Plano de Execução BIM padrão internacional; o que existem são modelos BEP que variam de acordo com cada região e projeto. Contudo, segundo Botton e Forgues (2018), os modelos BEP devem seguir uma estrutura básica que contenha:

- I. Informações do projeto (incluindo metas, estratégias de entrega e marcos), os usos do BIM e os entregáveis do modelo BIM;
- II. Recursos e planejamento BIM, englobando a estrutura do modelo, a infraestrutura tecnológica e o cronograma;
- III. Colaboração e trocas de informação, incluindo os procedimentos de colaboração, as equipes e suas funções, os protocolos de troca de informações, os principais contatos e os formatos dos entregáveis (Figura 109).

Figura 107 - Estrutura BEP



Fonte: <https://utilizandobim.com/blog/plano-de-execucao-bim/>

De forma geral, compreende-se que um Plano de Execução BIM deve especificar os objetivos e usos do BIM, bem como os processos de desenvolvimento de projeto e trocas de informação, além de definir responsabilidades dos envolvidos no fluxo de trabalho e de disponibilizar uma estrutura que dê suporte à aplicação do conceito BIM no processo de projeto. Contudo, vale ressaltar que cada projeto tem suas especificidades, que devem, por sua vez, ser consideradas na formulação de um BEP, para que sejam aplicados de forma eficiente, cumprindo seu objetivo de auxiliar na consolidação do uso do BIM.

3. APLICAÇÃO DO BEP NO MUNDO

O Plano de Execução BIM vem sendo aplicado no mundo através dos manuais e guias BIM. Esses documentos apresentam diretrizes para a formulação de um BEP de acordo com as realidades do setor de AECO local e as classificações mais utilizadas. Vale ressaltar que o Plano de Execução BIM deve ser elaborado conforme as especificidades de cada projeto; portanto, empresas e construtoras podem desenvolver seus próprios *templates* seguindo a estrutura básica citada anteriormente.

Assim, os guias desenvolvidos em países mais avançados quanto à aplicação de BIM têm se tornado modelos para outros países. São exemplos de modelos os guias de Singapura e do Reino Unido que, desde 2013, apresentam diretrizes para a formulação de um plano que auxilie no processo de projeto em BIM. Apesar de não ser uma estrutura normalizada, a ISO 19650, de 2019, já apresenta o BEP como uma parte fundamental no desenvolvimento de projeto, apontando sua importância desde a licitação e a pré-contratação.

3.1. Exemplos de aplicação

Entre os guias BIM para aplicação do BEP, destaca-se, no Brasil, a Coletânea de Guias BIM da ABDI, que apresenta uma proposta de Plano baseada em dados da AIA (*American Institute of Architects*), do BIMForum, do RIBA e do National BIM Standards US e coerente com a realidade local. As ferramentas utilizadas na construção do Plano de Execução BIM foram o VISIO e o Excel, da Microsoft, e a estrutura pode ser compreendida em sete partes:

- I. Define-se a lista de participantes do projeto, preenche-se uma tabela com as atividades que serão desenvolvidas no projeto e, ao longo da contratação, nomeiam-se os responsáveis por tais atividades;

- II. Definem-se as funções do projeto. Utilizando como base a planilha anterior, desenvolve-se uma nova especificando as etapas de projeto previstas e os responsáveis;
- III. Constrói-se o organograma do projeto, apresentando-o de modo resumido;
- IV. Definem-se os procedimentos de colaboração através de uma tabela, especificando o sistema de colaboração, as diretrizes de organização do modelo, formatos de arquivo, responsabilidades etc.;
- V. Determina-se a Matriz de Responsabilidades no Desenvolvimento de Elementos Projetuais através de uma tabela relacionada à classificação da NBR 15965 para definir o responsável e o Nível de Desenvolvimento;
- VI. Desenvolvem-se as planilhas de Matriz para a definição de requisitos dos espaços dela, visando à definição de responsabilidades pelos requisitos dos espaços – aqui, devem ser elencados quais requisitos devem (ou não) ser definidos para cada espaço, além da atribuição de responsabilidade pela inserção de seus valores, respectivamente;
- VII. Por fim, tem-se a definição de serviços e produtos, sendo que, para cada etapa prevista do projeto, devem ser definidos os respectivos produtos derivados de cada processo, assim como o uso BIM previsto (Figura 110).

Figura 108 - - Exemplo de Planilha de definição de produtos e serviços

PLANILHA MULTIDISCIPLINAR DE SERVIÇOS																	
2 - Viabilidade																	
Responsável	Processos	Descrição do Processo	Produtos	USO BIM PREVISTO													
				Generação de documentação	Extração de quantitativos	Especificações para compra	Organização	Deteção de interferências	Visualização	Análise 4D (para planejamento)	Análise Energética	Projeto/Instal. Hidráulica	Proj./estrutura	As-built	Gerenciamento da instalação		
Cliente Empreendedor	Análise Viabilidade	Estudo da rentabilidade dos investimentos considerando taxas de remuneração de capital a serem definidas em comum acordo, prazos de obra, valores máximos de exposição etc. No caso de taxas variáveis diferentes durante o estudo deve ser comparativo.	Planilhas e gráficos comparativos, Relatório - premissas e requisitos do empreendimento	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cliente Empreendedor	Estimativa de Custos	Elaboração de estimativas de custos e preços das obras com base em parâmetros gerais - por tipologia de pavimentos, fachadas, padrões de acabamento e equipamentos.	Planilhas de custos estimador														
Consultoria de Solo Sustentável	Estudo Ambiental	Levantamento da legislação existente, premissas de sustentabilidade pretendidas, potencial conformidade com os selos de sustentabilidade e definição das premissas a serem seguidas pelo empreendimento.	Relatório - premissas e requisitos do empreendimento, consulta de viabilidade	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Arquiteto Principal	Estudo Técnico e Legal, Análise de Impacto Ambiental e Urbanos	Avaliação das condições locais, topográficas, urbanas, legais, climáticas e outras aplicáveis, assim como dos requisitos fornecidos pelo cliente (funcionais, financeiros etc.), de modo a estabelecer as premissas para o desenvolvimento do estudo de viabilidade.	Modelos 3D de massa em formato IFC, Desenhos técnicos - arquivos DWG de folhas de desenhos 2D de plantas de situação e implantação, Quantitativos e quadros de área - planilhas de áreas estimadas, Fluxogramas	Sim	Sim	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Consultor de Desempenho Energético	Análise Solar e de Eficiência Energética	Análise de eficiência luminosa, térmica e energética de acordo com o modelo de massa concebido e se possível análise de cenários se houver mais de uma proposta de massa disponível.	Relatório - premissas e requisitos do empreendimento. Zoneamento técnico básico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Sim	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Arquiteto Principal	Desenvolvimento Estudo de Massa	Conceber a implantação geral em termos de massas edificadas do produto pretendido, de forma a verificar sua viabilidade física e legal. Conversão do posicionamento das edificações em função dos dados analisados e dos parâmetros legais (recuos, taxas de ocupação, etc.) e conversão a volumetria das	Modelos arquitetônicos 3D de massa em formato IFC, Desenhos técnicos - arquivos PDF de folhas de desenhos 2D de plantas de situação e implantação; Quantitativos e quadros de área - planilhas de áreas estimadas, Fluxogramas	Sim	Sim	N/A	Sim	N/A	Sim	N/A	Sim	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fonte: ABDI, 2017.

Singapura é conhecida pelo sucesso na implementação de práticas BIM. Assim, também apresenta um guia para a construção de um BEP. No documento *BIM Essential Guide For BIM Execution Plan*, encontra-se um *template* com nove seções descrevendo as informações que cada uma destas deve conter. Além disso, o plano apresenta, nos apêndices, duas tabelas auxiliares para determinação de casos de uso e elementos típicos de modelos BIM, relacionando as fases de projeto (Figura 111).

Figura 109 - Parte inicial do Template BEP Singapura

Section A: Project Information

This section defines basic project information.

