

COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO  
DO BIM PARA CONSTRUTORAS  
E INCORPORADORAS

# VOLUME 1 FUNDAMENTOS BIM

*BUILDING INFORMATION  
MODELING*

***CBIC***



COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO  
DO BIM PARA CONSTRUTORAS  
E INCORPORADORAS

VOLUME 1  
**FUNDAMENTOS  
BIM**

*BUILDING INFORMATION  
MODELING*

***CBIC***

## FICHA CATALOGRÁFICA

Câmara Brasileira da Indústria da Construção

C172f Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/  
Câmara Brasileira da Indústria da Construção.- Brasília:  
CBIC, 2016.

124p.:il

(Coletânea Implementação do BIM para  
Construtoras e Incorporadoras v.1)

1. Construção Civil 2. BIM – Building Information  
Modeling 3. Tecnologia 4. Competitividade  
5. Software I.Título II. Série

CDD:624.05

## COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS

### VOLUME 1 FUNDAMENTOS BIM

Brasília, DF, junho de 2016

Presidente da CBIC	<b>José Carlos Martins</b> CBIC
Presidente da Comat/CBIC	<b>Dionyzio Antonio Martins Klavdianos</b> Sinduscon-DF
Coordenação-geral	<b>Paulo Rogério Luongo Sanchez</b> Sinduscon-SP
Coordenação técnica	<b>Raquel Sad Seiberlich Ribeiro</b> CBIC
Autor	<b>Wilton Silva Catelani</b>
Revisão	<b>Beatriz Vasconcelos</b>
Ficha catalográfica	<b>Lígia Vidal</b>
Editoração e projeto gráfico	<b>Gadioli Cipolla Branding e Comunicação</b>

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC  
SQN - Quadra 01 - Bloco E - Edifício Central Park - 13º Andar  
CEP 70.711-903 - Brasília/DF  
Telefone: (61) 3327-1013

[www.cbic.org.br](http://www.cbic.org.br)  
[www.facebook.com/cbicbrasil](https://www.facebook.com/cbicbrasil)

COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO  
DO BIM PARA CONSTRUTORAS  
E INCORPORADORAS

VOLUME 1  
**FUNDAMENTOS  
BIM**

*BUILDING INFORMATION  
MODELING*

**CBIC**

# SUMÁRIO

Apresentação	09
CBIC	10
Senai	11
Sobre a coletânea	12
Preâmbulo: características inexoráveis da construção civil	15
<b>1.1</b> Conceituação – o que é BIM e o que não é BIM	21
<b>1.1.1</b> - O que é BIM?	22
<b>1.1.2</b> - O que não é BIM?	24
<b>1.1.2.1</b> - Nem tudo que é 3D é BIM. Mas, se for BIM, será 3D	24
<b>1.1.2.2</b> - Soluções que, utilizando múltiplas referências 2D (desenhos ou documentos), emulam modelos tridimensionais	24
<b>1.1.2.3</b> - Soluções 3D que não são baseadas em objetos paramétricos e inteligentes	24
<b>1.1.2.4</b> - Soluções que não realizam atualizações automáticas	24
<b>1.1.2.5</b> - <i>Softwares</i> e soluções 3D que não atuam como gestores de bancos de dados integrados não são BIM	25
<b>1.2</b> Principais benefícios e funcionalidades BIM	27
<b>1.2.1</b> - A visualização em 3D do que está sendo projetado	28
<b>1.2.2</b> - O ensaio da obra no computador	30
<b>1.2.3</b> - A extração automática das quantidades de um projeto	31
<b>1.2.4</b> - A realização de simulações e ensaios virtuais	33
<b>1.2.5</b> - A identificação automática de interferências (geométricas e funcionais)	33
<b>1.2.6</b> - A geração de documentos mais consistentes e mais íntegros	35
<b>1.2.7</b> - A capacitação das empresas para executarem construções mais complexas	37
<b>1.2.8</b> - A viabilização e a intensificação do uso da industrialização	37
<b>1.2.9</b> - O complemento do uso de outras tecnologias	38
<b>1.2.10</b> - O preparo das empresas para um cenário futuro	41
<b>1.2.11</b> - As análises de construtibilidade	42
<b>1.2.12</b> - O desenvolvimento de maquetes eletrônicas	43
<b>1.2.13</b> - O registro e o controle visual de diferentes versões dos modelos	44
<b>1.2.14</b> - A verificação das condições de acesso para manutenção e <i>Human Factor Engineering</i> - HFE	44
<b>1.2.15</b> - A coordenação e o controle de contratados	45
<b>1.2.16</b> - O rastreamento e o controle de componentes	46
<b>1.2.17</b> - Modelos BIM podem embasar processos de gestão de ativos	47
<b>1.2.18</b> - A fabricação digital	48
<b>1.2.19</b> - As verificações de locações e níveis da obra, baseadas em modelos BIM, podem ser realizadas por um único homem	50
<b>1.2.20</b> - Principais benefícios BIM, considerando as macrofases do ciclo de vida de um empreendimento	51

<b>1.2.21</b> - Comparação entre processo tradicional de desenvolvimento de projeto (CAD) e processo BIM	<b>53</b>
<b>1.3</b> Modelos BIM	<b>57</b>
<b>1.3.1</b> - Modelos BIM de projeto ou modelos autorais	<b>59</b>
<b>1.3.2</b> - Modelos BIM de planejamento ou de construção	<b>59</b>
<b>1.3.3</b> - Modelos BIM de produção ou de construção para canteiro	<b>60</b>
<b>1.3.4</b> - Modelos BIM de operação e manutenção	<b>61</b>
<b>1.4</b> Objetos e bibliotecas BIM	<b>63</b>
<b>1.4.1</b> - Definição de objeto BIM	<b>64</b>
<b>1.4.2</b> - Tipos de objetos BIM	<b>69</b>
<b>1.4.2.1</b> - Diferenças de variabilidade (parametrização)	<b>69</b>
<b>1.4.2.2</b> - Diferenças de especificidade	<b>69</b>
<b>1.4.2.3</b> - Diferenças de uso ou propósito principal de uso	<b>71</b>
<b>1.4.2.4</b> - Diferenças de complexidade	<b>72</b>
<b>1.5</b> Ciclo de vida dos empreendimentos	<b>83</b>
<b>1.5.1</b> - Definição das fases do ciclo de vida dos empreendimentos	<b>85</b>
<b>1.5.2</b> - O ciclo de vida dos empreendimentos e os orçamentos	<b>90</b>
<b>1.5.3</b> - O ciclo de vida dos empreendimentos e os diferentes tipos de modelos BIM gerados para diferentes usos	<b>92</b>
<b>1.6</b> Casos de usos BIM	<b>97</b>
<b>1.6.1</b> - Os 25 casos de usos BIM mapeados pela <i>PennState University</i>	<b>98</b>
<b>1.6.2</b> - Os 25 casos de usos BIM mapeados pela <i>PennState University</i> , organizados em ordem reversa das fases do ciclo de vida	<b>104</b>
<b>1.7</b> Casos de usos BIM mais comuns	<b>107</b>
<b>1.7.1</b> - Casos de usos BIM mais comuns no Brasil	<b>108</b>
<b>1.8</b> LOD - Nível de desenvolvimento	<b>111</b>
<b>1.8.1</b> - Definição de LOD - Nível de desenvolvimento	<b>113</b>
<b>1.8.2</b> - Principais objetivos do LOD - Nível de desenvolvimento	<b>113</b>
<b>1.8.3</b> - Definição de 6 diferentes níveis de LOD - Nível de desenvolvimento	<b>114</b>
<b>1.8.4</b> - Exemplos reais de classificação de diferentes níveis LOD	<b>115</b>
<b>1.8.5</b> - A classificação LOD publicada pela <i>American Institute of Architects</i> - AIA	<b>117</b>







# APRESENTAÇÃO

Uma das mais importantes inovações gerenciais dos últimos anos, o *Building Information Modeling* (BIM) é uma ferramenta que revolucionará o mercado brasileiro. Sua disseminação é um objetivo estratégico da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e atende o nosso compromisso de oferecer às empresas do setor informações necessárias ao seu bom desempenho, à modernização e à competitividade. O BIM não deve ser uma plataforma restrita às grandes corporações, mas sim atender empresas de diversos portes em todos os segmentos da cadeia produtiva da construção civil. Nosso esforço vai na direção de universalizar o seu uso, de forma que um número cada vez maior de profissionais e empresas do setor domine sua plataforma e sua aplicação.

É com esse objetivo que publicamos a **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**, para tornar a plataforma ainda mais acessível às empresas do setor, a fim de que esse diferencial competitivo seja democratizado. Inédita, esta coletânea foi produzida em parceria com o Senai Nacional, como instrumento para tornar mais clara a aplicação do BIM e orientar a sua aplicação por construtoras e incorporadoras. No momento em que competitividade e produtividade são atributos ainda mais importantes para o bom desempenho, explorar as potencialidades do BIM é uma decisão estratégica para alta *performance*. Bom proveito!

### José Carlos Rodrigues Martins

Presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção

### Dionyzio Klavdianos

Comissão de Materiais, Tecnologia, Qualidade e Produtividade - COMAT  
Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC

O *Building Information Modeling* (BIM) – ou Modelagem da Informação na Construção – tem trazido importantes mudanças tecnológicas para a área da construção. Esse instrumento tem potencial para mudar a cultura dos agentes de toda a cadeia produtiva do setor, pois sua utilização requer novos métodos de trabalho e novas posturas de relacionamento entre arquitetos, projetistas, consultores, contratantes e construtores. O desafio para a adoção dessa plataforma tecnológica é promover condições de viabilidade para reunir um conjunto de informações multidisciplinares sobre o empreendimento, desde a concepção até as fases de uso e manutenção.

A integração das informações gera a possibilidade de diagnosticar rapidamente as necessidades de compatibilidade na construção – além dos dados sobre materiais, prazos e custos – de modo a garantir assertividade e melhores soluções para a obra, com aumento de produtividade. O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) tem como grande desafio criar estrutura de educação profissional e de consultoria técnica e tecnológica em todo o território nacional. Atender, com qualidade, as necessidades dos clientes que utilizarão essa ferramenta será mais uma missão que cumprirá com orgulho e eficiência.

### **Robson Braga de Andrade**

Presidente da Confederação Nacional da Indústria - CNI



*Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria*

# SOBRE A COLETÂNEA

Espera-se que a publicação da **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras** pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC esclareça, influencie e facilite a adesão dos seus associados a uma plataforma tecnológica moderna e inovadora. Trata-se de um novo paradigma na indústria da construção civil, que contribui para a elevação dos seus índices de produtividade e precisão.

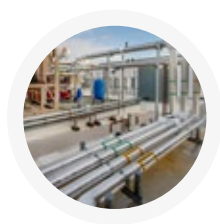
A inovação pelo BIM otimiza os processos dessa indústria, abrangendo seus diferentes segmentos. Esta plataforma tecnológica é aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento e compreende não apenas as edificações, mas também as obras de infraestrutura e indústrias, sendo algumas delas muito específicas e que envolvem inúmeros fluxos de trabalho, como óleo & gás, mineração, farmacêutica, industrialização de alimentos, dentre outras. O estímulo à adoção do BIM é algo que está em perfeito alinhamento com a razão de existir da CBIC, pois essa tecnologia tem potencial para promover a integração da cadeia produtiva da construção e o desenvolvimento econômico e social do país, papel similar ao cumprido pela entidade.



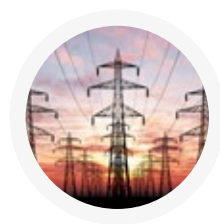
**EDIFICAÇÕES**



**INFRAESTRUTURA**



**INDÚSTRIA**



**UTILIDADES**

**Figura 1:** BIM é uma plataforma tecnológica abrangente demais, porque, além de ser aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento, pode ser empregada em vários segmentos da indústria. Esta coletânea abordará apenas o segmento das Edificações e cobrirá apenas os casos de usos e cenários de utilização mais comuns no Brasil

Para simplificar a comunicação com os leitores, o conteúdo desta coletânea se restringe aos fluxos de trabalho correspondentes ao segmento das edificações e com relação aos casos de usos BIM inseridos nos cenários mais comuns do Brasil. Dividida em cinco (5) fascículos similares a este, a organização dos assuntos facilitará a compreensão e a assimilação do que é proposto.



### **Volume 1: Fundamentos BIM**

- Preâmbulo: características inexoráveis da construção civil
- Conceituação – o que é BIM e o que não é BIM
- Principais benefícios e funcionalidades BIM
- Modelos BIM
- Objetos e bibliotecas BIM
- Ciclo de vida dos empreendimentos
- Casos de usos BIM
- Casos de usos BIM mais comuns
- LOD - Nível de desenvolvimento



### **Volume 2: Implementação BIM**

- Preâmbulo: por que estabelecer um projeto formal para implantar BIM
- Obstáculos para a adoção do BIM
  - Inércia e resistência às mudanças
  - Dificuldade de entendimento e compreensão
  - Barreiras culturais e particularidades do ambiente brasileiro
  - Especificidades e aspectos intrínsecos ao BIM
- Planejamento de uma implementação BIM
  - Localização dentre as fases do ciclo de vida do empreendimento
  - Definição dos objetivos corporativos
  - Pessoas: equipes, papéis organizacionais e responsabilidades
  - Definição dos casos de uso e mapeamento de processos BIM
  - Projetos-piloto de implementação BIM e seus objetivos
  - Informações críticas para implementação
  - Infraestrutura e tecnologia (inclusive *hardware* e *software*)
  - Interoperabilidade e procedimentos de comunicação
  - Definição de estratégia e requisitos específicos para contratação BIM
  - Definição dos ajustes e controles de qualidade dos modelos BIM



### **Volume 3: Colaboração e Integração BIM**

- Preâmbulo: trabalho colaborativo em BIM
- Colaboração BIM
  - Regras para viabilizar o trabalho colaborativo BIM
  - Diretrizes de modelagem
  - Codificação e padronização (*sistemas de classificação das informações*)
  - Interoperabilidade
  - Formatos de arquivo para troca de informações
  - *Templates*
  - *Softwares* BIM
- Integrações BIM



### **Volume 4: Fluxos de Trabalho BIM**


- Representações de fluxos de trabalho
- Fluxograma do processo de planejamento de uma implementação BIM
- Logograma geral – Ciclo de vida completo de uma edificação nova
  - Os 25 casos de usos BIM mapeados pela *PennState University*, enumerados
  - Logograma geral – Ciclo de vida completo de uma edificação nova
  - Fluxogramas específicos, mapeados pela *PennState University*, correspondentes aos casos de usos mais comuns no Brasil
- Fluxogramas específicos correspondentes às macrofases Projeto Conceitual e Anteprojeto
- A referência dos "Manuais de Escopo"
- Fluxogramas específicos correspondentes à macrofase Projeto Executivo



### **Volume 5: Formas de Contratação BIM**

- Formas de Contratação
- Entregáveis BIM
- Direitos e Responsabilidades
- Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade
- Critérios de Avaliação de Modelos BIM
- Considerações finais





**PREÂMBULO:**  
CARACTERÍSTICAS  
INEXORÁVEIS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL

# PREÂMBULO: CARACTERÍSTICAS INEXORÁVEIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

## CONSTRUÇÃO É UMA ATIVIDADE COLETIVA

Quando olhamos para a história das primeiras construções realizadas pelo homem, fica fácil perceber que mesmo nos chamados dolmens<sup>1</sup> (datados do fim do V milênio a.C. até o fim do III milênio a.C., na Europa, e até o I milênio, no Extremo Oriente) existem proporções e medidas que precisaram ser adequadas e seguidas para possibilitar suas montagens, servindo ao simples propósito de homenagem aos mortos.