1. Project Title: _____

2. Project Reference Number: _____

3. Contract Type / Delivery Method: _____

4. Brief Project Description & Address: _____

Section B: Project Members

Details of BIM Manager Contact

Contact Name	Title	Company	Email	Phone
	BIM Manager			

List of project members' and the respective BIM Coordinators' and Modellers' contacts.

Contact Name	Title	Company	Email	Phone
	BIM Coordinator			

Section C: Project Goals

Describe how BIM is used to achieve specific project goal at different stages of the project

Fonte: Building and Construction Authority, 2013.

O Reino Unido também é considerado uma referência em se tratando de BEP. Em sua apresentação, há dois *templates* para BEP: o que se desenvolve no pré-contrato e o que se refere ao pós-contrato. Assim, no pré-contrato, o BEP irá conter informações de projeto, informações exigidas pelo EIR, planejamento de trabalho e segregação de dados, processos de colaboração, informações de saúde e segurança, plano de conformidade, plano de implementação do projeto, metas do projeto para colaboração e modelagem da informação, principais

marcos do projeto e, finalmente, estratégia de entrega do modelo de informações do projeto. Já no pós-contrato, o *template* contém as informações iguais às do pré-contrato – salvas as possíveis alterações –, até o plano de implementação. Após isso, são inseridos os dados de gestão, planejamento e documentação, métodos e procedimentos padrão e soluções de tecnologia (Figura 112).

Figura 110 - Plano de Execução BIM de acordo com o guia do Reino Unido



Fonte: <https://www.globalcad.co.uk/the-bim-execution-plan-how-important-is-it/>

Recentemente, a Nova Zelândia publicou um guia que engloba praticamente todos os aspectos BIM do país. Entre esses guias e apêndices, encontra-se um *template* para BEP exemplificado. A estrutura do plano contém o registro de revisão, as informações e o cronograma do projeto, os contatos dos profissionais, os objetivos, os responsáveis pelas informações, os requerimentos do cliente, as equipes de trabalho e de usos do BIM, a gestão e a troca de informações, o cronograma de troca de informações, os sistemas de medição e coordenadas, tolerância dos modelos, os padrões e a estrutura do modelo, o documento de descrição do modelo (MDD), a permissão e o acesso, a agenda de reuniões, os entregáveis do projeto, as verificações de controle de qualidade e, por fim, os documentos de referência e padrões (Figura 113).

Figura 111 - Parte inicial do template BEP da Nova Zelândia

PREPARED BY:	COMPANY:	DATE:
Jim Bim	ABC Company	1/1/2019

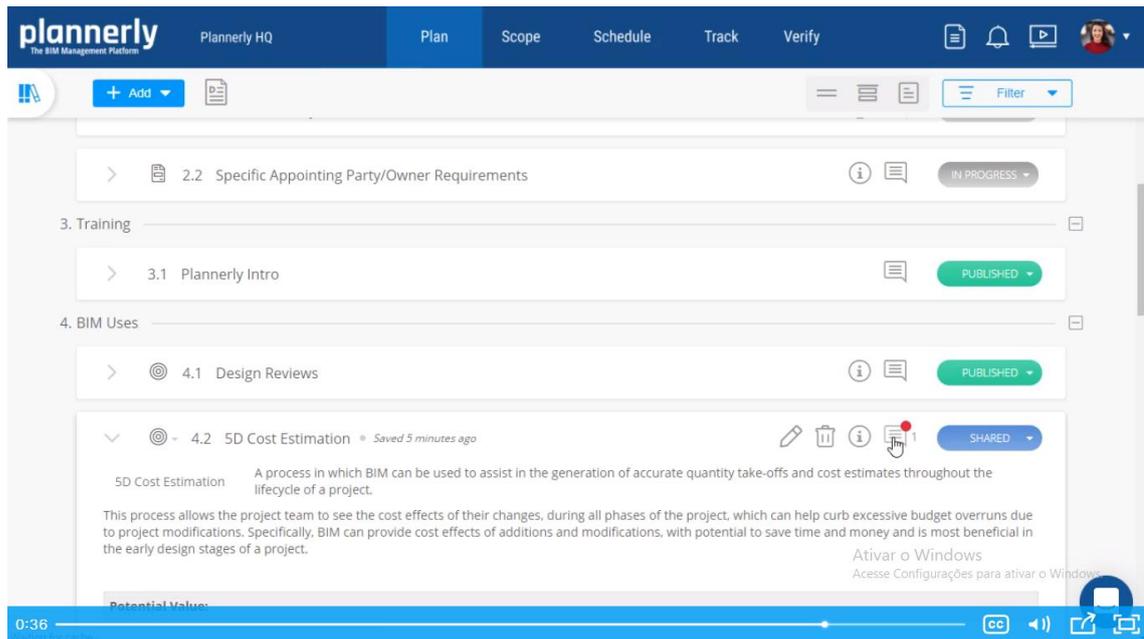
Revision record			
REVISION:	DATE:	REVIEWERS:	COMMENTS:
A	1 NOV 2019	XMT	

Project information	
PROJECT NAME:	Media Centre
PROJECT OWNER:	Media Company X
PROJECT ADDRESS/LOCATION:	239 Ponsonby Road, Freemans Bay, Auckland 1011
BRIEF PROJECT DESCRIPTION:	Retrofitting and renovation of existing building (159 sq.m.) And construction of new building (260 sq.m.) Attached to the existing one. New media centre will consist of flexible office for 15-20 people and soundproofed studio spaces. Office space to be designed flexible to enable various layouts of the space. High attention to be paid for passive environmental control to achieve minimum building's energy use.
CONTRACT TYPE/DELIVERY METHOD:	Design and Build
CONTRACTOR ENGAGEMENT – INDICATIVE DATE:	01.04.2019
HAS A PROJECT BIM BRIEF BEEN COMPLETED?	Yes

Fonte: *The New Zealand Handbook, 2019.*

Além dos guias BIM para construção e aplicação de BEP, há também softwares que auxiliam nesse processo. Um exemplo é o LOD Planner, desenvolvido para facilitar o gerenciamento do processo de projeto BIM. Ele permite a criação de um Plano de Execução BIM de forma mais rápida e eficiente ao apresentar *templates* alinhados às normas BIM. Além disso, o aplicativo dispõe de um ambiente colaborativo em tempo real, ferramentas fáceis de edição e a possibilidade de classificação das etapas de trabalho em três status (“compartilhado”, “publicado” e “em progresso”), facilitando a visualização e a compreensão dos membros da equipe (Figura 114).

Figura 112 - Visão geral do LOD Planner



Fonte: Plannerly, 2020.

REFERÊNCIAS

AEC3 DEUTSCHLAND GMBH. **BIM for Infrastructure** – international standardisation. 2016. Disponível em: <https://syncandshare.lrz.de/download/MktrQIVFTm1CTHbLS3INcW5MQVdz/IFC%20Rail%2BRoad/2016-11-14_ifcRail%26Road/Pr%C3%A4sentationen/2016-11-14_IFC%20Standard%20for%20Infrastructure.pdf?inline>. Acesso em: 7 set 2020.

AFLALO GASPERINI ARQUITETOS. *Infinity Tower*. Disponível em: <<https://aflalogasperini.com.br/blog/project/infinity-tower/>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, DF: ABDI, 2017. Vol. 3; 67 p.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Guia 1- O processo de projeto BIM**. Brasília: ABDI, 2017.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Guia 3 – BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção**. Brasília: ABDI, 2017.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Guia 4 - Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia**. Brasília: ABDI, 2017.

Agência Brasileira de desenvolvimento Industrial. **Guia2 - Classificação da informação no BIM**. Brasília: ABDI, 2017.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **O Processo de Projeto BIM**: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília, DF: ABDI, 2017. Vol. 1; 82 p.

AGILE ALLIANCE.
Kanban.<[>](https://www.agilealliance.org/glossary/kanban/#q=~(infinite~false~filters~(postType~(~'page~'post~'aa_book~'aa_event_session~'aa_experience_report~'aa_glossary~'aa_research_paper~'aa_video))~tags~(~'kanban))~searchTerm~'~sort~false~sortDirection~'asc~page~1)). Acesso em: 2 set. 2020.

AGILE MANIFESTO. *Princípios por trás do Manifesto Ágil*.<<https://agilemanifesto.org/iso/ptbr/principles.html>>. Acesso em: 2 set. 2020.

AIA, AIA MINNESOTA, SCHOOL OF ARCHITECTURE. *IPD Case Studies*. University of Minnesota: 2012.

A-LAB. *Statoil Regional and International Offices*. 2012. Disponível em: <<https://a-lab.no/project/statoil-regional-and-international-offices/#1>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ALBUQUERQUE, Karina. *As licitações para empresas públicas após o advento da Lei nº 13303/2016*, 2019. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/72656/as-licitacoes-para-empresas-publicas-apos-o-advento-da-lei-n-13303-2016>>. Acesso em 12 set. 2020.

ALMEIDA, F.; ANDRADE, M. A integração entre BIM e GIS como ferramenta de gestão urbana. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

ALVES, Celestino Maia Fradique. et al. **O que são os BIM?** 16f. Mestrado Integrado - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2012. Disponível em:<https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2012_13/files/REL_12MC08_03.PDF>Acesso em: 23 jul 2020.

ANDRADE, Luiza. *O que é o ciclo PDCA e como ele pode melhorar seus processos*, 2017. <<https://www.siteware.com.br/metodologias/ciclo-pdca>>. Acesso em: 6 set. 2020.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. APPLICATION INTEROPERABILITY BIM USED IN ARCHITECTURE THROUGH THE FORMAT IF.

ANDRÉ, Luis. **O que é Level of Development**. 2019. Disponível em: <https://qualificad.com.br/o-que-e-level-of-development/>. Acesso em: 26 ago. 2020.

APA. *Galeria Pólnocna*. Disponível em: <<https://www.apa.com.pl/pl/projekty/615-galeria-polnocna>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ARCHDAILY BRASIL. *Casa Piedra Blanca / Pablo Lobos Pedrals, Angelo Petrucelli*. 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/900021/casa-piedra-blanca-pablo-lobos-pedrals-angelo-petrucelli>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

ARCHDAILY BRASIL. *Escritório Regional e Internacional da Statoil / a-lab*. 2012. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-157168/escritorio-regional-e-internacional-da-statoil-slash-a-lab>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ARCHDAILY BRASIL. *Incubadora Universidade Macquarie / Architectus*. 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/916854/incubadora-universidade-macquarie-architectus>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ARCHDAILY BRASIL. *Infinity Tower / KPF e Aflalo & Gasperini Arquitetos*. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-73554/infinity-tower-kpf-e-aflalo-e-gasperini-arquitetos>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

ARCHDAILY BRASIL. *Torre BBVA Bancomer / LEGORRETA + LEGORRETA + Rogers Stirk Harbour + Partners*. 2016. Disponível em: <

<https://www.archdaily.com.br/br/783266/torre-bbva-bancomer-legorreta-plus-legorreta-plus-rogers-stirk-harbour-plus-partners>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ARCHDAILY. *The Bergeron Centre For Engineering Excellence / ZAS Architects*. 2015. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/778905/the-bergeron-centre-for-engineering-excellence-zas-architects>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ARCHELLO. *BBVA Bancomer by LegoRogers (Legorreta + Legorreta and Rogers Stirk Harbour + Partners)*. Disponível em:< <https://archello.com/project/bbva-bancomer-tower>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ARCHISTAR ACADEMY. **Worldwide BIM and the Initiatives of Different Nations**. 2020. Disponível em: <<https://academy.archistar.ai/worldwide-bim-and-the-initiatives-of-different-nations>>. Acesso em: 19 ago 2020.

ARCHITECTURAL SERVICES DEPARTMENT. *Architectural Services Department Sustainability Report*. Hong Kong, 2019.

ARCHITECTURAL SERVICES DEPARTMENT. *The construction of a New Refuse Collection Point at Site 1J4 at the Kai Tak Development*. Hong Kong, 2019. Disponível em: <https://www.archsd.gov.hk/archsd/html/report2019/en/new_refuse_collection_point.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

ARGENTINA. **Plan de implementación de metodología BIM para obra pública**. 2019. Disponível em: <<https://www.argentina.gob.ar/noticias/plan-de-implementacion-de-metodologia-bim-para-obra-publica>>. Acesso em: 26 ago 2020.

ARRUDA, Carlos; LOTT, Mario; BURCHARTH, Ana; DRUMOND, Mariana; BEDê, Fernanda. **BORN TO BE UAI: A DESCENTRALIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA EMBRAER PARA BELO HORIZONTE**. Belo Horizonte: Fdc, 2016. Disponível em: [http://acervo.ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Casos/Casos%202016/Born%20to%20be%20Uai%20-%20Caso%20Institucional%20Embraer%20\(final\).pdf](http://acervo.ci.fdc.org.br/AcervoDigital/Casos/Casos%202016/Born%20to%20be%20Uai%20-%20Caso%20Institucional%20Embraer%20(final).pdf). Acesso em: 11 ago. 2020.

ARUP. *A twisting tower realised through collaborative design*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/pwc-tower>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ARUP. *Engineering design puts Warsaw's new shopping destination on solid ground*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/a100-a115-motorway-junction-berlin-funkturm-bim-management>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ARUP. *How BIM is helping optimise one of Germany's busiest traffic junctions*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/a100-a115-motorway-junction-berlin-funkturm-bim-management>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ARUP. *How can you transform Cbu Airport into a world-class resort gateway?*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/mactan-cebu-international-airport>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

ARUP. *New abalone processing facility supports a sustainable export business*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/ocean-grown-abalone-facility>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

ARUP. *Power, spa and sludge*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/t-park>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

ARUP. *Upgrade of paper mil to accommodate new production machinery*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/nampak-paper-mill>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ARUP. *York University's first building in its new engineering campus*. Disponível em: <<https://www.arup.com/projects/bergeron-centre-for-engineering-excellence>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Construção de edificação: organização de informação da construção Parte 2 – Estrutura para classificação de informação. ABNT NBR ISO 12006-2, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações - Arquitetura**. Rio de Janeiro. 1995. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/arquitetura/files/2013/01/NBR-13532-Projeto-de-Arquitetura.pdf>>. Acesso em: 8ago 2020.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-1**: Sistema de Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-2**: Sistema de Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-3**: Sistema de Classificação da Informação da Construção - Parte 3 - Processos da construção. Rio de Janeiro: Abnt, 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15965-7**: Sistema de Classificação da Informação da Construção - Parte 7 Informações da construção. Rio de Janeiro: Abnt, 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 12006-2**: Construção ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **PROJETO ABNT NBR 16636-1: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 1: Diretrizes e terminologia**. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2017/07/P_ABNTNBR16636-1_2017CN.pdf>. Acesso em: 8ago 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **PROJETO ABNT NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: Projeto arquitetônico**. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: <<https://www.caubr.gov.br/wp->

[content/uploads/2017/07/P_ABNTNBR16636-2_2017CN-1.pdf](#)>. Acesso em: 8ago 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM: Fascículo II**. 2015. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>>. Acesso em: 8ago 2020.

ATO9. *Instituto de Cardiologia – São José*. Disponível em: <<http://ato9.com.br/projetos/instituto-de-cardiologia-sao-jose/>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

AUTODESK. About Energy Analysis for Autodesk Revit. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Revit-Analyze/files/GUID-A4C490A7-A86C-4027-B829-A77AB3211B60-htm.html>. Acesso em: 23 ago 2020.

AUTODESK. **BIM for Infrastructure: A vehicle for business transformation**. 2012. Disponível em: <<https://www.my-morpheus.com/UserFiles/file/bim-vehicle-for-business-transformation-whitepaper-en.pdf>>. Acesso em: 29 ago 2020.

AUTODESK. Navisworks; Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>. Acesso em: 20 ago 2020.

BENTLEY. **Beifang Investigation Design & Research Co. Ltd: Parametric Design Application of Hydropower Engineering**. 2013. Disponível em: <https://www.bentley.com/pt/project-profiles/beifang-investigation-design-and-research_parametric-design-application-of-hydropower-engineering>. Acesso em: 06 set 2020.