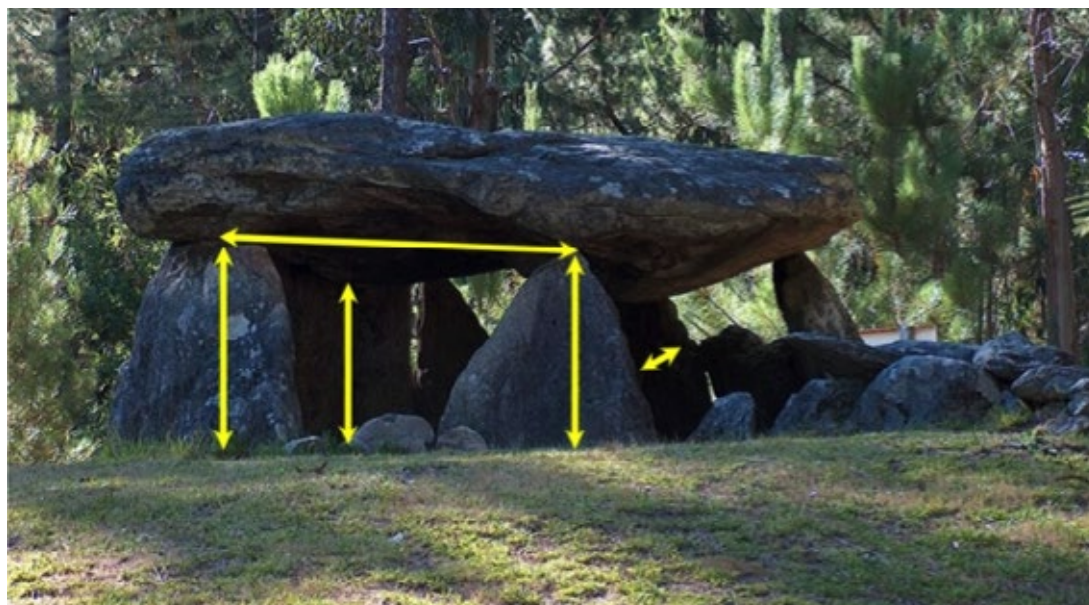


Imagem de João Carvalho (Wikipedia)

**Figura 2:** Dólmen da Cerqueira, em Couto Esteves, Portugal. Principais medidas e proporções da construção megalítica

Nessas rudimentares edificações, feitas com o propósito de homenagem aos mortos, foi necessária a utilização de algum tipo de medida, ou modelo, a fim de que a construção tivesse a altura (pé-direito) suficiente para uma pessoa ficar de pé embaixo da pedra, que cumpre a função de laje de cobertura. Assim também os vãos, resultantes entre o posicionamento das pedras verticais, obtinham uma dimensão adequada para garantir o acesso das pessoas.

É interessante observar o aspecto coletivo que caracteriza a construção. Um único homem jamais conseguiria construir sozinho um dólmen. Ele precisaria da ajuda de outros para transportar e montar as pesadas pedras que o compõem, e, se uma atividade é coletiva, algum processo de comunicação se faz necessário.

<sup>1</sup> Wikipedia: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Dólmen>>: Construções megalíticas formadas por pedras colocadas na vertical, sobre as quais assenta uma laje, formando uma câmara circular que serviria como local de enterramento ou de culto ligado à morte. Era uma homenagem aos mortos.



Certamente pode-se imaginar que havia um homem ‘proprietário’, que, a partir das suas particulares motivações, precisou conceituar e de alguma forma comunicar a outros homens qual era a sua ideia de montagem.

Qual teria sido a sequência utilizada por esses homens primitivos para a montagem dessas construções de pedra? É bem provável que tenham usado algum método, como, por exemplo, terem primeiro escolhido e transportado para o local da montagem a ‘peça crítica’, a grande pedra que cumpriria a função de laje e seria apoiada sobre as demais pedras, arranjadas verticalmente. Entretanto, sobre os métodos que os homens primitivos teriam utilizado no processo de construção dos dolmens, é impensável que tenham realizado um processo de tentativa e erro até acertarem. O homem ‘proprietário’ da construção de um dólmen perderia rapidamente seus colaboradores se utilizasse um processo tão ineficiente quanto esse.

## AS INTRIGANTES CONSTRUÇÕES DA ANTIGUIDADE, ERIGIDAS SEM PROJETOS

A reflexão sobre as construções da arquitetura da Antiguidade, feitas pelos egípcios, babilônios, etruscos, assírios e persas, milhares de anos antes do nascimento de Cristo, e as evidências históricas disponíveis sobre a arquitetura clássica dos romanos e gregos, indicam que os processos de organização do trabalho utilizados eram completamente diferentes e incomparáveis com os nossos atuais.

A primeira grande e significativa diferença talvez esteja relacionada à presença dos arquitetos nos locais de execução das construções. A participação constante desses ‘profissionais’ e demais detentores das técnicas de construção eliminava a necessidade de uma documentação que precisasse ser lida, interpretada e entendida por outros, num outro momento e num outro lugar.

A especialização do trabalho e a compartimentalização do conhecimento é fruto da modernidade. As referências bibliográficas apontam que, na Antiguidade, não eram muitos os homens detentores do conhecimento necessário para a realização de uma construção, mesmo com certo grau de complexidade. Apesar dessa origem, atualmente aceitamos, sem estranhamento, um tamanho distanciamento dos arquitetos das obras, a tal ponto que passem a ser considerados como visitantes<sup>2</sup>. Também é oportuno considerar que o conceito de projeto (*disegno*) só surgiu no Renascimento, após a superação do modelo de organização do trabalho medieval – as *guildas* – ou corporações de ofício.

Sobre os métodos que teriam sido utilizados para a construção de obras na Antiguidade e na idade clássica, também é oportuno considerar que os reais avanços da matemática e da geometria, e mesmo do desenvolvimento das técnicas de desenho em perspectiva, também só aconteceram após a Idade Média, no Renascimento. As artes plásticas constituem uma clara evidência disso, porque é exatamente nesse período que os quadros e as obras de arte deixam de ser representações apenas planas e ‘chapadas’, e passam a representar planos em perspectiva, inclusive com vários pontos de fuga.

## A EVOLUÇÃO DOS PROJETOS E DAS REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS

Refinando a definição de projeto, as ‘instruções para construir’ organizadas por alguns, num determinado momento, para que sejam ‘lidas e interpretadas’ por outros, num momento posterior, podem também ser vistas como um grande conjunto de dados e informações que precisam ter um adequado nível de detalhamento e organização, a fim de que esse processo de comunicação possa ser realizado de forma satisfatória.

Reduzindo e organizando as tecnologias e os meios utilizados para o desenvolvimento desses projetos, entendendo-os como um conjunto de dados estruturados e necessários para a documentação da construção de uma edificação ou instalação, pode-se chegar a um diagrama como o ilustrado logo a seguir (figura 3). Nele se parte da representação física das construções, com a execução de maquetes em escala – técnicas utiliza-

<sup>2</sup> Arquiteto visitante: até mesmo em contratos legais, relacionados aos serviços desenvolvidos por arquitetos, a expressão “visita à obra” é comum e usual.

das na Antiguidade pelas *guildas* ou corporações de ofício. Vale lembrar que, naquele modelo de trabalho, os técnicos, arquitetos ou engenheiros, equivalentes da época, trabalhavam no mesmo local e endereço onde as construções eram realizadas.

Passa-se, então, para a utilização de desenhos e gráficos, inicialmente utilizando o papel como meio de armazenamento das informações. Em seguida, o papel opaco teria sido substituído pelo papel vegetal, ou algum meio translúcido equivalente, permitindo que, a partir da utilização de uma mesa de luz, fosse realizada a identificação das interferências entre os diversos subsistemas, ainda contando com a chamada ‘visão espacial’ dos usuários. Era preciso realizar um exercício de imaginação para que a leitura das informações documentadas nos planos de projeção bidimensional (plantas, cortes e vistas 2D) os levasse a construir mentalmente a volumetria da edificação ou instalação ali representada.

Nos anos 80, surgiram os *softwares* que permitiam realizar os desenhos e projetos com o auxílio de computadores. Então, telas, *mouses* e teclados substituíram as pranchetas de desenhos, e os desenhos realizados em camadas (*layers*), que podiam ser ligados e desligados, ficando visíveis ou não, a gosto do usuário, substituíram as mesas de luz. A evolução dos *softwares* de desenhos, alavancados por necessidades demandadas pelo cinema<sup>3</sup>, gerou os *softwares* de representação gráfica tridimensional, e, finalmente, na virada do ano 2000, surgiu o BIM.

Antes do surgimento dos *softwares* de representação tridimensional, nem sempre era possível visualizar bem o que estava sendo criado e projetado. Os *softwares* 3D possibilitaram essa visualização com grande precisão, mas, finalmente, com o BIM, pode-se dizer que, além de visualizar bem o que está sendo projetado e criado, é possível saber também, com bom nível de exatidão, o que será obtido após a construção, em termos de desempenho da edificação como um todo, e também dos seus principais subsistemas e componentes.

Maquetes físicas	Pranchetas	CAD	BIM
			
Sem documentação	Apenas documentos (desenhos)	Apenas documentos (desenhos)	Modelos e documentos

Imagens cedidas por Autodesk

**Figura 3:** A evolução dos projetos ou das representações e documentações das ‘instruções para construir’ uma edificação ou instalação

<sup>3</sup> Produções cinematográficas exigiam a construção de cenários mais realistas, de onde deve ter sido cunhado o termo “realidade virtual”.





# 1.1

## CONCEITUAÇÃO O QUE É BIM E O QUE NÃO É BIM

# 1.1 CONCEITUAÇÃO – O QUE É BIM E O QUE NÃO É BIM

Algumas referências apontam que o termo BIM teria sido utilizado primordialmente por Charles Eastman, professor da *Georgia Tech School of Architecture*<sup>4</sup> e diretor do *Digital Building Laboratory*. Charles Eastman teria conceituado BIM como sendo “um modelo digital que representa um produto, que, por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto”. Os dados ou informações geradas no desenvolvimento do projeto deveriam representar o produto, como ele de fato seria construído no mundo real, e este conceito teria surgido em decorrência do desenvolvimento de um padrão para o intercâmbio de dados de produtos, utilizado na Norma ISO 10303 – *Automation systems and integration – Product data representation and Exchange*.<sup>5</sup>

Essa norma ISO teria sido desenvolvida para garantir a apresentação, a integração e o intercâmbio de dados de produtos industriais por computadores, sem ambiguidade, e independente do sistema nativo, nos quais esses dados teriam sido ‘produzidos’ ou dos quais seriam originados.

A popularização do termo BIM também estaria relacionada ao trabalho do renomado consultor americano Jerry Laiserin, especialista em tecnologia aplicada às construções.

Existem diversas definições para o que é BIM. Aqui serão listadas algumas mais conhecidas e difundidas.

## 1.1.1 - O QUE É BIM?

- *Building Information Modeling* - BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida.
- BIM é um processo progressivo que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o fácil acesso aos vários grupos de informações sobre uma edificação ou instalação que se deseja construir, usar e manter. Uma única plataforma de informações que pode atender todo o ciclo de vida de um objeto construído.
- BIM é uma nova plataforma da tecnologia da informação aplicada à construção civil e materializada em novas ferramentas (*softwares*), que oferecem novas funcionalidades e que, a partir da modelagem dos dados do projeto e da especificação de uma edificação ou instalação, possibilitam que os processos atuais, baseados apenas em documentos, sejam realizados de outras maneiras (baseados em modelos) muito mais eficazes.

<sup>4</sup> *Georgia Tech School of Architecture* ou *Georgia Institute of Technology Campus* localizado em Atlanta – USA.

<sup>5</sup> A Norma ISO 10303 também é conhecida como “STEP” – *Standard for the Exchange of Product model data*.

O *American Institute of Architects* – AIA define BIM como “uma tecnologia baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações sobre um projeto”.

Já para o *National Institute of Building Standards*– NIBS, BIM é “uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento que viabiliza a obtenção de informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para que decisões sejam tomadas durante seu ciclo de vida, definido desde a sua concepção até a demolição”.

A Administração de Serviços Gerais dos Estados Unidos – GSA – *United States General Services Administration* descreve BIM como sendo “o desenvolvimento e o uso de um modelo digital de dados, não apenas para documentar o projeto de uma construção, mas também para simular a construção e a operação de uma nova construção ou de uma instalação já existente que se deseje modernizar. O modelo de informações de construção resulta de um conjunto de dados referentes aos objetos, que são representações inteligentes e paramétricas dos componentes da instalação. A partir desse conjunto de dados, vários usuários podem extrair visões apropriadas para a realização das suas análises específicas e o embasamento dos seus correspondentes *feedbacks* que possibilitam a melhoria da concepção do projeto”.

O *National Building Information Modeling Standards* – NBIMS define BIM como: “Uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Um modelo BIM é um recurso para o compartilhamento de informações sobre uma instalação ou edificação, constituindo uma base de informações organizada e confiável que pode suportar tomada de decisão durante o seu ciclo de vida; definido como o período desde as fases mais iniciais de sua concepção até a sua demolição. Uma das premissas básicas do BIM é a colaboração entre os diferentes agentes envolvidos nas diferentes fases do ciclo de vida de uma instalação ou edificação, para inserir, extrair, atualizar ou modificar informações de um modelo BIM para auxiliar e refletir os papéis de cada um destes agentes envolvidos”.

**BIM NÃO DEVE SER  
CONSIDERADO UMA  
TECNOLOGIA TÃO NOVA,  
EMBORA O TERMO SEJA  
RELATIVAMENTE NOVO.**

BIM não deve ser considerado uma tecnologia tão nova, embora o termo seja relativamente novo. Soluções similares ao BIM têm sido utilizadas em diversas indústrias, onde a complexidade logística (ex. uma montagem em alto-mar – *offshore*) ou a repetição de um mesmo projeto (ex. indústria automobilística ou de aviação) exigiam e permitiam um maior investimento no desenvolvimento dos projetos e especificações. O que é novo é o acesso da indústria da construção civil a essa ferramenta, que só se tornou possível pelo aumento da facilidade de aquisição de *hardwares* (computadores pessoais com grande capacidade de processamento) e *softwares*.

Por definição, BIM é aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a concepção e a conceituação de uma ideia, para a construção de uma edificação ou instalação (ou da constatação da necessidade de construir algo), passando pelo desenvolvimento do projeto e incluindo a construção, e também após a obra pronta, entregue e ocupada, no início da sua fase de utilização. Neste último caso, os modelos BIM poderão ser utilizados para a gestão da própria ocupação e para o gerenciamento da manutenção. Portanto, trata-se de algo abrangente demais, e este é um dos motivos que dificultam uma adequada compreensão do que é BIM e, também, das novas formas de realizar processos, utilizando esta nova plataforma de trabalho, que é baseada em modelos, e não apenas em documentos, desenvolvidos pela tecnologia predecessora CAD – *Computer Aided Design*.

## 1.1.2 - O QUE NÃO É BIM?

À medida que o BIM começa a ganhar mais importância e relevância no mercado, surgem também iniciativas que poderiam ser descritas como *BIM wash*. Ou seja, ocorre um processo semelhante ao que aconteceu há alguns anos com a chamada tecnologia verde, quando foi usado o termo *green wash* para distinguir e definir iniciativas falsas e oportunistas das verdadeiras propostas de soluções sustentáveis, que possuíam objetivos reais de preservação do meio ambiente.