BENTLEY. **BIM Advancements and Digital Twins Optimize Design and Construction of China's Meitan-Shiqian Expressway**. 2019. Disponível em: <<https://www.bentley.com/en/about-us/news/2019/october/21/989-ai-chongqing-guizhou>>. Acesso em: 06 set 2020.

BENTLEY. Synchro. Disponível em: <https://www.bentley.com/en/products/brands/synchro> Acesso em: 21 ago 2020.

BIM FORUM. **Level Of Development (Lod) Specification Part I & Commentary: For Building Information Models and Data**. 2019. Disponível em: https://bimforum.org/resources/Documents/BIMForum_LOD_2019_reprint.pdf Acesso em: 26 ago 2020.

BIM FORUM. Level Of Development Specification for Building Information Modelling. 2016. Disponível em www.bimforum.org/lod.

BIM MANDATE. *In: BIM Dictionary*. BIme Initiative, 2020. Disponível em: <<https://bimdictionary.com/en/bim-mandate/1>>. Acesso em: 25 ago 2020.

BIM NETZWERK. **Häufig gestellte Fragen**. 2018. Disponível em: <https://bim-gestalten.de/faq/> Acesso em: 07 set 2020.

BIM, (Building Information Modelling). *BBVA Bancomer*. Disponível em: <<https://www.esbim.es/en/casos-de-exito/bbva-bancomer/>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

BIM, (Building Information Modelling). *Meilahti Tower Hospital*. Disponível em: <<https://www.esbim.es/en/casos-de-exito/meilahti-tower-hospital/>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Bloco (13): o ensino e a prática de projeto / organização Centro de Arquitetura e Urbanismo. – Novo Hamburgo: Feevale, 2017. 228 p.; il.; 21 cm.

BOLPAGNI, Marzia. **The many faces of LOD**. 2016. Disponível em: <https://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html> Acesso em: 26 ago 2020.

BOTON, Conrad. FORGUES, Daniel. Practices and Processes in BIM Projects: An Exploratory Case Study. **Advances in Civil Engineering**, vol. 2018, 12 páginas, 2018.

BRADLEY, A. *et al.* **BIM for infrastructure**: An overall review and constructor perspective. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307957613_BIM_for_infrastructure_An_overall_review_and_constructor_perspective>. Acesso em: 28 ago 2020.

BRASIL, AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. *Representantes do mercado de seguros propõem ajustes na nova Lei de Licitações*, 2018. Disponível em: <<http://www.camara.leg.br>>. Acesso em 14 set. 2020.

BRASIL, Decreto Nº 10.306/20. Utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, 2020. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 14 set. 2020.

BRASIL, Decreto Nº 9.983/19. *Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e Comitê Gesto da Estratégia do BIM*, 2019. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 14 set. 2020.

BRASIL, Lei Federal 12.462/11. *Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC*, 2011. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 08 set. 2020.

BRASIL, Lei Federal 13.303/16. *Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios*, 2016. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 08 set. 2020.

BRASIL, Lei Federal 8.666/93. *Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal*, 1993. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 08 set. 2020.

BRASIL, Projeto de Lei 1292/95. *Altera a lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal*, 1995. Disponível em: <<http://www.camara.leg.br>>. Acesso em 13 set. 2020.

BRASIL, Projeto de Lei 1292/95. *Substituto ao Projeto de Lei Nº 1.292, de 1995*, 2019. Disponível em: <<http://www.camara.leg.br>>. Acesso em 13 set. 2020.

BRASIL, Tribunal de Contas da União. *Fiscobras 2019: Fiscalização de obras públicas pelo TCU*. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<http://portal.tcu.gov.br>>. Acesso em 13 set. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de Engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da Administração Pública Federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* - Estratégia *BIM* BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 de abr. de 2020. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2020/decreto-10306-2-abril-2020-789938-publicacaooriginal-160263-pe.html>>. Acesso em: 26 ago 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011**. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC; altera a Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, a legislação da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) e a legislação da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero); cria a Secretaria de Aviação Civil, cargos de Ministro de Estado, cargos em comissão e cargos de Controlador de Tráfego Aéreo; autoriza a contratação de controladores de tráfego aéreo temporários; altera as Leis nºs 11.182, de 27 de setembro de 2005, 5.862, de 12 de dezembro de 1972, 8.399, de 7 de janeiro de 1992, 11.526, de 4 de outubro de 2007, 11.458, de 19 de março de 2007, e 12.350, de 20 de dezembro de 2010, e a Medida Provisória nº 2.185-35, de 24 de agosto de 2001; e revoga dispositivos da Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 de ago. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12462.htm>. Acesso em: 8ago 2020.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 8ago 2020.

BRASIL. Projeto de Lei nº 1292-F, de 1995. Substitutivo da Câmara dos Deputados ao Projeto de Lei nº 1.292-E de 1995 do Senado Federal (PLS nº 163/95 na Casa de origem), que “Altera a lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que

regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências”. Brasília, DF, 12 de dez. 1995. Disponível em: <<http://www.novaleilicitacao.com.br/wp-content/uploads/2019/11/Projeto-Nova-Lei-de-Licitacao.pdf>>. Acesso em: 8ago 2020.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION – BSI. Building information models: Information delivery manual - Part 1: Methodology and format. BS ISO 29481-1, 2010.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. BSI Standards. 2013. Disponível em: <https://www.hfms.org.hu/joomla/images/stories/PAS/PAS1192-2-BIM.pdf> Acesso em: 07 set 2020.

BSPAR. *BS Design*. Disponível em: <<https://www.bspar.com.br/imoveis/bs-design/>>. Acesso em: 26 ago. 2020

BUGARIN, Paulo Soares. O Princípio Constitucional da Eficiência, um Enfoque Doutrinário Multidisciplinar. Brasília: revista do Tribunal da União – Fórum Administrativo, mai/2001, p. 240.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. **BIM Essential Guide For BIM Execution Plan**. 2013. Disponível em: <https://www.corenet.gov.sg/media/586149/Essential-Guide-BEP.pdf> Acesso em: 07 set 2020.

Building Research Levy; BIM Acceleration Committee; Ministry of Business, Innovation and Employment. **Appendix C Levels of Development Definitions**. The New Zealand Handbook, 3ª Ed. 2019.

Building Research Levy; BIM Acceleration Committee; Ministry of Business, Innovation and Employment. **Appendix Hi Project BIM Execution Plan - Exemple**. The New Zealand Handbook, 3ª Ed. 2019.

BUILDINGSMART INTERNATIONAL. **An Integrated Process for Delivering IFC Based Data Exchange**. 2012. Disponível em: https://standards.buildingsmart.org/documents/IDM/IDM_guide-IntegratedProcess-2012_09.pdf Acesso em: 13 ago 2020.

BUILDINGSMART INTERNATIONAL. **Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods**. 2010. Disponível em: https://standards.buildingsmart.org/documents/IDM/IDM_guide-CompsAndDevMethods-IDMC_004-v1_2.pdf Acesso em: 13 ago 2020.

BUILDINGSMART. BIM Guides Project. 2018. Disponível em: <http://bimguides.vtreem.com/bin/view/Main/> Acesso em: 02 set 2020.

BUILDINGSMART. International home of OpenBIM. Disponível em <http://buildingsmart.org/>. Acesso em 06/12/2016.

BUILDINGSMART. **Part 1 - The UML Model Report Introduction to the IFC Harmonised Schema Extensions**. Vol. 04. Abril 2020. Disponível em: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2020/06/IR-CS-WP2-UML_Model_Report_Part-1_.pdf Acesso em: 10 set 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Contribuição da CBIC para o manual “Orientações para Elaboração de Planilhas Orçamentárias de Obras Públicas”**. Brasília, DF, dez de 2014. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha_CBIC_TCU_2014.pdf. Acesso em: 8ago 2020.

CAMARGO, Renata Freitas de. *Gestão Colaborativa: Descubra os ganhos que trabalhar com cooperação pode trazer para sua empresa!* 2016. <https://www.treasy.com.br/blog/gestao-colaborativa>. Acesso em: 6 set. 2020.

CAMARGO, Renata Freitas de. *Saiba como aplicar o Kaizen para Redução de Custos e Melhoria Contínua da empresa e a relação no Controller nesse processo*, 2017. <https://www.treasy.com.br/blog/kaizen>. Acesso em: 6 set. 2020.

CATELANI, Wilton Silva; SANTOS, Eduardo Toledo. Normas brasileiras sobre BIM. **Concreto e Construção**, São Paulo, e.84, p. 54-59, dez. 2016. Disponível em: <https://www.makebim.com/wp-content/uploads/2017/05/NORMAS-BIM-BRASIL.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

CERQUEIRA, Ricardo José Ahmad; VACOVSKI, Eduardo. *O impacto de um projeto de Engenharia deficiente nas obras públicas: uma análise a partir dos apontamentos do Tribunal de Contas da União*.

Classificação da Informação da Construção - Parte 1 - Terminologia e Estrutura. Rio de Janeiro: Abnt, 2011.

Classificação da Informação da Construção - Parte 2 - Características dos objetos da construção. Rio de Janeiro: Abnt, 2012.

COLUCCI, E. et al. **HBIM-GIS Integration: From IFC to CityGML Standard for Damaged Cultural Heritage in a Multiscale 3D GIS**. *Appl. Sci.* 2020, 10, 1356. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/4/1356/htm>. Acesso em: 07 set 2020.

CONCEITO DE. **Ciclo de vida**. 2012. Disponível em: <https://conceito.de/ciclo-de-vida>. Acesso em: 11 ago 2020.

CONSTRUCTION INDUSTRY COUNCIL. **CIC Building Information Modelling Standards (Phase One)**. 2015. Disponível em:

http://www.cic.hk/files/page/51/CIC%20BIM%20Standards_FINAL_ENG_v1.pdf

Acesso em: 06 set 2020.

Construction Project Information Committee. **Post-Contract Building Information Modelling (BIM) Execution Plan (BEP)**. 2013. Disponível em:

https://www.cpic.org.uk/wp-content/uploads/2013/06/cpix_post_contract_bim_execution_plan_bep_r1.0.pdf

Acesso em: 07 set 2020.

Construction Project Information Committee. **Pre-Contract Building Information Modelling (BIM) Execution Plan (BEP)**. 2013. Disponível em:

https://www.cpic.org.uk/wp-content/uploads/2013/06/cpix_pre-contract_bim_execution_plan_bep_v2.0.pdf Acesso em: 07 set 2020.

D'LIRA, Itamar. FARIAS, Julio Cesar. O que é PEB e quais suas vantagens. SPBIM, 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-peb-e-quais-suas-vantagens/> Acesso em: 03 set 2020.

DANIEL W.M. CHAN, TIMOTHY O. OLAWUMI, ALFRED M.L. HO. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*. Setembro 2019, vol. 25, pp (1-10).

DARÓS, José. BIM 10D construção industrializada. 2019. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/> Acesso em: 24 ago 2020.

DARÓS, José. BIM 9D lean construction. 2019. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/bim-9d-lean-construction/> Acesso em: 24 ago 2020.

DARÓS, José. **O que é Plano de Execução BIM?**. Utilizando BIM, 2019. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/plano-de-execucao-bim/> Acesso em: 07 ago 2020.

DARÓS, José. O que é Plano de Execução BIM? 2019. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/plano-de-execucao-bim/> Acesso em: 03 set 2020.

DIREITO NET. Licitação: *Conceito, princípios, objeto, modalidades, casos de dispensa e inexigibilidade, procedimento e sua invalidação*, 2007 com atualização em 2017. Disponível em: <<https://www.direitonet.com.br/resumos/exibir/263/Licitacao>>. Acesso em 11 set. 2020.

DRUMOND, Claire. *Scrum: Saiba como usar o Scrum da melhor forma*. Disponível em: <<https://www.atlassian.com/br/agile/scrum>>. Acesso em: 2 set. 2020.

DTM STUDIO. *Projeto Infinity*. Disponível em: <<https://dtmstudio.com.br/DTM/project/projeto-infinity/>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

EASTMAN, C. M. et al. BIM Handbook: a Guide to Building Information Modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 1ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley, 2008. p. 11-12.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre, Bookman Editora LTDA, 2014. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=YSg6AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=bim+na+arquitetura&ots=ITZrJfAwf&sig=YeP6Hbqm3cRnCwF19KxWSrwbkE#v=onepage&q=bim%20na%20arquitetura&f=false>> Acesso em: 23 jul 2020.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre, Bookman Editora LTDA, 2014. Disponível em: Acesso em: 20 ago 2020.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. Manual de BIM: um guia de Modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores – Porto Alegre: Bookmann, 2014.

EGESTOR. *Kanban: O que é, como funciona e como implantar esse método*, 2020. <<https://blog.egestor.com.br/kanban>>. Acesso em: 5 set. 2020.

ENERGYPLUS. EnergyPlus. Disponível em: <https://energyplus.net/> Acesso em: 23 ago 2020.

ESPINHA, Roberto Gil. *Kanban: O que é tudo sobre gerenciar fluxos de trabalho.* <<https://artia.com/kanban>>. Acesso em: 4 set. 2020.

ESTRADA, J. G. Prevenção de riscos na fase de projeto com base na metodologia BIM. 2015. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Aveiro, Aveiro, 2015.

Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP. Observatório da Construção. São Paulo, 2014.

FINNISH ARCHITECTURE NAVIGATOR. *Meilahti Tower Hospital*. Disponível em: <<https://navi.finnisharchitecture.fi/renovation-of-meilahti-tower-hospital/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

FISCHER, M.; KUNZ, J. The Scope and Role of Information Technology in Construction. Relatório Técnico nº 156 do Center for Integrated Facility Engineering da Universidade de Stanford, Califórnia, 2004. Disponível em <http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR156.pdf>. Acesso em nov/2015.

FNU CUT. *Texto base do PL 1292/95 é aprovado na Câmara Federal*, 2019. Disponível em: <<https://www.fnucut.org.br/texto-base-do-pl-1292-95-e-aprovado-na-camara-federal>>. Acesso em 13 set. 2020.

FREIRE, Gustavo H. A.; MARTHA, Luiz F.; SOTELINO, Elisa D.. INTEROPERABILIDADE ENTRE PLATAFORMA BIM E FERRAMENTA DE ANÁLISE ESTRUTURAL UTILIZANDO INDUSTRY FOUNDATION CLASSES (IFC). **XXXVI Ibero-Lan American Congress On Computaonal Methods In Engineering**, Rio de Janeiro, nov. 2015. Disponível em: http://www.swge.inf.br/PDF/CILAMCE2015-0075_025590.PDF. Acesso em: 13 ago. 2020.

GARIBALDI, [Bárbara Cristina Blank](#). **BIM e segurança do trabalho**. 2020. Disponível em: <https://www.sience.com.br/blog/bim-e-seguranca-do-trabalho/>Acesso em: 24 ago 2020.

GARIBALDI, Bárbara Cristina Blank. BIM e segurança no trabalho, 2020. Disponível em: <<https://www.sience.com.br/blog/bim-e-seguranca-do-trabalho>>. Acesso em 14 set. 2020.

GASPA, João. O significado atribuído a BIM ao longo do tempo. Dissertação de Mestrado. Unicap – Campinas, SP, 2019.

Gestão & Tecnologia de Projetos, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 76-111, 15 dez. 2009. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (ÁGUIA). <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v4i2.102>.

GONÇALVES, Gustavo Carezzato. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseados na ISO 19650**. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

GONÇALVES, Victor. *Kaizen: O que é e como aplicar?*<<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-kaizen>>. Acesso em: 6 set. 2020.