Alguns *softwares* já circulam no mercado travestidos como soluções BIM. Por isso é importante atentar para alguns pontos que podem ajudar no processo de discernimento entre o que é BIM e o que não é BIM. Considere as seguintes informações:

### 1.1.2.1 - NEM TUDO QUE É 3D É BIM. MAS, SE FOR BIM, SERÁ 3D:

Soluções que possibilitam apenas a modelagem e a visualização gráfica em 3D de uma edificação ou instalação, que utilizam objetos que não incluem outras informações além da sua própria geometria, não podem ser consideradas como soluções BIM.

### 1.1.2.2 - SOLUÇÕES QUE, UTILIZANDO MÚLTIPLAS REFERÊNCIAS 2D (DESENHOS OU DOCUMENTOS), EMULAM MODELOS TRIDIMENSIONAIS:

Estes tipos de *softwares* não permitem a extração automática de quantidades, não realizam atualizações automáticas, nem tampouco possibilitam a realização de simulações e análises.

### 1.1.2.3 - SOLUÇÕES 3D QUE NÃO SÃO BASEADAS EM OBJETOS PARAMÉTRICOS E INTELIGENTES:

Existem algumas soluções que são capazes de desenvolver modelos tridimensionais de edificações e instalações, mas que não utilizam objetos paramétricos e inteligentes. Embora esses modelos tenham uma aparência bastante similar aos gerados por soluções BIM, as alterações e modificações – que são comuns e previsíveis, considerando toda a evolução e a maturação natural de um projeto, ou durante os processos de coordenação entre diferentes disciplinas (arquitetura X estruturas X instalações, por exemplo) –, são muito trabalhosas. Eles acabam tomando muitas horas de trabalho e, ainda, como o nível de qualidade depende exclusivamente da atenção do usuário, tornam-se muito mais passivos de erros e inconsistências. Em outras palavras, quaisquer alterações ou posicionamento de objetos num trabalho em desenvolvimento são difíceis, demoradas e não automáticas.

### 1.1.2.4 - SOLUÇÕES QUE NÃO REALIZAM ATUALIZAÇÕES AUTOMÁTICAS:

Para revisões e alterações realizadas numa determinada 'vista', alguns *softwares* que não são BIM não provocam automaticamente a atualização das demais vistas e relatórios de um mesmo projeto ou trabalho em desenvolvimento. Neste caso, o usuário precisa executar comandos específicos, e, se por um descuido isso não acontecer, parte do seu trabalho poderá apresentar inconsistências e erros.



### 1.1.2.5 - SOFTWARES E SOLUÇÕES 3D QUE NÃO ATUAM COMO GESTORES DE BANCOS DE DADOS INTEGRADOS NÃO SÃO BIM

Nas soluções BIM, o modelo tridimensional de um prédio ou instalação que se pode visualizar e manusear na tela de um computador é uma das formas possíveis de se ‘enxergar’ o conjunto de dados e informações que constituem esse prédio ou essa instalação. O BIM oferece outras formas de ‘visualização’ desses mesmos dados, como listas, tabelas, planilhas, etc. Além disso, caso o usuário faça alguma alteração de informação, por exemplo, em uma tabela, ela será refletida, imediata e automaticamente, em todas as outras formas de visualização.

A alteração em uma tabela, por exemplo, da largura de um determinado tipo de porta, inserida e repetida em diversos ambientes de um modelo, provocará a alteração automática das imagens tridimensionais nos ambientes onde a porta tiver sido representada. Em outras palavras, como os *softwares* BIM trabalham como gestores de bancos de dados integrados, não importa o formato de visualização utilizado durante a realização de uma modificação ou revisão; o sistema deverá atualizar, automaticamente, todas as demais possíveis organizações ou visualizações dos dados, sejam imagens tridimensionais, tabelas, relatórios ou documentos.



# 1.2

## PRINCIPAIS BENEFÍCIOS E FUNCIONALIDADES BIM



# 1.2 PRINCIPAIS BENEFÍCIOS E FUNCIONALIDADES BIM

Existem 25 diferentes casos de usos BIM que já foram mapeados, conforme publicação específica da *PennStateUniversity*<sup>6</sup>, que serão descritos mais detalhadamente nas seções 1.6 e 1.7. No conteúdo publicado pela universidade norte-americana, estão documentados os fluxos de trabalho correspondentes aos 25 casos de usos, com a identificação de todas as suas fases componentes, sequenciamento e interdependência entre diferentes atividades, e também todas as informações necessárias à sua realização.

Seguindo a mesma ordem já utilizada na Cartilha **10 Motivos para Evoluir para o BIM**, da CBIC, os principais benefícios que poderão ser alcançados pelas empresas que decidirem adotar o BIM como plataforma de trabalho são os seguintes:

## 1.2.1 - A VISUALIZAÇÃO EM 3D DO QUE ESTÁ SENDO PROJETADO

Nos projetos desenvolvidos em CAD (*Computer Aided Design*), tecnologia baseada apenas em documentos, as representações em plantas, cortes, vistas ou, no melhor dos casos, em desenhos de perspectivas e detalhes, não permitiam a correta visualização e a perfeita compreensão do que estava sendo projetado.

O 'leitor' das informações documentadas em desenhos precisava usar sua imaginação para construir, apenas mentalmente, as imagens tridimensionais de uma edificação ou instalação projetada, combinando as informações documentadas e fragmentadas em diferentes desenhos.

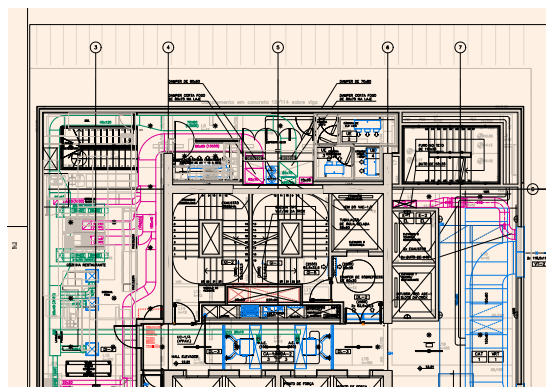


Imagem cedida por Engrbras (Bentley)

**Figura 4:** Desenho em CAD, representando as instalações de ar condicionado de uma edificação. É preciso construir mentalmente as imagens tridimensionais das projeções

A modelagem 3D possibilita a visualização exata do que está sendo projetado, por mais complexa que seja a instalação ou edificação, além de oferecer funcionalidades para a detecção automática de interferências geoespaciais entre objetos.

<sup>6</sup> *The Pennsylvania State University Office of Physical Plant: BIM Project Execution Planning Guide*. Julho/2010.



Imagem cedida pela Graphisoft (Archicad)

**Figura 5:** Imagem 3D renderizada, gerada por *software* BIM, representando parte das instalações de ar condicionado de uma edificação

Como dito anteriormente, nem todas as soluções de modelagem 3D são BIM, mas, se forem BIM, certamente serão 3D. As soluções BIM trabalham como gestores de bancos de dados, de forma que qualquer alteração ou revisão realizada em qualquer parte de um modelo será automaticamente considerada em todas as demais formas de visualização da correspondente massa de dados e informações, sejam tabelas, relatórios ou desenhos (documentos), gerados a partir do modelo (e em inexorável consequência do modelo).

Somente a correta e inequívoca visualização do que está sendo projetado garante o entendimento e a eficácia no processo de comunicação e alinhamento entre todos os envolvidos na construção de um empreendimento (incorporadores, projetistas, especificadores, orçamentistas, compradores, construtores, etc.), inclusive nas suas fases mais iniciais. Em outras palavras, mesmo aqueles que não são familiarizados com os termos técnicos da construção civil (proprietários e investidores, por exemplo) conseguem entender perfeitamente o projeto. Tudo isso se traduz em menor desgaste e em menor quantidade de problemas durante a fase de execução.



Imagem cedida por Autodesk

**Figura 6:** Imagem 3D renderizada, gerada por um *software* BIM, representando parte das instalações de ar condicionado de uma edificação

## 1.2.2 - O ENSAIO DA OBRA NO COMPUTADOR

Costuma-se dizer que a construção civil é uma indústria de protótipos. Quando, finalmente, sabe-se tudo sobre uma determinada obra, ela acaba. Ainda que se repita aquele mesmo projeto, só considerando que o endereço será necessariamente diferente, também serão diferentes as condições de execução, de acesso ao novo endereço, a formação geológica do subsolo, as condições climáticas durante a execução, a mão de obra, que poderá empregar outros prestadores de serviços, e assim por diante.

Infelizmente é comum que ocorra várias mudanças do decorrer da obra, em relação ao projeto e ao planejamento originais. O BIM pode minimizar a incidência e o impacto de tais mudanças. A modelagem de informações possibilita a geração automática de projetos e de relatórios (documentos), análises de projetos, planejamentos, simulações, gestão de instalações, e mais: definitivamente, permite que a equipe de projeto fique mais bem informada, para tomar decisões adequadas e construir edificações melhores.

O caso de uso BIM chamado Planejamento ou Sequenciamento 4D permite que se estudem, detalhadamente, todas as etapas e atividades previstas para a execução de uma obra. A construção de um prédio de múltiplos pavimentos exige, por exemplo, a instalação de bandejas de proteção, para evitar a queda de materiais ou ferramentas. Com a plataforma BIM, pode-se realizar a Construção Virtual (*Virtual Design & Construction* – VDC), que permite ensaiar uma obra no computador, antes do início da construção real, no endereço da obra.

Então, bandejas, tanto quanto guias e elevadores de carga, podem ser modeladas experimentando as várias fases de um canteiro de obras. Consegue-se, assim, a eliminação de eventuais interferências destes recursos de construção, e se consegue usar esses modelos, também para estudar, prévia e detalhadamente, todo o processo de construir, definindo o sequenciamento das atividades, com um nível de informação sem precedentes. Ou seja, a plataforma BIM permite que se modele, não apenas o edifício ou a instalação com todos os seus sistemas e componentes, mas também permite que se modele o próprio processo de construir.



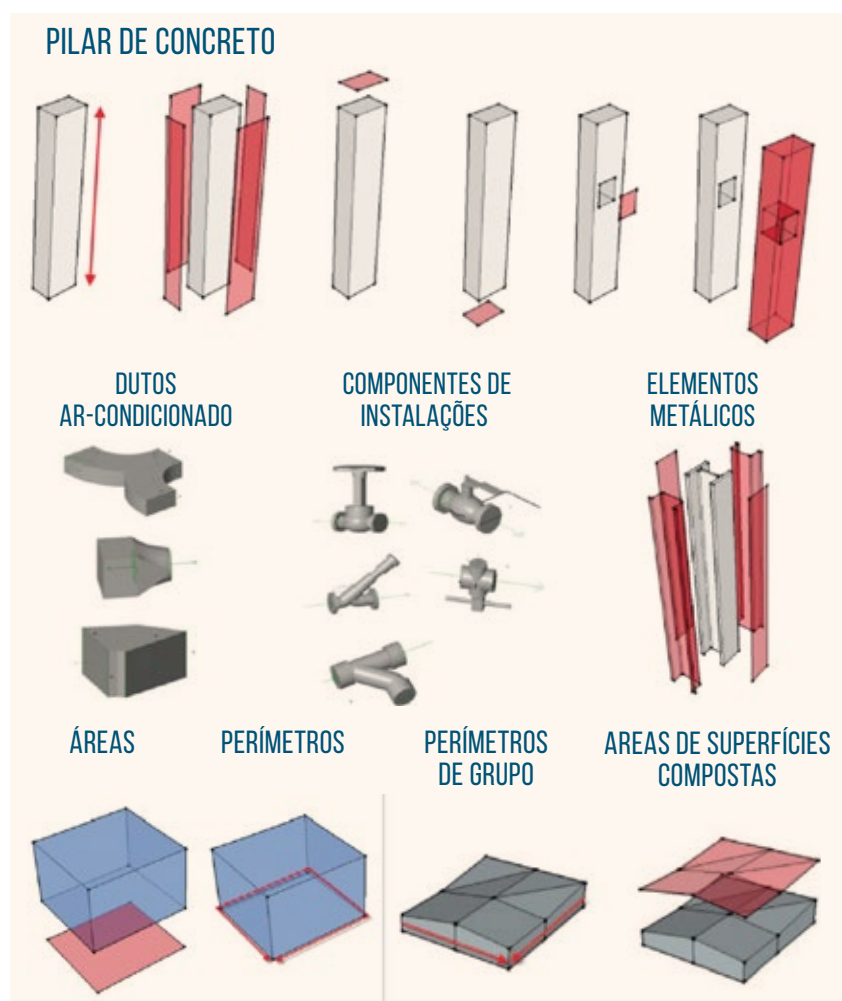
**Figura 7:** A imagem 3D renderizada, gerada por um software BIM, ensaia as diferentes fases de construção de uma edificação e o funcionamento de uma grua, ou seja, um equipamento (ou recurso) que não será incorporado na edificação, mas será utilizado na construção

Além disso, alguns softwares BIM criam animações para a demonstração explícita da sequência de atividades na obras. Esses recursos podem gerar economia e redução de discontinuidades e ‘surpresas’ durante a execução da obra, quando a flexibilidade para tomada de decisão já é muito reduzida, elevando a qualidade do planejamento e seu nível de precisão.

Minimizar conflitos e problemas específicos da fase de construção, suas incertezas e riscos que poderão ser analisados e contornados previamente usando o BIM é algo que reflete maior aderência da execução da obra ao orçamento e ao que foi planejado, e também no cumprimento de prazos definidos. Este grande ensaio virtual, feito antes de se partir para a execução propriamente dita, no canteiro de obras, configura-se como algo realmente valioso para a indústria da construção civil.

## 1.2.3 - A EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DAS QUANTIDADES DE UM PROJETO

A extração automática de todas as quantidades de serviços e componentes dos modelos BIM é uma das funcionalidades mais utilizadas por aqueles que começam a utilizar a plataforma. Ela garante consistência, precisão e agilidade de acesso às informações das quantidades, que poderão ser divididas e organizadas (ou agrupadas) de acordo com as fases definidas no planejamento e na programação de execução dos serviços.



**Figura 8:** Exemplos de extração de quantidades realizadas por soluções BIM. Podem ser extraídos e fornecidos tanto detalhes dos componentes (exemplo dos pilares) como a quantidade deles ou do conjunto de componentes



Imagem cedida pela Trimble (Tekla)

**Figura 9:** Planilha de quantidade de componentes extraída de um modelo BIM

Algumas soluções, disponíveis no mercado de *softwares*, possibilitam que os objetos constituintes de um modelo BIM sejam associados (linkados) com as atividades de um cronograma desenvolvido em MS-Project ou Primavera, permitindo que o controle da execução da obra também seja realizado com base nos modelos. Desta forma, as extrações automáticas de quantidades dos modelos BIM, baseados nas fases planejadas, podem agilizar e garantir a precisão das comparações entre serviços previstos e efetivamente realizados, por exemplo.