GOVERNO DE SANTA CATARINA/SECRETARIA DE ESTADO DA SAUDE. *Projeto da sede do Instituto de Cardiologia é finalista na edição 2018 do Prêmio BIM*. 2018. Disponível em: <<https://www.saude.sc.gov.br/index.php/noticias-geral/todas-as-noticias/1629-noticias-2018/10406-projeto-da-sede-do-instituto-de-cardiologia-e-finalista-na-edicao-2018-do-premio-abim>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

GRANDLUND. *Meilahti Tower Hospital is now energy efficient*. 2015. Disponível em: <<https://www.granlundgroup.com/finland/news/meilahti-tower-hospital-is-now-energy-efficient/>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

GUIA 1 da ABDI

HET NATIONAAL BIM PLATFORM. **Levels of Detail**. Disponível em:
<https://hetnationaalbimplatform.nl/levels-of-detail.php> Acesso em: 07 set 2020.

Hore, A.; McAuley, B.; West, R. **Global BIM Study**: Lessons for Ireland's BIM Programme. Construction IT Alliance Limited, 2017. Disponível em:
<<https://arrow.tudublin.ie/beschrecrep/17/>>. Acesso em: 26 ago 2020.

<http://minicad.mapsoft.com.au/Home/Products#:~:text=Its%20flagship%20product%20is%20miniCAD,well%20as%20on%20Windows%20PC's>.

http://www.abnt.org.br/images/Docspdf/ESTATUTOABNT_abril18.pdf

<http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>

<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>

<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim>

<http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Dsn/Dsn14473.htm

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9983.htm

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm

<https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-administrativo/o-estudo-dos-principios-da-eficiencia-eficacia-e-economicidade-na-administracao-publica/>

https://archive.is/19970710194453/http://www.ideagraphix.com/news/acq_news.html#selection-451.15-451.140

<https://bimdictionary.com/>

<https://blog.buildingsmart.org/blog/what-does-ifc-stand-for>

<https://estrategiabimbr.abdi.com.br/linhadotempo>

<https://mundogeo.com/2018/07/05/bentley-systems-adquire-a-synchro-software-para-expandir-modelagem-4d/>

https://standards.buildingsmart.org/documents/IDM/IDM_guide-CompsAndDevMethods-ID

https://transparencia.caubr.gov.br/arquivos/PROJETO_134.000.02-001_4_TEXTO_BASE-2.pdf

<https://web.archive.org/web/20181124220315/http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases>

<https://www.accasoftware.com/ptb/quem-somos>

<https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>

<https://www.buildingsmart.org/chapter-directory/>

<https://www.cadalyst.com/aec/the-five-fallacies-bim-part-1-1-2-3-revit-tutorial-3688>

https://www.cdbb.cam.ac.uk/system/files/documents/FutureCitiesandBuildingInformationManagement_Report.pdf

<https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/relatorios/relatorios-de-auditorias/RGMDIC2018.pdf>

<https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-guides/bim-guide-01-bim-overview>

<https://www.iso.org/home.html>

<https://www.letsbuild.com/nl/blog/de-geschiedenis-van-bim>

https://www.researchgate.net/publication/234805111_GLIDE_a_language_for_design_information_systems/link/00b4952fe32fd50f61000000/download

HUSSIAIN, Sara Khuder. **Understanding Building Information Modeling (BIM) Interoperability: Focusing on Industry Foundation Classes (IFC)**. 2014. University of Salford.

IDBE. **Built environment data standards and their integration: an analysis of IFC, CityGML and LandInfra**. v1.0, March 2020. Disponível em: https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2020/04/Built_environment_data_standards_and_their_integration_an_analysis_of_IFC_CityGML_and_LandInfra.pdf Acesso em: 09 set 2020.

INAGAKI, Mauro. *Processos colaborativos: Como revolucionar o mercado por meio do compartilhamento*, 2017. <<https://pt.linkedin.com/pulse/processos-colaborativos-como-revolucionar-o-mercado-por-mauro-inagaki>>. Acesso em: 6 set. 2020.

INBC. *Primeiro edifício comercial do Nordeste com conceito A+ é inaugurado em Fortaleza*. 2019. Disponível em: <<https://www.inbec.com.br/blog/primeiro-edificio-comercial-nordeste-com-conceito-inaugurado-fortaleza>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS. **Orientação Técnica OT - IBR 004/2012: Precisão do Orçamento de Obras Públicas**. 2012. Disponível em: <https://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2013/04/OT_IBR0042012.pdf>. Acesso em: 11 ago 2020.

INTERNATIONAL BIM Development Around the World: Global BIM Development Across the Years. 2016. Disponível em: <<http://www.convertbim.com/international-bim-development/>>. Acesso em: 19 ago 2020.

INTERNATIONAL BUILDINGSMART. **BIM COLLABORATION FORMAT (BCF)** Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>. Acesso em: 13 ago 2020.

INTERNATIONAL BUILDINGSMART. **IFC formats** Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-formats/>. Acesso em: 13 ago 2020.

INTERNATIONAL BUILDINGSMART. **INFORMATION DELIVERY MANUAL (IDM)** Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/>. Acesso em: 13 ago 2020.

INTERNATIONAL BUILDINGSMART. **MODEL VIEW DEFINITION (MVD)** Disponível em: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/>. Acesso em: 13 ago 2020.

INTERNATIONAL BUILDINGSMART. **OPENBIM**. Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/> Acesso em: 13 ago 2020.

INTERNATIONAL BUILDINGSMART. **Who we are?** Disponível em: <https://www.buildingsmart.org/about/who-we-are/>. Acesso em: 12 ago 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19650-1**: Organização e digitalização de informações de ambientes construídos e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem da informação da construção - Parte 1 Conceitos e princípios. Genebra: Iso, 2018.

International Organization for Standardization. **ISO 19650-2**: Organização e digitalização de informações de ambientes construídos e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem da informação da construção - Parte 2 - Fase de entrega dos ativos. Genebra: Iso, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19650-2**: Organização e digitalização de informações de ambientes construídos e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem da informação da construção - Parte 2 Fase de entrega dos ativos. Genebra: Iso, 2018.

International Organization for Standardization. **ISO 19650-3: 2020:** Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações de construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem de informações de construção - Parte 3: Fase operacional dos ativos. Genebra: Iso, 2020.

International Organization for Standardization. **ISO 19650-5: 2020:** Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem de informações de construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem de informações de construção - Parte 5: Abordagem voltada para a segurança para gerenciamento de informações. Genebra: Iso, 2020.

International Organization for Standardization. **ISO 19650-1:** Organização e digitalização de informações de ambientes construídos e obras de Engenharia Civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gerenciamento de informações usando modelagem da informação da construção - Parte 1- Conceitos e princípios. Genebra: Iso, 2018.

ISHIBARO, Willian. **ANÁLISE DA TRANSIÇÃO DO USO DE SOFTWARE CAD À PLATAFORMA BIM.** 2015. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Infraestrutura, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157261/TCC%20WISHIBARO%20-%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 jul. 2020.

JUNIOR, Moacir Carneiro. *Análise dos procedimentos licitatórios adotados pelo poder judiciário paranaense: a etapa de qualificação econômica financeira.* 2013, Curitiba.

JUNIOR, Moacir Carneiro; ALMEIDA, Lauro Brito de; PANHOCA, Luiz; LIMA, Isaura Alberton de. *Licitações na administração pública: Nova perspectiva para a qualificação econômico-financeira de empresas na contratação de serviços de Engenharia e obras civis.* Revista Capital Científico. 2015, vol. 13 n.2.

JUSTEN FILHO, Marçal. *Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos*, 7ª ed. São Paulo: Malheiros, 2008.

JUSTEN FILHO, Marçal. *Comentários ao RDC: (Lei 12.462/11 e Decreto 7.581/11)*, 1ª ed. São Paulo: Dialética, 2013.

KAMARDEEN, Imriyas. **8D BIM MODELLING TOOL FOR ACCIDENT PREVENTION THROUGH DESIGN.** In: Egbu, C. (Ed) Procs 26th Annual ARCOM Conference, 2010, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management, 281-289. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.8274&rep=rep1&type=pdf> Acesso em: 24 ago 2020.

KASSEM, Mohamad. AMORIM, Sergio R. Leusin. **BIM BUILDING INFORMATION MODELING NO BRASIL E NA UNIÃO EUROPÉIA**, Brasília, 2015. Disponível em:

[:http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf](http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf). Acesso em: 31 jul 2020.