Imagem cedida por Autodesk

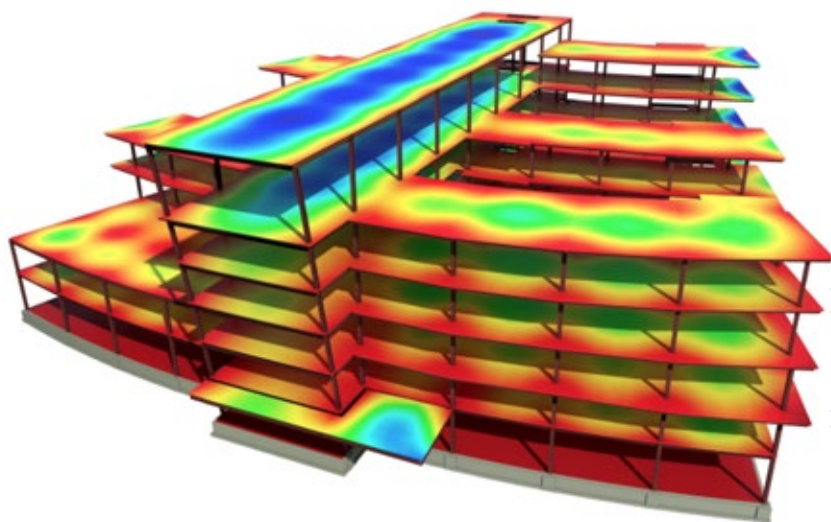
**Figura 10:** Partes componentes de um modelo BIM conectadas (linkadas) a um cronograma de atividades. No gráfico de Gantt (parte inferior da figura), é possível prever os tempos e a duração das atividades e planejar, programar e ajustar suas relações de precedência, bem como seu sequenciamento lógico. Esse recurso facilita bastante a análise de construtibilidade, que passa a ser visual, e também o dimensionamento das equipes (curvas de balanceamento)



## 1.2.4 - A REALIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES E ENSAIOS VIRTUAIS

Simulações do comportamento e do desempenho de edifícios e instalações, ou de suas partes e sistemas componentes, são funcionalidades novas, que não podiam ser executadas antes, com a utilização de processos baseados apenas em documentos (CAD). Os modelos BIM os tornaram possíveis. Essa é uma das áreas que mais têm recebido investimentos dos desenvolvedores de *softwares*. Algumas das análises e simulações com a utilização de modelos BIM são as seguintes:

- Análises estruturais
- Análises energéticas (simulações do consumo de energia)
- Estudos térmicos e termodinâmicos
- Estudos de ventilação natural
- Estudos de níveis de emissão de CO<sub>2</sub>
- Estudos luminotécnicos
- Estudos de insolação e sombreamento



**Figura 11:** Através de um código de cores, os esforços estruturais suportados pelas lajes de uma edificação são representados em imagem gerada por um *software* BIM.

Imagem cedida por Autodesk

## 1.2.5 - A IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE INTERFERÊNCIAS (GEOMÉTRICAS E FUNCIONAIS)

Os *softwares* BIM localizam automaticamente as interferências entre os objetos que compõem um modelo. Esta funcionalidade é conhecida como *clash detection*.

Os relatórios das interferências localizadas em um modelo BIM em desenvolvimento podem ser extraídos automaticamente e compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas. Alguns *softwares* oferecem formatos padronizados de listas de interferências que já incluem a imagem do problema e referências da sua localização no modelo. Isso é bastante útil nos casos de modelos muito extensos ou complexos, em que há muitas repetições de trechos de instalações.

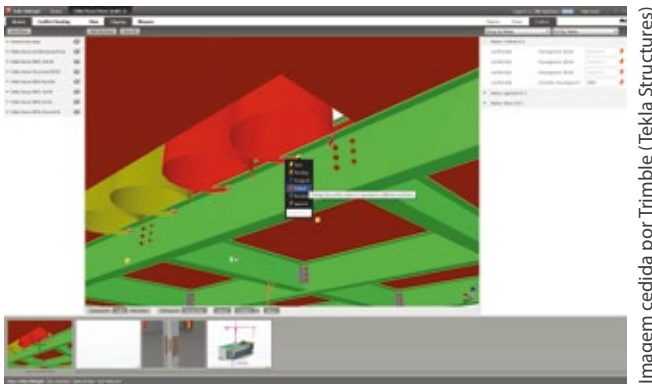


Imagem cedida por Trimble (Tekla Structures)

**Figura 12:** Imagem 3D renderizada, gerada por um software BIM, identificando uma interferência física (*clash*) entre as tubulações de dois subsistemas

Além da localização automática, algumas soluções também classificam as interferências como leves, moderadas ou críticas.

Uma interferência leve seria o caso em que, por exemplo, uma tubulação de pequeno diâmetro interfere em outra também de pequeno diâmetro. Ou seja, seria uma interferência de fácil solução, porque não é muito difícil desviar uma tubulação de pequeno diâmetro, que, na maioria das vezes, pode ser feita utilizando conexões padronizadas.

Já a interferência de uma tubulação de grande diâmetro com um componente da estrutura, por exemplo, um pilar ou uma viga estrutural, seria considerada como crítica.

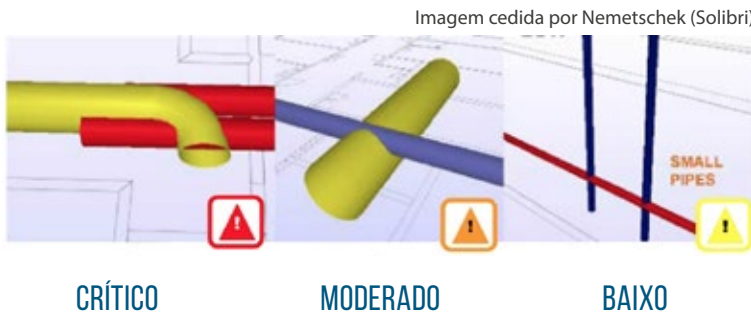


Imagem cedida por Nemetschek (Solibri)

**Figura 13:** Localização e classificação automática de interferências geométricas, realizadas por um software BIM. A colisão de duas tubulações de grande diâmetro é considerada crítica, enquanto a de uma tubulação de médio diâmetro com uma de pequeno diâmetro é vista como uma interferência média. A colisão de duas tubulações de pequeno diâmetro é classificada de nível baixo, considerando o grau de dificuldade para a solução dos problemas encontrados

Algumas soluções BIM são capazes ainda de identificar as chamadas interferências funcionais (*soft clash*). Por exemplo, se no projeto de uma sala de reuniões com recursos multimídia, um projetor para apresentações fixado no teto é posicionado atrás de uma luminária externa, localizada entre ele e a tela de projeção, é detectado um problema. Ou seja, mesmo não ocupando o mesmo lugar no espaço, essa situação se configura em uma interferência que impediria o funcionamento adequado do sistema.



**Figura 14:** Embora haja espaço para a instalação do projeto desta sala de reuniões, o posicionamento da luminária externa entre o projetor e a tela de projeção seria um obstáculo para o seu adequado funcionamento

Programação e inserção de ‘regras de verificação’ também podem ser admitidas em algumas soluções BIM. São válidas, por exemplo, para averiguar a consistência da rota de acesso de deficientes físicos às edificações (ou a parte delas) ou ainda para verificar exigências específicas, feitas por códigos sanitários ou de uso e ocupação do solo.

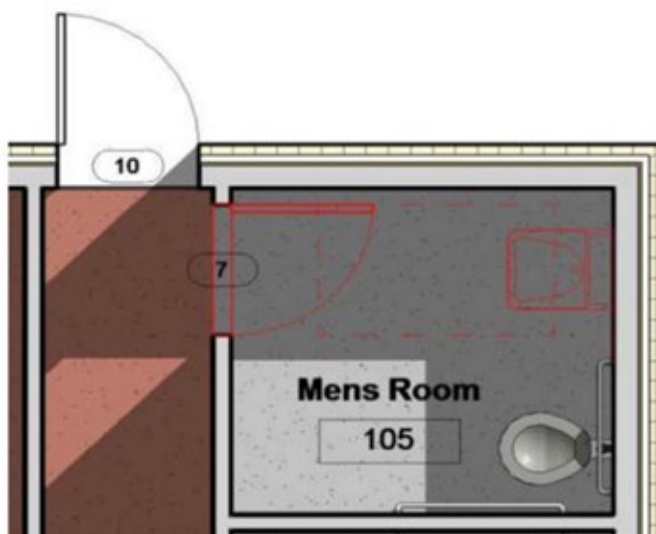


Imagem cedida por Nemetschek (Solibri)

**Figura 15:** A figura mostra uma não conformidade de acesso de cadeiras de rodas. A porta com o número 7 foi marcada e destacada automaticamente pelo *software*, indicando que o seu sentido de abertura está errado e interferirá com a cadeira de rodas posicionada dentro do sanitário (projeção da cadeira de rodas representada pelo retângulo vermelho). Já a porta número 10 está de acordo e não agride nenhuma regra de acesso

Análises semelhantes a essa ilustrada na figura acima podem ser feitas para a verificação de rotas de fuga, por exemplo, e outras regras de projeto ou especificações.

## 1.2.6 - A GERAÇÃO DE DOCUMENTOS MAIS CONSISTENTES E MAIS ÍNTEGROS

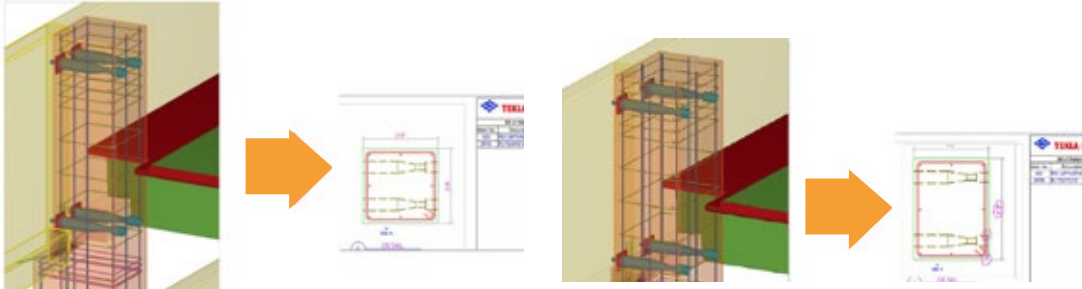
No BIM os objetos são paramétricos e inteligentes, e isso significa que esses objetos já têm informações sobre si próprios, sobre o seu relacionamento com outros objetos, e também com o seu entorno ou ambiente no qual está inserido.

Assim, por exemplo, um objeto BIM que corresponda a uma janela ‘sabe’ que precisa ser ‘hospedado’ numa parede e que esta deverá ter uma determinada espessura, por exemplo: 15cm. Caso um projetista resolva mudar essa espessura para 20cm, o objeto janela BIM consegue ‘perceber’, ‘interpretar’ e ‘reagir’ a essa mudança e, automaticamente, ajustar algumas das suas partes componentes para se adequar à nova situação.

São reações automáticas que contribuem para a garantia da consistência e da integridade das soluções projetadas, e também de toda a documentação do projeto (desenhos, detalhes, tabelas), diferentemente do que acontece nos processos baseados em desenhos CAD. Neste último, a integridade da documentação depende exclusivamente da atenção humana, que precisa replicar mudanças em diversos documentos: plantas, cortes e detalhes.

PILAR DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO, COM INSERTOS METÁLICOS

ALTERAÇÃO DAS MEDIDAS DO MESMO PILAR PRÉ-MOLDADO



Imagens cedidas por Trimble (Tekla Structures)

**Figura 16:** Ao alterar as medidas da coluna pré-moldada de concreto, toda a documentação correspondente (desenhos, tabelas, etc.) foi atualizada automaticamente

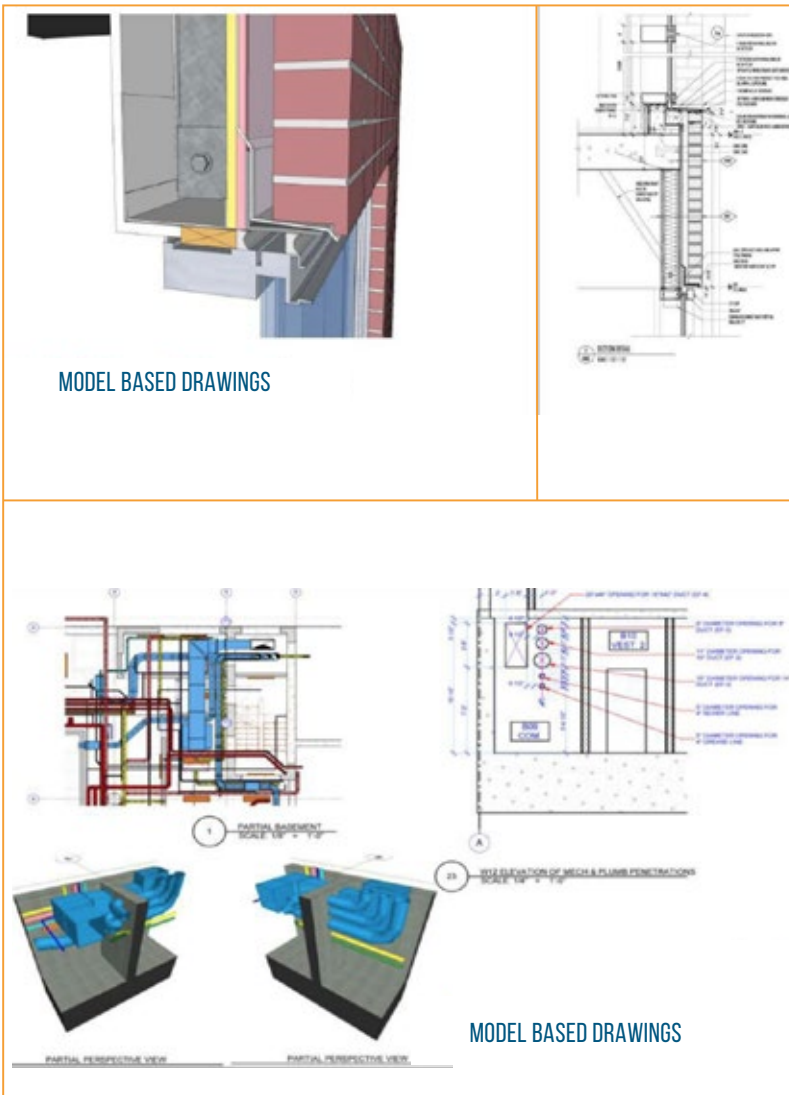


Imagem cedida por Autodesk

**Figuras 17 e 18:** Documentação de projetos (plantas, cortes, vistas, detalhes, etc.) gerados a partir de modelos 3D BIM. Além de garantir a consistência entre todos os desenhos, a plataforma BIM possibilita que sejam geradas imagens renderizadas das edificações, instalações ou parte delas, que podem ser também inseridas nas pranchas da correspondente documentação, enriquecendo e facilitando o processo de comunicação

## 1.2.7 - A CAPACITAÇÃO DAS EMPRESAS PARA EXECUTAREM CONSTRUÇÕES MAIS COMPLEXAS

Há uma inequívoca tendência de aumento da complexidade nas construções atualmente não apenas na adoção das formas, cada vez mais orgânicas e curvas, ou em alguns casos, com componentes móveis, como também nas soluções tecnológicas utilizadas nos principais subsistemas construtivos, como instalações, fachadas, segurança e controle.

Arquitetos como Zaha Hadid, Sanaa, Renzo Piano e Santiago Calatrava, dentre outros, possuem projetos executados onde o uso de formas curvas, orgânicas e até móveis na criação de seus trabalhos, desafia as técnicas de construção e aumenta exponencialmente os problemas para a coordenação espacial, bem como a complexidade para o planejamento das obras e a viabilização da sua montagem e construção.

O BIM também pode ajudar muito nos casos em que a complexidade não é apenas relacionada às formas ou subsistemas construtivos, mas é também logística, quando se requer o cumprimento de prazos muito desafiadores ou mesmo a coordenação simultânea de diversas frentes de obras.