KPF. *Infinity Tower*. Disponível em: <<https://www.kpf.com/pt/projects/infinity-tower>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

LETICIA WILSON. *Rigor e complexidade projetual na nova sede do Instituto de Cardiologia de Santa Catarina*. Revista *ÁREA*, fev. 2020.

LOZINSKI, Ignacy. **Ultimate BIM Software List For BIM Coordinators**. 2020. Disponível em: <<https://bimcorner.com/ultimate-bim-software-list-for-bim-coordinators/#k9>>. Acesso em: 30 ago 2020.

MA, Kin; DAWOOD, Nashwan; KASSEM, Mohamad. *BIM for manufacturing: A case study demonstrating benefits and workflows and an approach for Enterprise Application Integration (EAI)*. 13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, December 12-13, 2016, Hong Kong.

MACHADO, Marcos; MEDINA, Sérgio Gustavo. *SCRUM – Método Ágil: uma mudança cultural na Gestão de Projetos de Desenvolvimento de Software*. Revista Científica *Intr@ciência*, pp (58-71).

MANENTI, Eloisa Marcon; MARCHIORI, Fernanda Fernandes; CORRÊA, Leonardo de Aguiar. Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 65-85, mar. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000100363>.

MANZIONE, L. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MANZIONE, Leonardo. Plano de Execução BIM: Guia prático de implantação. 2020.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08072014-124306/publico/TESE_LEONARDO_MANZIONE.pdf. Acesso em: 27 ago. 2020.

MATSUMOTA, Leonardo. *Modern Agile*, 2019. <<https://leonardo-matsumota.com/2019/08/26/modern-agile>>. Acesso em: 5 set. 2020.

[MC_004-v1_2.pdf](#) Acesso em: 13 ago 2020.

McAULEY, B.; HORE, A.; WEST, R. **Global BIM**: which countries have adopted building information modelling?. 2017. Disponível em: <https://www.stroma.com/news/global-bim>>. Acesso em: 20 ago 2020.

MCGRAW_HILL. **Interoperability in Construction**. Bedford: McGraw_Hill Construction Research&Analytics, 2007. Disponível em: https://vdcscorecard.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj8856/f/mcgraw_hill_s_smartmarket_0.pdf. Acesso em: 14 ago. 2020.

MENDES, A. C. B. **Estudo aprofundado sobre o formato universal para troca de informações BIM IFC**: estrutura do IFC para BIM 4D – planejamento e controle. 2016. 117 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155153/000879602.pdf?sequence>
Acesso em: 21 ago 2020.

MENDES, Luiz Eduardo. *O regime diferenciado de contratações: inovações e aspectos polêmicos*, 2017. Disponível em: < <https://jus.com.br/artigos/55686/o-regime-diferenciado-de-contratacoes-inovacoes-e-aspectos-polemicos>>. Acesso em 12 set. 2020.

MÉTODO ÁGIL. *Seria o Modern Agile o novo Manifesto Ágil?*<<http://www.metodoagil.com/novo-manifesto-agil>>. Acesso em: 2 set. 2020.

MIETTINEN, Reijo, and SAMI Paavola. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling - Automation in construction 43 (2014): 84-91.

Minas Gerais, Tribunal de Contas. *Como elaborar Termo de Referência ou Projeto Básico: O impacto do TR ou PB na eficácia das licitações e contratos administrativos*, 2017. Disponível em: <<http://www.tce.mg.gov.br>>. Acesso em 14 set. 2020.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). **Estratégia BIM BR**: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM. 2018. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>>. Acesso em: 25 ago 2020.

MORAES, Alexandre de. Direito Constitucional. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 1999, p. 294.

MOREIRA, Rogério. **Normalização BIM no Brasil: a ABNT/CEE134**. São Paulo: 2º Seminário Internacional de Bim Cbic, 2019. 11 slides, color. Disponível em: https://cbic.org.br/inovacao/wp-content/uploads/sites/23/2019/06/07_Rogério_Moreira.pdf. Acesso em: 26 jul. 2020.

MUNDO CARREIRA. *O que é e como funciona o sistema kanban*, 2016. Disponível em: <<https://mundocarreira.com.br/produtividade/o-que-e-e-como-funciona-o-sistema-kanban>>. Acesso em: 4 set. 2020.

NAKANISHI, T. M. *Arquitetura e domínio técnico: a prática de Marcos Akayaba*. 2007. 179f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo.

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. *Matriz de Riscos (Matriz de Probabilidade e Impacto)*, 2019. Disponível em: <<https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-de-riscos-matriz-de-probabilidade-e-impacto>>. Acesso em 14 set. 2020.

NUNES, G.H. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM Comparative study of design tools - the traditional CAD and BIM modeling. **Revista de Engenharia Civil**, Mato Grosso do Sul, n. 55, p. 47-61, jul. 2018. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

PAHUJA, Savita. *What is Scrumban?* <<https://www.agilealliance.org/what-is-scrumban>>. Acesso em: 2 set. 2020.

PASETTO, M. **Integrated railway design using Infrastructure-Building Information Modeling** - The case study of the port of Venice. 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146520301344>>. Acesso em: 30 ago 2020.

PAUL, S. **BIM adoption around the world: how good are we?**.2018. Disponível em: <<https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/>>. Acesso em: 20 ago 2020.

PAUL, Shimonti. **BIM vs GIS or BIM and GIS** – Why are we still in doubt?. 2018. Disponível em: <<https://www.geospatialworld.net/blogs/bim-vs-gis-or-bim-and-gis/>>. Acesso em: 04 set 2020.

PAULSON, B. C. “Designing to Reduce Construction Costs.” *Journal of the Construction Division*. New York: ASCE Library, 1976. p. 587-592. PENNSYLVANIA, STATE UNIVERSITY. *BIM - Project Execution Planning Guide version 2.0: The Computer Integrated Construction Research Program*. Pennsylvania: 2010.

Pennsylvania State University *BIM - Project Execution Planning Guide version 2.0*, [S.l.:s.n.] Released July, 2010. The Computer Integrated Construction Research Program.

PETR Matějka, ALEŠ Tomek. *Ontology of BIM in a Construction Project Life Cycle - Creative Construction Conference 2017, CCC 2017, 19-22 June 2017, Primosten, Croatia*.

PLAN BIM 2022. França. Disponível em: <https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2020-03/Plan%20BIM%202022.pdf>

PLANNERLY. **Plan**. 2020. Disponível em: <https://www.plannerly.com/plan/> Acesso em: 07 set 2020.

PRETTI, Soraya Mattos. **Engenharia Simultânea em construtoras-incorporadoras: uma análise de maturidade**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013. Disponível em:

[http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6179/1/Soraya%20Mattos%20Pretti%20-%20Parte%201.p](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6179/1/Soraya%20Mattos%20Pretti%20-%20Parte%201.pdf) df. Acesso em: 11 ago. 2020.

PROJECT BUILDER. *Quais as funções existentes dentro de um Scrum Team?* 2017. Disponível em: <<https://www.projectbuilder.com.br/blog/quais-as-funcoes-existentis-dentro-de-um-scrum-team/>>. Acesso em: 2 set. 2020.

Project Progression Planning with MPS 3.0. Disponível em: <http://support.vicosoftware.com/FlareFiles/Content/KB/Trimble%20-%20Progression%20Planning%20V15.pdf>

PSZCZOLKA, Marcin. **Which BIM Software To Use?: TOP LIST**. 2020. Disponível em: <<https://bimcorner.com/which-bim-software-to-use/>>. Acesso em: 30 ago 2020.

RAMOS, Dona Maria de Oliveira. *Terceirização na Administração Pública*. São Paulo: Editora LTR, 2001.

REGONHA, Lázaro. **Gestão de Ativos. Modismo ou Necessidade?** Santos: 29º Congresso Brasileiro de Manutenção, 2014. 45 slides, color. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/newsletters/29cbmga/apresentacoes/5.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

RIBA. RIBA Plan of Work. 2013. Disponível em <https://www.ribaplanofwork.com/>. Acesso em agosto de 2020.