**Figura 19:** Formas orgânicas, fachadas dinâmicas e estruturas móveis são soluções cada vez mais utilizadas. A documentação destes tipos especiais de edificações e instalações utilizando apenas desenhos é ineficiente, se não impossível

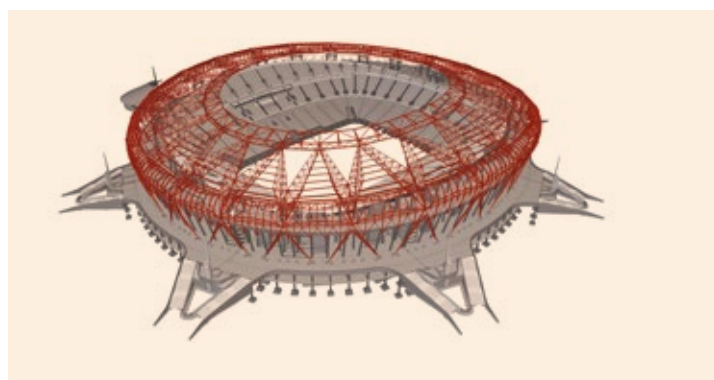
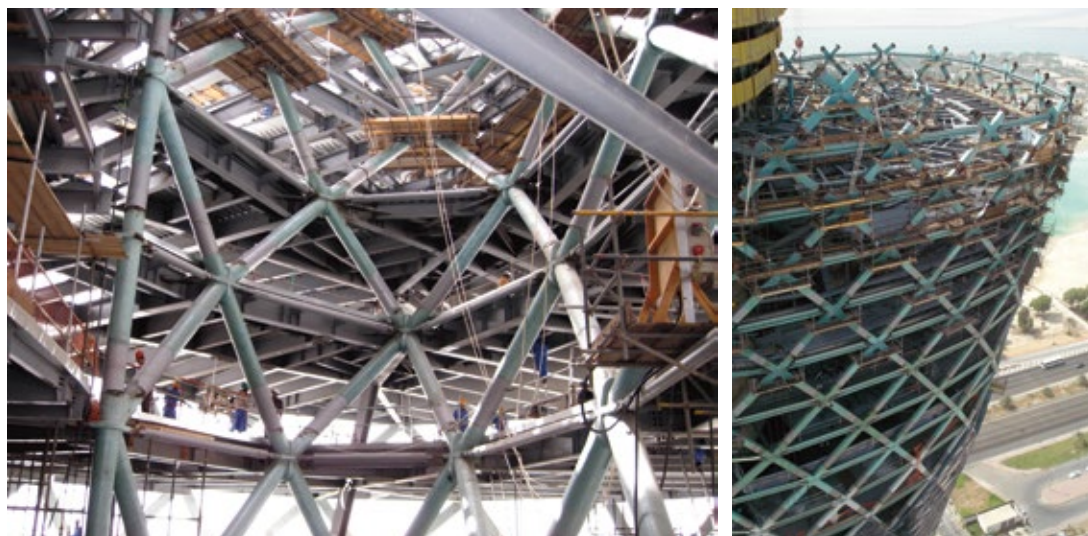


Imagem cedida pela MCA Arquitetura - Sebrae-ES - Graphisoft (Archicad)

## 1.2.8 - A VIABILIZAÇÃO E A INTENSIFICAÇÃO DO USO DA INDUSTRIALIZAÇÃO

Uma das principais causas do baixo nível de industrialização e pré-fabricação no setor da construção civil no Brasil reside justamente na falta de precisão dos projetos. São inúmeras as experiências frustradas, em que os investimentos na pré-fabricação de componentes foram perdidos porque, na execução e nas montagens na obra imprevistos e imprecisões nas partes construídas inviabilizaram as montagens e exigiram retrabalhos e gastos adicionais.

No BIM, a coordenação geométrica de componentes também pode ser verificada automaticamente por *softwares*, eliminando a maioria dos potenciais erros e interferências. Além disso, todos os passos das montagens podem ser ensaiados previamente nos computadores, com a utilização de processos de “Projeto e Construção Virtual” (VDC – *Virtual and Design Construction*), garantindo alto nível de confiabilidade e previsibilidade aos projetos e especificações. A maior precisão proporcionada pela tecnologia BIM pode ainda ser combinada com soluções de captura da realidade e, então, garantir maior controle e previsibilidade nos processos de pré-fabricação e montagem.



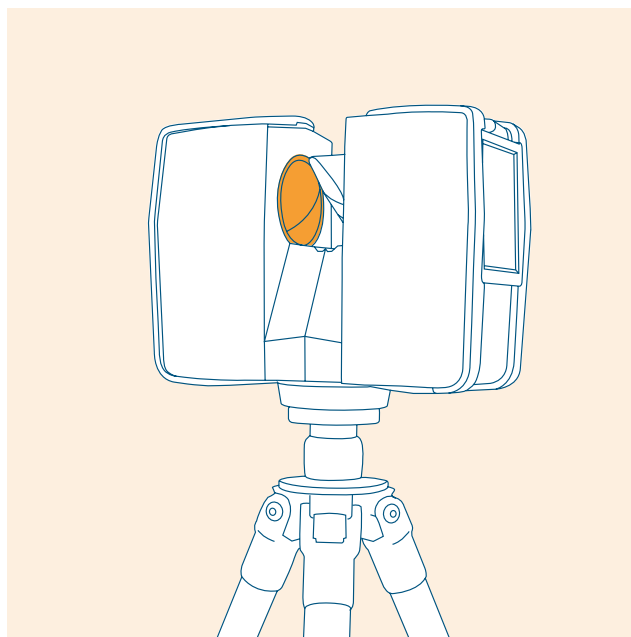
Imagens cedidas pela Triforme (Tekla Structures)

**Figura 20:** Maior precisão no desenvolvimento dos projetos e especificações, somadas à possibilidade de ensaiar as fases de uma construção ou montagem, que a plataforma BIM proporciona, viabilizam a pré-fabricação e a industrialização de componentes e partes

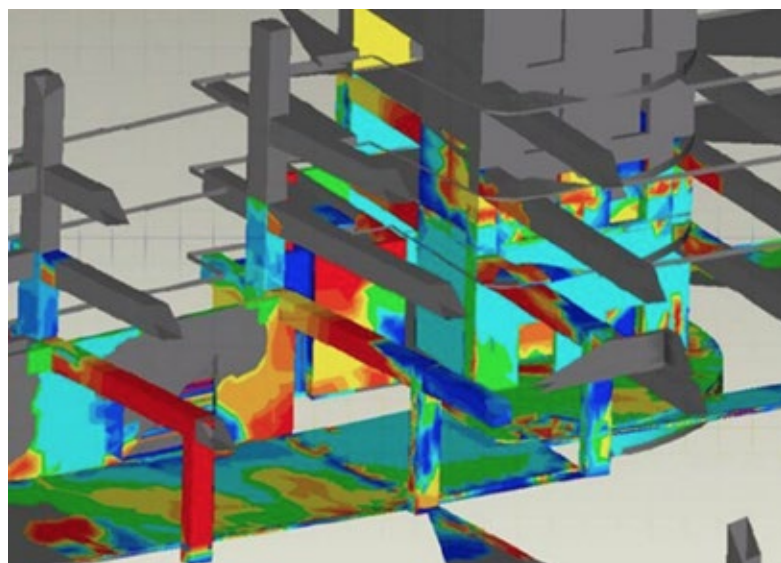
## 1.2.9 - O COMPLEMENTO DO USO DE OUTRAS TECNOLOGIAS

O uso de *'laser scanning'* será cada vez mais comum e frequente, e as técnicas de captura da realidade estarão presentes em diversas etapas de uma construção. A notória redução dos custos dos equipamentos e dos serviços tem facilitado sobremaneira o acesso a essa tecnologia.

Mas, afinal, o que se faz com uma nuvem de pontos gerada por um escaneamento a *laser*? Vários usos são possíveis. Normalmente, as nuvens de pontos geradas pelos escaneamentos a *laser* são lidas e trabalhadas por *softwares* BIM, para a identificação e separação dos seus subsistemas constituintes e, a partir daí, para permitir que sejam projetadas modificações ou ampliações. A realidade capturada também pode ser comparada e combinada com modelos BIM, para estudo de desvios ou para a realização de simulações. Ou seja, o BIM é fundamental para que processos e vantagens do uso da tecnologia de captura da realidade sejam concretizados.



**Figura 21:** Prevê-se que a captura da realidade através do escaneamento a *laser* se torne cada vez mais barata e acessível. Sua aplicação passará a ser utilizada antes, durante e após a fase de construção de uma edificação ou instalação



**Figura 22:** Mapeamento dos desvios de prumo e alinhamento de uma estrutura de concreto armado em execução. Com um código de cores, o vermelho identifica os maiores desvios, e na cor cinza estão os componentes do modelo BIM. Os tons foram associados aos desvios da estrutura real construída, obtidos com o uso de um 'laser scanning'

Imagem cedida por Autodesk

A tecnologia de captura da realidade através de fotografias também tem evoluído muito rapidamente.



**Figura 23:** O nível de precisão alcançado por algumas soluções, que utilizam *drones*<sup>7</sup> para sobrevoar uma obra ou instalação tirando sequências de fotografias, já é suficiente para viabilizar diversos usos. É possível, inclusive, que sejam gerados modelos 3D, editáveis e manipuláveis, a partir das fotos

Uma vez que os modelos tenham sido desenvolvidos e todos os subsistemas, coordenados, eliminando interferências e problemas, alguns grupos de informações podem ser retirados e levados para a obra, facilitando a execução e aumentando o nível de precisão dos trabalhos.



Imagem cedida por Autodesk

**Figura 24:** Estação total, usada na obra para retirar informações de um modelo BIM, e fazer, por exemplo, a locação de pendurais para sustentação e fixação de tubulações para ar condicionado. Além da locação de componentes e subsistemas, ela pode verificar desvios de nível e prumo nas partes já construídas

<sup>7</sup> Drones: aeronaves não tripuladas, com voos controlados remotamente.



## 1.2.10 - O PREPARO DAS EMPRESAS PARA UM CENÁRIO FUTURO

A construção civil, mesmo sendo uma indústria notoriamente tradicionalista e conhecida por ser resistente às mudanças, tem aderido rapidamente ao BIM em diversas partes do mundo.

São inúmeras as iniciativas conhecidas, algumas com abrangência de política estratégica nacional, como no caso do Reino Unido, de Cingapura e do Chile, onde todas as obras financiadas com dinheiro público precisam ser desenvolvidas com o uso da plataforma BIM.

Nota-se que, num futuro próximo, o BIM será condição mandatória para qualquer empresa que desejar se manter atuante na indústria da construção civil. Durante a crise do mercado imobiliário dos Estados Unidos em 2008, a adoção do BIM cresceu acentuadamente por lá. Foi uma alternativa de reação para as empresas afetadas, que aproveitaram o momento de redução no nível de suas atividades para inovarem, aprenderem e melhorarem seus processos, aumentando sua produtividade e eficiência.

No mapa abaixo estão identificados os principais países onde as iniciativas BIM são mais evidentes e notáveis.



**Figura 25:** Reino Unido<sup>8</sup>, Cingapura e Chile tiveram o BIM definido como uma política estratégica nacional

<sup>8</sup> Em 31.05.2011, o *United Kingdom Cabinet Office* publicou que o BIM seria adotado como política estratégica nacional em todo o Reino Unido, disparando uma série de ações para capacitação dos órgãos públicos, e estabelecendo a exigibilidade de que todo e qualquer projeto subsidiado por recursos públicos obrigatoriamente deveria ser desenvolvido com o uso do BIM, a partir de 2016.

Em países onde a adoção BIM já é mais madura e abrangente, uma pesquisa realizada em 2013 pela *McGraw Hill Constructions* apontou como um dos seus principais benefícios percebidos pelas empresas a melhoria das suas imagens no mercado, como evidência concreta de liderança e inovação.

No Brasil, a adoção BIM ainda pode ser considerada incipiente, mas algumas das principais iniciativas têm sido tomadas por bancos e agências públicas, como o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Método Engenharia, CCDI, Odebrecht, Gafisa e Sinco estão entre as empresas pioneiras em relação ao BIM no país.

## 1.2.11 - AS ANÁLISES DE CONSTRUTIBILIDADE

Não apenas em construções muito complexas, mas também em partes específicas de edificações como *shopping centers* ou hospitais podem existir regiões com grande concentração de diferentes tipos de subsistemas. Por exemplo, em um hospital, além das instalações normais de conforto (ar condicionado, ventilação e exaustão), é comum a necessidade de gases, água quente, sistemas de monitoramento e controle, sistemas de segurança e alarme, etc.

Para essas partes críticas, muito ‘poluídas’ de instalações, não basta que se resolvam os conflitos físicos (coordenação geométrica). É preciso também estudar e definir a sequência da montagem porque, em alguns casos, tal sequenciamento é vital para viabilizar a construção, tamanha a falta de flexibilidade.

Esta é a definição de ‘construtibilidade’ – existe uma sequência ótima de montagem para qualquer conjunto de instalações ou edificação. Combinando recursos BIM, como a construção virtual (*Virtual Design & Construction*), a identificação automática de interferências (*clash detection*) e o planejamento 4D, podem-se realizar simulações e análises da construtibilidade com um nível sem precedentes de confiança e precisão.

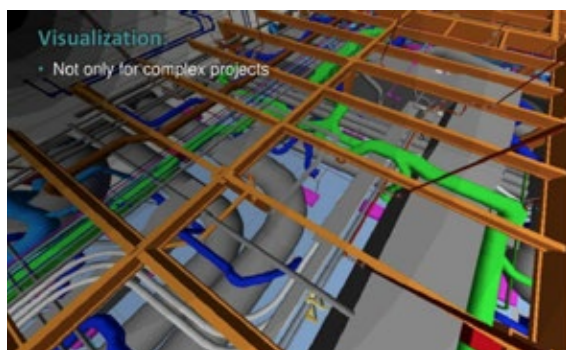


Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 26:** Figura renderizada gerada por um *software* BIM mostrando uma área bastante congestionada de instalações. A análise da construtibilidade responderia a perguntas como: por onde devo começar esta montagem? Qual seria a sequência ótima?

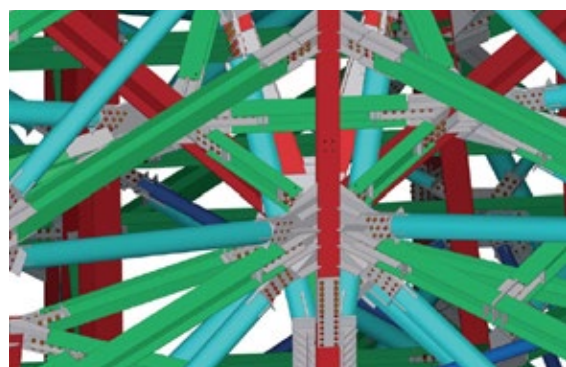


Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 27:** Figura gerada por um *software* BIM mostrando uma montagem de uma estrutura metálica muito complexa. O estudo de construtibilidade é vital para viabilizar uma montagem como esta

## 1.2.12 - O DESENVOLVIMENTO DE MAQUETES ELETRÔNICAS

A partir dos próprios modelos BIM desenvolvidos para a criação de uma edificação ou para gerir a sua construção, é possível gerar imagens renderizadas com alta qualidade e definição. Por meio de recursos de sombreadamento, iluminação, inserção em contexto (endereço local e imagens do entorno), são criadas maquetes eletrônicas que podem ser utilizadas tanto no estande de vendas de um empreendimento quanto em seu material publicitário e promocional. Este é um tipo de 'entregável' que precisa ser contratado separadamente quando se utiliza a tecnologia CAD.



**Figura 28:** Figura gerada por um *software* BIM mostrando duas edificações inseridas virtualmente no local de construção. Ele também facilita o desenvolvimento de maquetes eletrônicas para serem utilizadas em estande de vendas e material publicitário

Imagem cedida por Nemetschek (Graphisoft Archicad)



**Figura 29:** Figura gerada e renderizada por um *software* BIM mostrando interior de uma edificação modelada

Imagem cedida por Nemetschek (Graphisoft Archicad)

## 1.2.13 - O REGISTRO E O CONTROLE VISUAL DE DIFERENTES VERSÕES DOS MODELOS

Especialmente nos casos de projetos muito complexos ou em que diferentes equipes desenvolvem simultaneamente um mesmo projeto, a identificação e o controle das diferentes versões dos documentos podem ser bastante confusos e desafiadores. No entanto, a maioria das soluções BIM oferece recursos que possibilitam a identificação fácil e intuitiva das diferentes versões de um modelo, utilizando um código de cores para identificar partes e componentes que tenham sido modificadas, incluídas ou excluídas.

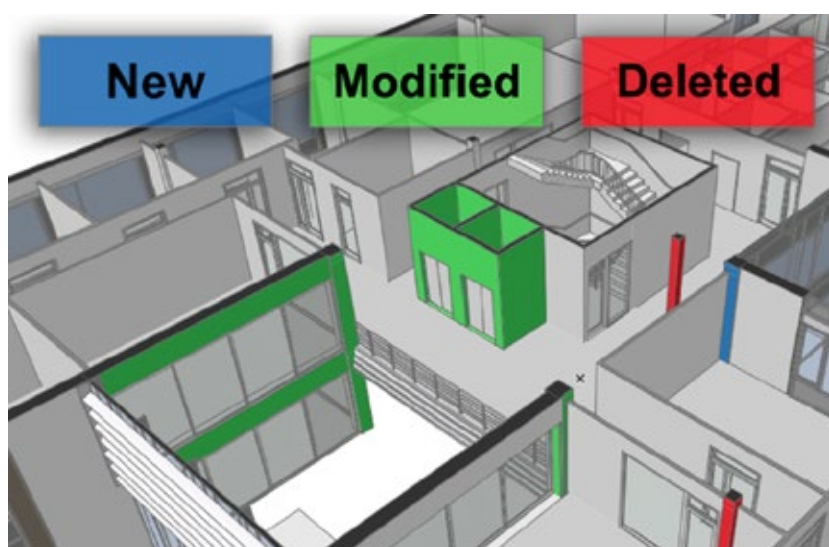


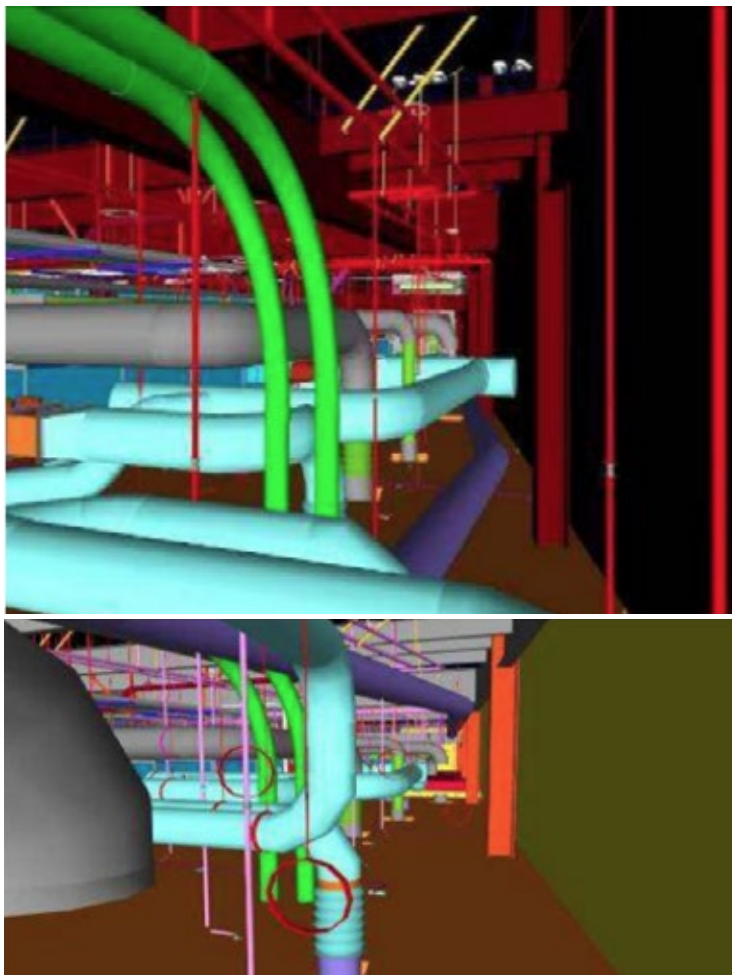
Imagem cedida por Nemetschek (Solibri)

**Figura 30:** Através de um código de cores, são identificados elementos que foram modificados, incluídos ou excluídos de um modelo. Este recurso torna rápido, intuitivo e eficaz o controle de versionamento dos modelos e arquivos em desenvolvimento

## 1.2.14 - A VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ACESSO PARA MANUTENÇÃO E HUMAN FACTOR ENGINEERING - HFE

Os *softwares* BIM podem viabilizar a coordenação de projetos, sob a ótica da garantia de acesso para futuras atividades de manutenção. Por exemplo, no sobreforro de algumas áreas de hospitais ou *shopping centers*, onde há grande congestionamento de instalações, não é suficiente apenas a eliminação das interferências e colisões. É importante, também, que sejam garantidas as condições de acesso para profissionais de manutenção, considerando ainda o uso de ferramentas e chaves para a desmontagem de alguns componentes.

Este tipo de premissa de projeto também é conhecida como *Human Factor Engineering* – HFE. Levam-se em conta a escala e as medidas do ser humano, que precisará acessar áreas das instalações e, numa condição ideal, realizar tarefas com condições mínimas de segurança, evitando a agressão a sua saúde e a sua integridade física (evitando posições de trabalho muito desconfortáveis e que prejudiquem a coluna vertebral, por exemplo).



**Figura 31:** Área de sobreforço muito congestionada de instalações. Numa situação ideal, o desenvolvimento de soluções deve considerar não apenas a solução das interferências geométricas, mas também as condições de acesso e uso de ferramentas para o desmonte de um componente, por exemplo, evitando posições de trabalho muito desconfortáveis que possam prejudicar a saúde dos mantenedores

Imagens cedidas pela Trimble. (Tekla Structures)

## 1.2.15 - A COORDENAÇÃO E O CONTROLE DE CONTRATADOS

Algumas soluções BIM possibilitam o agrupamento de componentes de um modelo, para o qual se podem definir atributos comuns, por exemplo, o nome de uma empresa contratada para realizar essa parte dos serviços.

A lista de atividades, considerando suas precedências e inter-relações de dependência e prioridade, quantidades e durações, podem então ser programadas e controladas, com a facilidade da visualização no modelo,

dos componentes que correspondem a cada uma delas. Esse recurso facilita muito e torna intuitivo o trabalho de balanceamento e controle de diferentes equipes de produção.

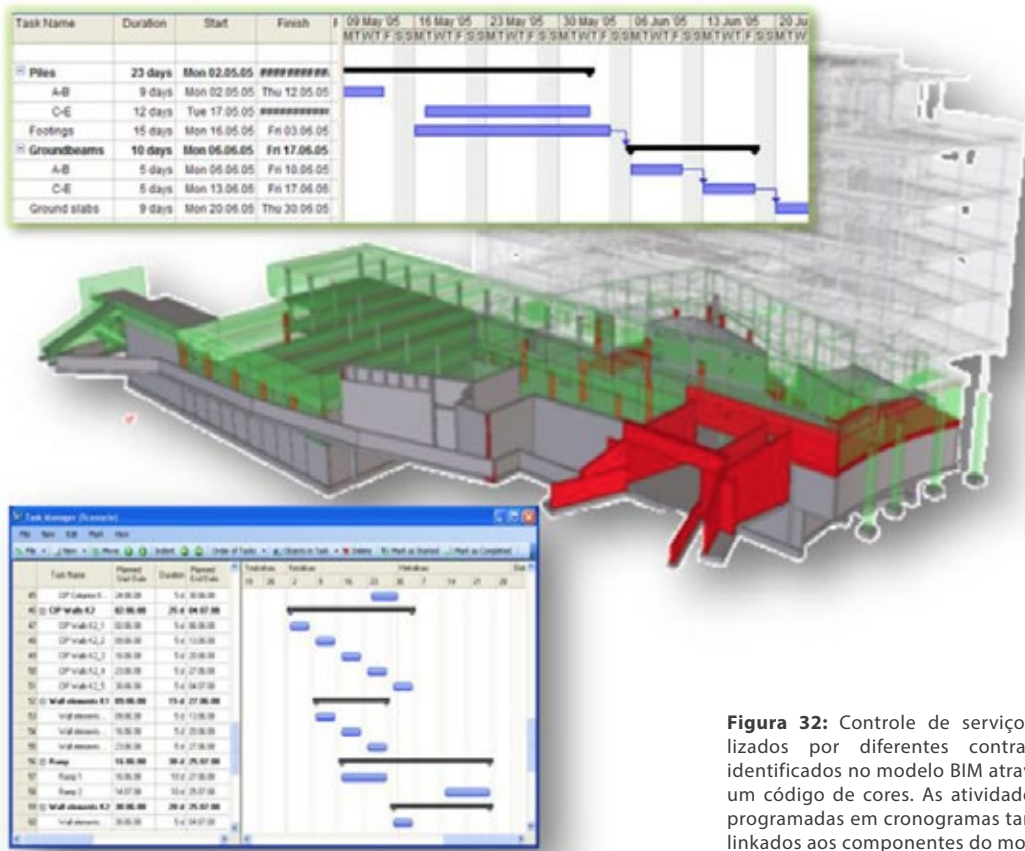


Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 32:** Controle de serviços realizados por diferentes contratados, identificados no modelo BIM através de um código de cores. As atividades são programadas em cronogramas também linkados aos componentes do modelo

## 1.2.16 - O RASTREAMENTO E O CONTROLE DE COMPONENTES

Também se pode utilizar um modelo BIM para rastrear e controlar componentes de uma edificação ou instalação em construção. A ilustração a seguir comunica bem este uso. Nela, os componentes pré-fabricados que compõem as arquibancadas de um estádio estão identificados através de um código de cores que correspondem às peças já produzidas na fábrica de pré-moldados, prontas para serem despachadas pra obra, já recebidas na obra, já montadas e danificadas.

Uma vez que estes diferentes atributos tenham sido associados aos componentes, a solução BIM possibilita a visualização de apenas um dos grupos e a extração de relatórios organizados, por exemplo, por datas. As informações podem ser utilizadas para a gestão ativa de todo o processo de pré-fabricação, armazenamento, montagem, controle de qualidade e liberação de medições para pagamento.

**Figura 33:** Controle de componentes pré-fabricados, através de um código de cores. Indica as peças já produzidas, prontas para despacho na indústria de pré-moldados, peças já recebidas na obra, peças montadas e danificadas. As informações podem ser filtradas e agrupadas de acordo com o interesse do usuário, que também pode gerar planilhas e relatórios para a gestão do processo completo

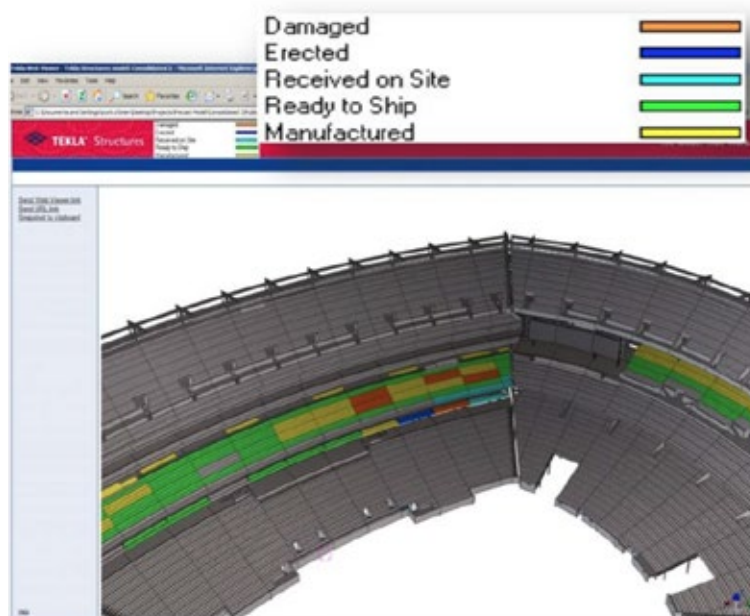


Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

## 1.2.17 - MODELOS BIM PODEM EMBASAR PROCESSOS DE GESTÃO DE ATIVOS

Modelos BIM podem ser usados como base de dados, para a realização de processos de manutenção e gestão de ativos, após a conclusão e entrega de uma obra.

Alguns *softwares* BIM possuem funcionalidades que possibilitam a exportação automática do subgrupo de informações que correspondem ao COBie<sup>9</sup>. Este é um formato padronizado, capaz de capturar dados em suas origens e ao longo de todo o desenvolvimento de um projeto que são importantes para suportar operação, manutenção e gestão de uma edificação depois de construída e entregue para uso.

Por exemplo, o motor do sistema de exaustão de uma edificação foi retirado da sua embalagem no canteiro de obras e esteve nas mãos de um instalador antes de ser instalado onde estava previsto. Esse seria momento mais adequado para que fossem anotados os principais dados desse motor, como fabricante, modelo, e, principalmente, o número de série. Após sua instalação, num provável sobreforço congestionado por outros equipamentos, poderá ser muito difícil obter algumas dessas informações.

Caso a equipe estivesse utilizando o COBie, ele exigiria que o instalador entregasse um documento com o registro das principais informações do motor instalado. Inclusive, indicaria um 'local' adequado para o registro desses dados mencionados no exemplo que se somariam a outros dados importantes e complementares do mesmo equipamento. Outra vantagem é que o COBie pode ser incluído em contratos como condições de 'completeza' para determinados serviços firmados com terceiros.

<sup>9</sup>COBie – *Construction Operations Building Information Exchange* – é um formato para publicação de um subgrupo de informações de uma edificação, centrado na modelagem de dados não geométricos.

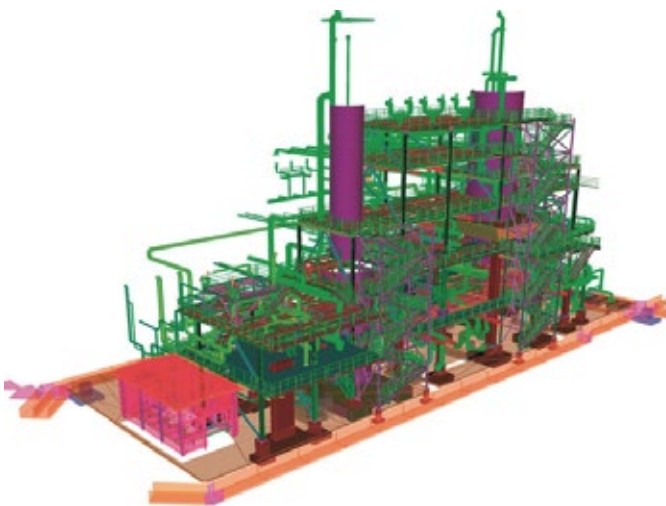


Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 34:** A figura da esquerda mostra uma vista *renderizada* de parte do modelo estrutural BIM de uma edificação, enquanto a da direita documenta uma das fases de construção, num ângulo bem semelhante ao utilizado para a criação da imagem. Em todo empreendimento construtivo, sempre existirá um subgrupo de informações que será importante para futuros processos de manutenção e gestão da edificação já concluída. Muitos *softwares* BIM exportam o subgrupo de informações no formato padronizado COBie, que é específico para o embasamento de processos de manutenção e gestão do ativo

## 1.2.18 - A FABRICAÇÃO DIGITAL

Informações de componentes de um modelo BIM podem ser extraídas e utilizadas diretamente em equipamentos de fabricação automática – máquinas com controle numérico computadorizado (CNC).