RSHP, (Rogers Stirk Harbour + Partners). *BBVA* . Disponível em: <<https://www.rshp.com/projects/bbva/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SANI, M. J.; Rahman, A. A. **GIS AND BIM INTEGRATION AT DATA LEVEL: A REVIEW**. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328683270_GIS_AND_BIM_INTEGRATION_AT_DATA_LEVEL_A_REVIEW>. Acesso em: 05 set 2020.

SANTOS, Mileny. *Análise dos procedimentos licitatórios adotados pelo poder judiciário paraense: a etapa de qualificação econômica financeira*. 2010, Brasília.

SANTOS, Virgílio F. M. dos. *Como elaborar ciclos PDCA e PDSA*. FM2S pp. (4-6).

SANTOS, Virgílio F. M. dos. *Produção enxuta*, 2017.<<https://www.fm2s.com.br/producao-enxuta>>. Acesso em: 6 set. 2020.

SANTOS, Virgílio F. M. dos; SANTOS, Murilo F. M. dos. *A história do LEAN*. FM2S pp. (4-13).

SECOM TCU. *TCU contribui para sistemática de acompanhamento de obras públicas*, 2020. Disponível em: <<http://portal.tcu.gov.br>>. Acesso em 13 set. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO E DO PATRIMÔNIO - GOVERNO FEDERAL. **Manual de Projeto de Obras Públicas-Edificações**: Práticas da SEAP. Disponível em: <http://www.comprasnet.gov.br/publicacoes/manuais/manual_projeto.pdf>. Acesso em: 8 ago 2020.

SERA. *Edith Green – Wendell Wyatt Federal Building*. Disponível em: <<https://www.seradesign.com/projects/edith-green-wendell-wyatt-federal-building/>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

SIELKER, F.; ALLMENDINGER, P. **International experiences**: future cities and BIM. 30 f. Department Of Land Economy, University Of Cambridge, Cambridge, 2018. Disponível em: <https://www.cdbb.cam.ac.uk/system/files/documents/FutureCitiesandBuildingInformationManagement_Report.pdf>. Acesso em: 20 ago 2020.

SILVA JÚNIOR, M. A. Parâmetros de desempenho incorporados em projetos de arquitetura com o uso de aplicativo de modelagem BIM. 2016. 130f. Dissertação (Mestrado profissional em Habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.

SILVA, Wagner Azevedo de. *Serviços de Engenharia – definição frente a Lei de Licitações e Contratos na Administração Pública*, 2001. <<https://jus.com.br/artigos/2304/servicos-de-engenharia-definicao-frente-a-lei-de-licitacoes-e-contratos-na-administracao-publica>>. Acesso em: 12 set. 2020.

SINGH, I. **BIM adoption and implementation around the world**: initiatives by major nations. 2017. Disponível em: <<https://bimingargentina.wordpress.com/2017/08/02/bim-adoption-and-implementation-around-the-world-initiatives-by-major-nations/>>. Acesso em: 19 ago 2020.

SKANSKA. Statoil Office – Fornebu. Disponível em: <<https://group.skanska.com/projects/56987/Statoil-Office-Fornebu>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

Smart Lean BIM. LOD Planner. Disponível em: <https://www.lodplanner.com/> Acesso em: 07 set 2020.

SOARES, Mayra Regina Martins. **BIM na Orçamentação: Modelo BIM 5D**. 2018. Disponível em: <https://www.ietec.com.br/clipping/2018/06-junho/BIM-na-Or%C3%A7amenta%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 21 ago 2020.

SOARES, Michel dos Santos. *Metodologias Ágeis Extreme Programming e Scrum para o Desenvolvimento de Software*. Conselheiro Lafaiete.

SOETHE, Pedro. **Desmistificando o BIM com foco em Infraestrutura**. Mundo AEC, 2017. Disponível em: <<https://blogs.autodesk.com/mundoaec/desmistificando-o-bim-com-foco-em-infraestrutura/>>. Acesso em: 27 ago 2020.

STOTER, J.; Otori, K. A.; Ledoux, H. **Geo-BIM data integration: Easier said than done?**. 2018. Disponível em: <<https://www.geospatialworld.net/article/geo-bim-data-integration-easier-said-than-done/>>. Acesso em: 04 set 2020.

SUCCAR, B. and KASSEM M. (2016), Building Information Modelling: Point of Adoption, CIB World Congress, Tampere Finland, May 30 - June 3, 2016

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders - *Automation in Construction* 18 (2009) 357–375

SUCCAR, Bilal. POIRIER, Erik. Lifecycle information transformation and exchange for delivering and managing digital and physical assets. **Automation in Construction**, 2020.

TAHA, A. **BIM Workflow for Progress Monitoring, Estimating and Budgeting by Utilizing BIM Technology**. 2019. Tese (Mestrado em Gestão BIM para Projetos de Infraestrutura) - Barcelona University, Barcelona, 2019.

TEKLA. **Reconstruction of a 330 kV overhead line**, Lithuania Power Plant - Vilnius. 2019. Disponível em: <<https://www.tekla.com/baltic/bim-awards/reconstruction-330-kv-overhead-line-lithuania-power-plant-vilnius>>. Acesso em: 06 set 2020.

TORRES, Marcelo Douglas de Figueiredo. Estado, democracia e administração pública no Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2004. p. 175.

TPARK. Disponível em: <<https://www.tpark.hk/en/>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Tredal, N., Vestergaard, F., & Karlshøj, J. (2016). **Pragmatic Use of LOD - a Modular Approach**. Paper presented at 11th European Conference on Product and Process Modelling, Limassol, Cyprus.

TRIMBLE. Trimble Product Release Notes – Vico Office 6.8 Disponível em: <http://support.vicosoftware.com/FlareFiles/Content/Release%20Notes/R6.8/Vico%20Office%20Release%20Notes.htm> Acesso em: 21 ago 2020.

TRIMBLE. Vico Office for Time. Disponível em: <https://gc.trimble.com/product-categories/vico-office-time> Acesso em: 21 ago 2020.

UK BIM Framework. UK BIM Framework – Frequently asked questions, 2019. Disponível em: <https://ukbimframework.org/faq>. Acesso em: 02 ago 2020.

UNITED BIM. **Leading Countries With BIM Adoption**. 2020. Disponível em: <<https://www.united-bim.com/leading-countries-with-bim-adoption/>>. Acesso em: 19 ago 2020.

VERANO.Synchro. Disponível em: <http://www.verano.com.br/produtos/synchro>. Acesso em: 21 ago 2020.

VIJAYETA, M.; Laxman, B. S.; Ramaraju. **BIM FOR 7Ds' MANAGEMENT OF WATER DISTRIBUTION NETWORK** – A Case Study for Tumakuru Town, Karnataka, South India. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/333672535_BIM_FOR_7Ds'_MANAGEMENT_OF_WATER_DISTRIBUTION_NETWORK_-_A_Case_Study_for_Tumakuru_Town_Karnataka_South_India>. Acesso em: 30 ago 2020.

Vision for the Future and Roadmap to BIM – BIM Promotion Roundtable -2019.9 - Japan. Disponível: <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/content/001351970.pdf>

VOIGT, *Benjamin J. J. Dynamic System Development Method*. Zurich, jan. 2004.

WEST, Dave. *Os papéis do Scrum e a verdade sobre cargos nessa técnica*. Disponível em: < <https://www.atlassian.com/br/agile/scrum/roles>>. Acesso em: 2 set. 2020.

XING, W. *et al. Costs and Benefits of Applying BIM for Infrastructure to PPP Projects*. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334030464_Costs_and_Benefits_of_Applying_BIM_for_Infrastructure_to_PPP_Projects>. Acesso em: 28 ago 2020.

ZHANG, S. *et al. BIM-based fall hazard identification and prevention in construction safety planning*. ScienceDirect, 7 set. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753514001829?via%3Dihub>>. Acesso em: 13 ago 2020.

APOIO



MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



Cursos aplicados à engenharia e arquitetura