Tekla Structures Bar Code		Date: 21.04.2009
Project: POLICE HEADQUARTER		Time: 15:30:03
ProjName	Assembly	Phase Weight
1396	1067	1 1036
1 3 9 6 - 1 0 6 7 - 1 - 1 0 1 6		
ProjName	Assembly	Phase Weight
1396	1055	7 1057
1 3 9 6 - 1 0 5 5 - 7 - 1 0 5 7		
ProjName	Assembly	Phase Weight
1396	1068	7 966
1 3 9 6 - 1 0 6 8 - 7 - 9 6 6		
ProjName	Assembly	Phase Weight
1396	1064	7 1036

Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 35:** Algumas soluções BIM incluem funcionalidades que permitem a impressão direta de códigos de barras para a identificação de componentes



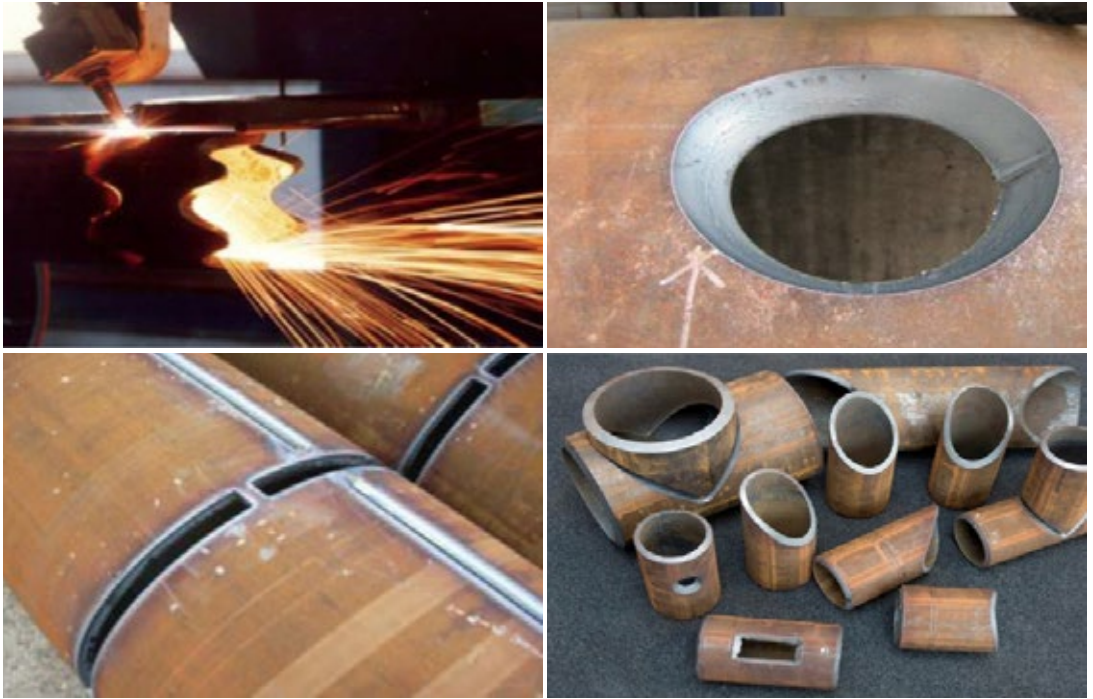


Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 36:** Sequência de fotos mostrando uma máquina de corte digital de tubulações com paredes espessas e grandes diâmetros. Cortes precisos, com chanfros cônicos para a perfeita união de tubulações de grande diâmetro já cortadas, considerando o dimensionamento dos cordões de solda especificados



Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 37:** Máquina automatizada, com controle numérico computadorizado, para corte de chapas de aço

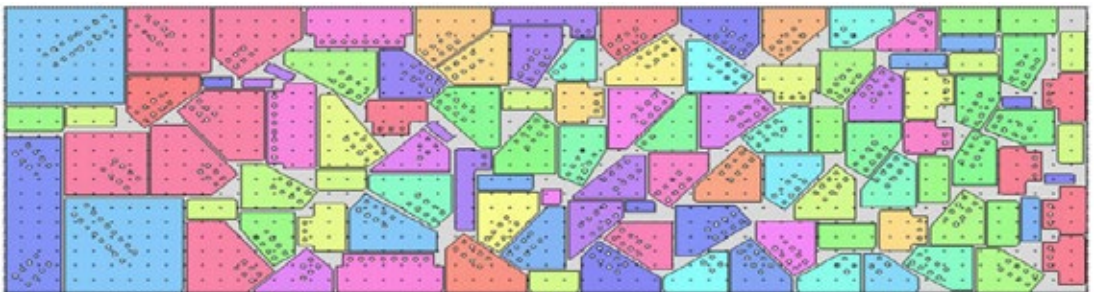


Imagem cedida pela Trimble (Tekla Structures)

**Figura 38:** Plano de corte de chapa de aço, gerado por *software* BIM, para maximizar o aproveitamento de material

## 1.2.19 – AS VERIFICAÇÕES DE LOCAÇÕES E NÍVEIS DA OBRA, BASEADAS EM MODELOS BIM, PODEM SER REALIZADAS POR UM ÚNICO HOMEM

A partir de informações previamente referenciadas num modelo BIM, utilizando equipamentos do tipo 'estação total', uma única pessoa pode fazer e conferir locações e níveis num canteiro de obras, avaliando eventuais distorções e erros de alinhamento e cotas.



Imagem cedida por Autodesk

Imagem cedida por Trimble

**Figura 39:** As coordenadas de alguns pontos específicos referenciadas num modelo 3D BIM podem ser gravadas em um equipamento gerenciador de *layout* (*Layout Manager*) e, por comunicação via rádio com uma estação total instalada na obra, permite a 'materialização' de posicionamentos e níveis no campo, ou numa construção



Imagem cedida por Trimble

**Figura 40:** O gerenciador de *layouts* é fixado num bastão que possui um prisma de rastreamento em uma das suas extremidades. O prisma e uma conexão via rádio permitem que a movimentação do bastão seja rastreada, em tempo real, pela estação total posicionada na obra, 'lendo' as coordenadas do seu posicionamento, e comparando com as coordenadas extraídas de um modelo BIM

## 1.2.20 - PRINCIPAIS BENEFÍCIOS BIM, CONSIDERANDO AS MACROFASES DO CICLO DE VIDA DE UM EMPREENDIMENTO

A organização dos principais benefícios da adoção BIM, considerando as principais macrofases do ciclo de vida de um empreendimento, pode contribuir para o processo de compreensão dos leitores.



**Figura 41:** Principais macrofases do ciclo de vida típico de um empreendimento e os principais benefícios da adoção BIM

A utilização do chamado macro BIM, nas fases que antecedem a construção de um empreendimento, possibilita a redução de incertezas e riscos associados aos custos e prazos estimados para a sua realização. Suas ferramentas usam modelos pouco detalhados, que são associados a bancos de dados de custos, organizados de maneira que permite o rápido cálculo dos custos de diferentes soluções construtivas, baseados em premissas.

Essa organização especial dos dados de custos inclui, entre outros, os seguintes cálculos:

- Custos por metro quadrado (ou por metro cúbico) de diferentes tipos de edificações, classificadas pelo uso (por exemplo, edificações residenciais de alto padrão, ou comerciais, para consultórios médicos e dentistas);
- Custos por metro quadrado (ou por metro cúbico) de diferentes ambientes (banheiros públicos de médio padrão, ou dormitório com padrão alto de acabamento);
- Custos unitários de diferentes sistemas construtivos, como, por exemplo: valor por metro quadrado de fachada em pele de vidro estruturada com garras de alumínio; ou de fachada em alvenaria de blocos cerâmicos, revestida externamente por pastilhas, com janelas de alumínio nível 1, vidro de correr, e peitoris de granito polido – ou ainda custo de fundações em tubulões, com capacidade de X Toneladas/Tubulão – custo de fundações em Estacas Cravadas, com capacidade de X Toneladas/Estaca.

Utilizando estas bases de dados de custos organizadas com os modelos BIM (pouco detalhados) das edificações, pode-se calcular com rapidez o orçamento de diferentes combinações de *layouts* ou de sistemas construtivos, e ter prontas respostas à situações como:

- 1) Em um determinado empreendimento, qual a diferença de custo entre construir dois blocos com dez andares e construir um único bloco com vinte?
- 2) Qual seria a diferença de custo caso se decida substituir uma determinada fachada da edificação, inicialmente especificada como pele de vidro, por uma fachada convencional em alvenaria revestida por pastilhas e janelas de alumínio com vidro?
- 3) Qual seria a diferença de custo para a substituição das fundações em tubulões por fundações com estacas cravadas?

As ferramentas macro BIM também podem ser utilizadas para análises energéticas. Partindo-se de determinadas premissas para a especificação dos diferentes subsistemas constituintes de uma edificação e também de sua localização física e do posicionamento das fachadas em relação à carta solar do seu endereço específico, podem ser calculadas diferentes alternativas, tanto da própria locação quanto da especificação dos principais subsistemas construtivos, que interferem com o consumo de energia – como, por exemplo, climatização e ar condicionado, fachadas envidraçadas, dentre outras.

Em resumo, a utilização do BIM pode proporcionar, de acordo com a fase de andamento do projeto, as seguintes melhorias:

#### **Fase preliminar à elaboração do projeto:**

- Facilitar a melhor compreensão, por parte do proprietário, dos usuários e demais participantes, das ideias que nortearão a futura edificação ou instalação, inclusive daqueles que não tenham formações técnicas específicas;
- Garantir maior confiabilidade e melhor nível de precisão nas estimativas de custos;
- Certificar que será desenvolvida a correta edificação ou instalação;

#### **Na fase de projeto, a adoção BIM pode proporcionar:**

- melhoria na qualidade do *design*, do projeto e das especificações, através da viabilização de ciclos de análises mais rápidos e mais efetivos;
- maior índice de pré-fabricação, em função da melhor previsão das condições de campo;
- maior nível de inovação, graças à utilização de recursos de “*design* digital”, nos quais algumas das soluções e dos subsistemas são propostos pelo próprio computador, testando milhares de alternativas baseadas em premissas de desempenho especificadas para um projeto.

#### **Na fase de cotação, aquisição e contratação (*Procurement*), a adoção BIM pode proporcionar:**

- Processos de prospecção e aquisição mais rápidos, com maior nível de precisão e menor risco;
- Uma correta comparação de alternativas, viabilizando a escolha e a definição de processos e métodos construtivos mais eficazes.

#### **Na fase de construção, a adoção BIM pode proporcionar:**

- A melhoria da eficiência no canteiro de obras, ao possibilitar a visualização clara do planejamento da construção, o inter-relacionamento entre as atividades e suas precedências e dependências;
- Um maior índice de pré-fabricação em função dos melhores recursos de controle da execução e da maior previsibilidade das condições de campo;

- Melhores condições de dimensionamento das equipes de trabalho, utilizando dados confiáveis sobre quantidades de serviços e possibilidades de faseamentos;
- Eliminação de interferências entre subsistemas construtivos;
- Redução da imprevisibilidade na fase de construção, reduzindo a quantidade de aditivos contratuais;
- Maior facilidade no registro da progressão da construção e comparação com a evolução planejada;
- Viabilização de ciclos econômicos mais curtos e aderentes ao planejamento;
- Redução da estrutura administrativa, conduzindo a um menor custo total da gestão da fase de construção.

**Na fase de início de uso e ocupação (*start up*), a adoção BIM pode proporcionar:**

- A viabilização do ensaio virtual do uso e da ocupação, simulando futuros desempenhos de alguns dos sistemas construtivos;
- Uma transição mais fácil e mais harmônica, sem solavancos, entre o final da construção e a fase de testes, assim como com o início efetivo do uso e da ocupação, evitando desgastes.

**Na fase de uso e operação, a adoção BIM pode proporcionar:**

- O fácil acesso às informações que são valiosas para o agente responsável pela operação e manutenção da edificação ou instalação construída;
- Melhoria do desempenho de uma edificação ou instalação construída, aumentando sua vida útil total.

## 1.2.21 - COMPARAÇÃO ENTRE PROCESSO TRADICIONAL DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO (CAD) E PROCESSO BIM

Segundo Loen (1974), "*coordenar um projeto é cuidar para que as atividades sejam executadas com respeito à sua importância e com um mínimo de conflito*".

Dentre as principais responsabilidades da coordenação de um projeto estão os seguintes itens:

- Responsável por todas as soluções de projeto adotadas;
- Responsável pela solução das interferências entre projetos;
- Responsável pela verificação de cotas;
- Responsável pelos atrasos de desenvolvimento de projetos;
- Garantia das premissas de cada projeto específico (*briefing*);
- Auditorias de soluções específicas nas partes mais importantes do projeto;
- Ações enérgicas e antecipadas para garantia de prazo nas etapas de entrega;
- Informação da alta gerência sobre riscos importantes (itens do *briefing*, prazos, etc.).

Os problemas mais comumente relatados na coordenação de projeto seriam:

- Processo de coordenação não sistematizado;
- *Briefing* de projeto inexistente ou incompleto;
- Coordenador inexperiente, sem vivência em canteiros de obras;
- Engenheiros de obra não participam na etapa de desenvolvimento dos projetos;
- Empreendedores não possuem objetivos claros;
- Construtoras não utilizam processos construtivos sistematizados;
- Inexistência de manuais de projeto;
- Falta de profissionalismo dos projetistas;
- Falta de um processo de avaliação e classificação de projetistas;
- Práticas deficientes enraizadas nas organizações.

Nas situações mais comuns, a coordenação dos projetos é feita:

- Pelo autor do projeto arquitetônico;
- Por um arquiteto ou engenheiro específico da construtora;
- Por um profissional externo, contratado para realizar a coordenação.

Em regra geral, o autor do projeto arquitetônico não costuma acompanhar a execução da obra, em muitos casos também não conhece as soluções construtivas adotadas pela construtora.

Caso a coordenação seja realizada pelo arquiteto ou engenheiro da construtora, estes conhecem bem os processos construtivos e a cultura construtiva da empresa, mas acabam por promover uma grande sobreposição com a atividade realizada pelo arquiteto autor do projeto, tendendo a privilegiar a construtibilidade em detrimento da solução arquitetônica.

E, se a coordenação é responsabilidade de um profissional externo, contratado para este fim específico, provavelmente apresentará bom nível técnico, mas também limitações para dominar os processos construtivos definidos e praticados pela construtora, porque desconhece sua cultura construtiva. Como é comum para esse profissional não participar da fase de concepção do projeto, a eficácia na realização da coordenação acaba sendo reduzida.

O gráfico mostrado a seguir representa a comparação entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos, baseado apenas em documentos e desenhos (CAD), e o desenvolvimento utilizando a plataforma BIM, considerando a variação da capacidade de influenciar os custos e a qualidade de um dado empreendimento no decorrer das diversas fases do projeto (tempo).

Costuma-se dizer que a utilização do BIM acelera os processos de decisões que precisam ser tomadas, não apenas relacionadas aos detalhes construtivos e especificações de um determinado projeto, mas também sobre os métodos construtivos que serão utilizados. Embora isso seja valioso para o processo como um todo, nem sempre é algo fácil de viabilizar, considerando a maneira como são estruturadas a maioria das empresas incorporadoras e construtoras no Brasil.

O conhecimento técnico mais detalhado e aprofundado sobre os métodos construtivos utilizados pelas construtoras, nas situações mais comuns, está registrado apenas na experiência e na memória de alguns poucos gerentes técnicos responsáveis pela produção propriamente dita. São, em geral, pessoas muito ocupadas e solicitadas pelas organizações, e é muito difícil envolvê-las nas fases de discussão de projetos e especificações em tarefas que podem exigir um tempo de dedicação razoável. Não é raro que um gerente técnico de produção acabe fugindo de uma reunião de coordenação BIM quando se depara com uma lista com algumas centenas de interferências que precisam ser resolvidas, com tomadas de decisões nem sempre simples, tampouco rápidas.

Todavia, a análise e a reflexão sobre esses gráficos chamam a atenção para alguns pontos importantes:

- A capacidade para impactar custos de obra e características funcionais de um empreendimento diminui conforme o projeto evolui pelos estágios do seu ciclo de desenvolvimento.
- Quanto mais adiantado o estágio do ciclo de desenvolvimento de um empreendimento, mais altos serão os custos das eventuais alterações de projetos e especificações.

Antes do início das obras (parte esquerda do gráfico, com o fundo azul), estão as grandes e mais significativas oportunidades para obter reduções de custos e definir racionalizações. Nessas fases do desenvolvimento do projeto, o foco dos esforços deve estar nas atividades de concepção, pesquisas e desenvolvimentos de sistemas, de soluções construtivas e de engenharia.

Após o início das obras (parte direita do gráfico, com o fundo rosa), numa situação ideal, a maioria das especificações e decisões sobre os métodos construtivos a serem utilizados já terá sido tomada e estaria congelada. Portanto, o foco dos esforços deverá migrar para a gestão de suprimentos de materiais e dos demais recursos logísticos.

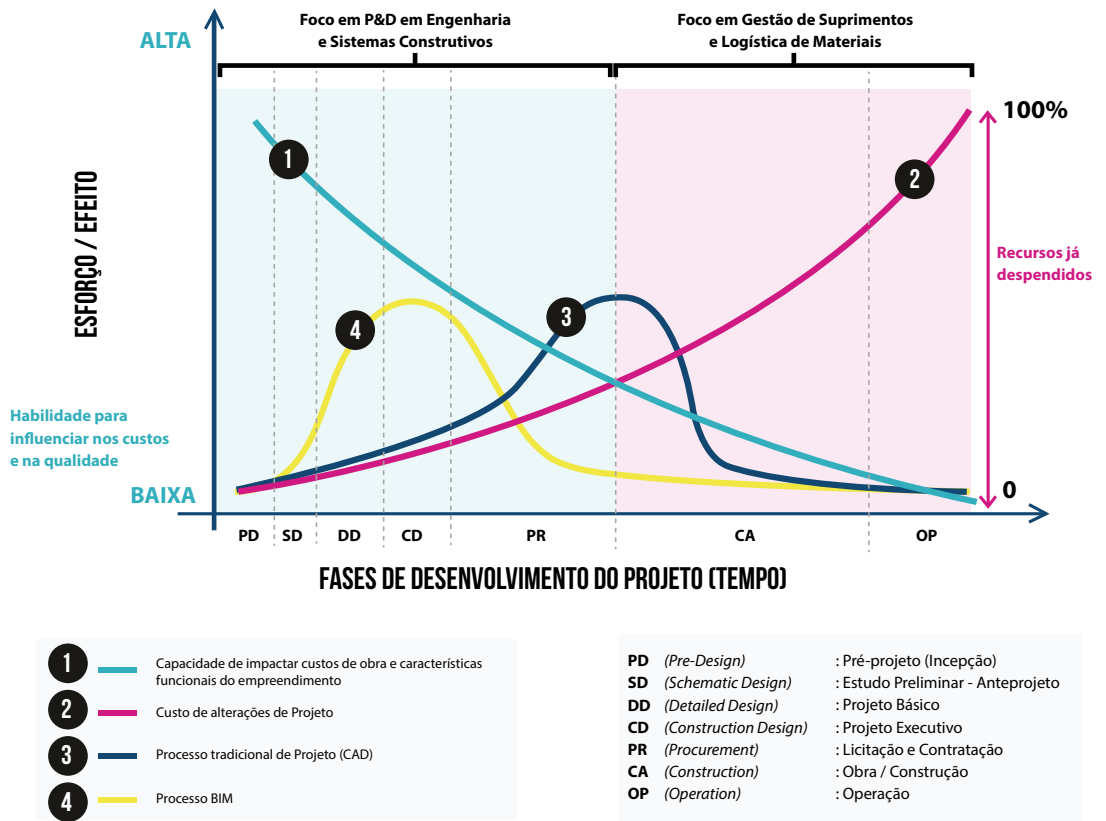


Figura 42: Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM







# 1.3

## MODELOS BIM

# 1.3 MODELOS BIM

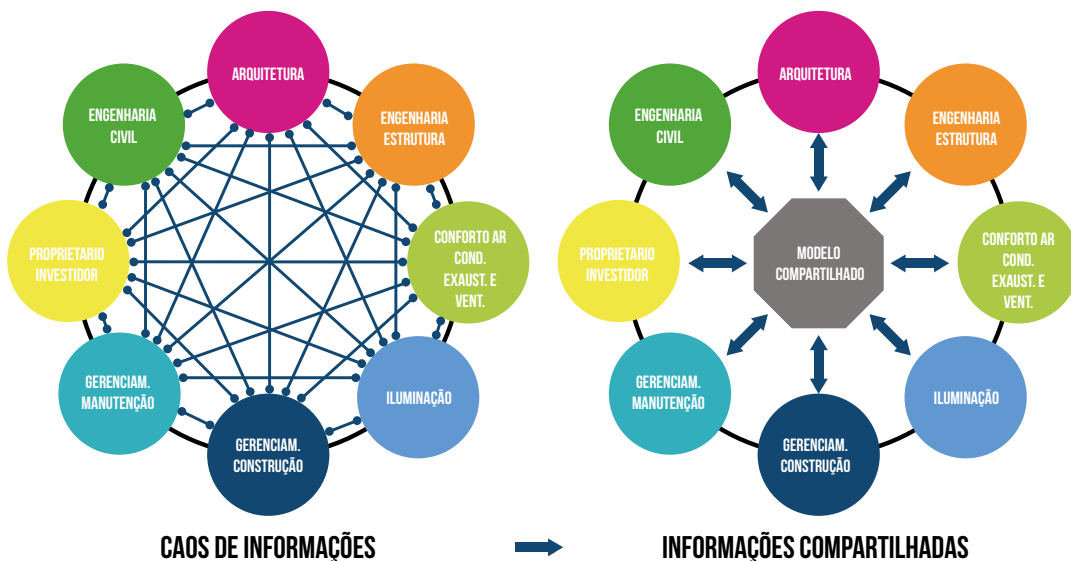
Um modelo de informações de construção (Modelo BIM) é uma representação digital multidimensional das características físicas e funcionais de uma edificação ou instalação.

Diferentes modelos BIM poderão ser desenvolvidos, de acordo com os usos e propósitos aos quais se destinarem; e esses diferentes modelos serão desenvolvidos em fases específicas do ciclo de vida de um empreendimento, considerando a consolidação das informações, resultantes da evolução do projeto e do processo de definição das soluções construtivas e especificações.

Nos casos mais comuns, desenvolvem-se modelos BIM específicos para cada uma das principais disciplinas que compõem uma edificação ou instalação, isto é, um modelo para arquitetura, outro para estrutura, outro para instalações elétricas e hidráulicas, e assim por diante.

Embora sejam modelos distintos, os desenvolvimentos são realizados seguindo um encadeamento lógico e considerando as definições e evoluções já realizadas, ou seja, seguindo a premissa do ‘trabalho colaborativo’, no qual o esforço realizado por um participante do processo pode ser totalmente aproveitado por outro, que atuará no projeto em fases subsequentes do ciclo de vida de um empreendimento.

Ainda sobre variações, elas também se diversificam na forma de compartilhar e trocar dados, dependendo da infraestrutura disponível e da configuração das diferentes equipes que desenvolvem o trabalho. Uma das boas práticas é estabelecer o que se chama de ‘modelo federado’ ou ‘modelo compartilhado’, para facilitar a troca de informações.



**Figura 43:** A ilustração da esquerda demonstra o processo tradicional de trocas de informações entre várias disciplinas, comumente envolvidas no desenvolvimento de um projeto baseado em documentos (CAD). A ilustração da direita demonstra o estabelecimento de um modelo compartilhado (ou federado), que é utilizado para a troca de informações entre as diferentes disciplinas

Existem muitas questões que precisam ser endereçadas e tratadas para que esse modelo de comunicação e compartilhamento de dados realmente funcione, como a questão da interoperabilidade entre diferentes *softwares* ou diferentes tecnologias. Existem no mercado soluções que trabalham com formatos proprietários de arquivos e outras apresentadas como soluções 'openBIM', porque teriam adotado formatos de arquivos 'abertos'. Mas essa não é uma questão que possa ser resolvida facilmente, tampouco rapidamente e, por isso, será abordada em capítulos específicos deste conteúdo, mais adiante.

Por ora, talvez os pontos mais importantes a ressaltar correspondem ao fato de que, mesmo ainda não sendo muito simples nem de fácil resolução as questões de interoperabilidade e compatibilidade entre diferentes *softwares*, é possível viabilizar a realização do processo de troca de informações e interações ilustrado na figura anterior.

### 1.3.1 - MODELOS BIM DE PROJETO OU MODELOS AUTORAIS

Os modelos desenvolvidos para as diferentes disciplinas são comumente chamados de modelos autorais, ou seja, são feitos pelos autores dos projetos de cada uma das disciplinas. Eles têm como propósito principal definir o 'objeto construído' em si, e são usados principalmente para a realização de análises, a coordenação das disciplinas, até que se obtenha uma solução bem equilibrada e consistente (sem interferências). Uma vez que este estágio tenha sido alcançado, os modelos passam a ser utilizados também para a geração de toda a documentação do empreendimento, por exemplo, plotagem de desenhos e tabelas.

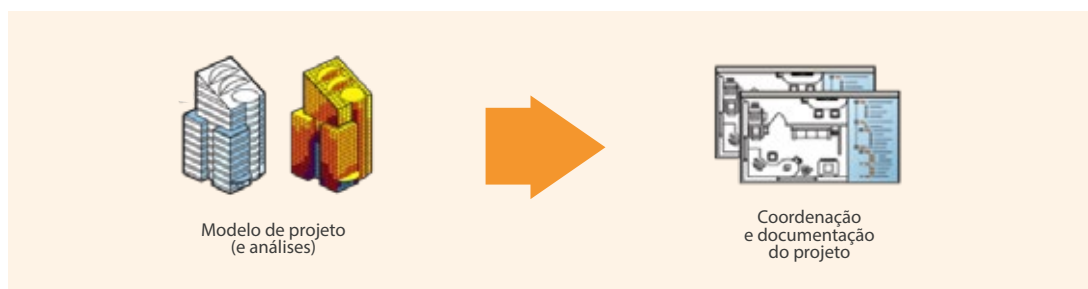


Imagem cedida por Autodesk

**Figura 44:** Modelos autorais, ou modelos de projetos, são desenvolvidos pelos autores dos projetos das diferentes disciplinas que normalmente compõem uma edificação (arquitetura, estruturas, instalações, etc.). São utilizados para a realização de análises, e para a coordenação das disciplinas, eliminando interferências. Depois de concluída a coordenação, extrai-se toda a documentação do empreendimento (plantas, cortes, fachadas, tabelas, memoriais, etc.)

### 1.3.2 - MODELOS BIM DE PLANEJAMENTO OU DE CONSTRUÇÃO

Os modelos BIM desenvolvidos especificamente para planejar a fase de construção são utilizados para estudar a divisão das etapas construtivas, auxiliar no dimensionamento das equipes e

realizar o chamado planejamento 4D de uma obra. Muitos *softwares* possibilitam animações, em que se pode visualizar, de forma natural e intuitiva, todo o encadeamento das atividades programadas, verificando as regras de precedência e dependência entre elas.



Imagem cedida por Autodesk

**Figura 45:** Modelos BIM específicos para construção são desenvolvidos com a finalidade de fazer o 'ensaio da construção', servindo também como base para o planejamento 4D

### 1.3.3 - MODELOS BIM DE PRODUÇÃO OU DE CONSTRUÇÃO PARA CANTEIRO

Os modelos BIM desenvolvidos especificamente para a produção são utilizados para o estudo do canteiro de obras e para a simulação de todos os recursos que, embora não sejam incorporados ao 'objeto construído', são essenciais para viabilizar a sua construção, considerando os métodos construtivos definidos para o empreendimento.

As informações deste modelo BIM são úteis também para definir e orientar a fabricação e a montagem de componentes e sistemas que compõem uma edificação.

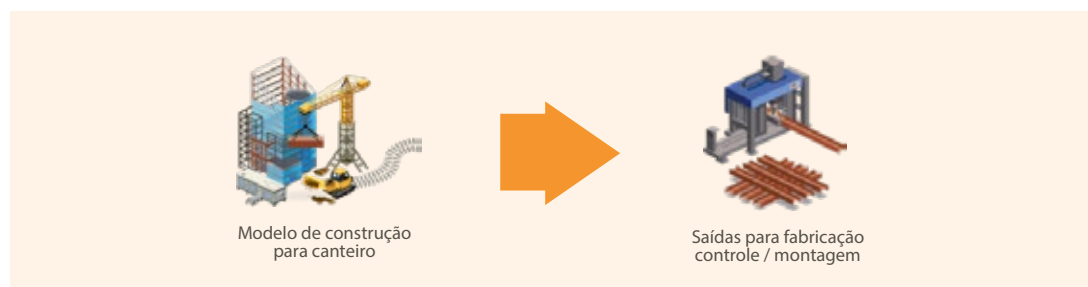


Imagem cedida por Autodesk

**Figura 46:** Modelos BIM desenvolvidos especificamente para implementação do canteiro de obras são utilizados para estudar e definir as suas diversas fases e todos os recursos necessários para viabilizar a construção (gruas, elevadores de obra, etc.). Também podem ser utilizados como referência na fabricação e na montagem de componentes e controle dos processos construtivos

## 1.3.4 - MODELOS BIM DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Modelos BIM podem ser criados com a finalidade específica de servir como referência e repositório de informações para os processos de gestão e operação de uma edificação e também para o gerenciamento da sua manutenção.

Podem ser desenvolvidos após a construção, utilizando informações do *as-built*.

Para esses casos, o ideal é que sejam utilizados objetos 3D BIM específicos (e não genéricos), para que realmente correspondam aos componentes e sistemas reais que integram a edificação.

Modelos dedicados a apoiar a operação e a manutenção podem até ser mais simples que aqueles desenvolvidos para a construção, eliminando e 'limpando' informações que não seriam mais necessárias e incluindo outras, como 'tags' de identificação dos principais equipamentos, zoneamentos e divisões de sistemas específicos, de maneira que reflitam critérios de ocupação e responsabilidades (exemplo: nomes de áreas funcionais de uma determinada empresa, centros de custos – para a alocação de custos de manutenção, etc.).

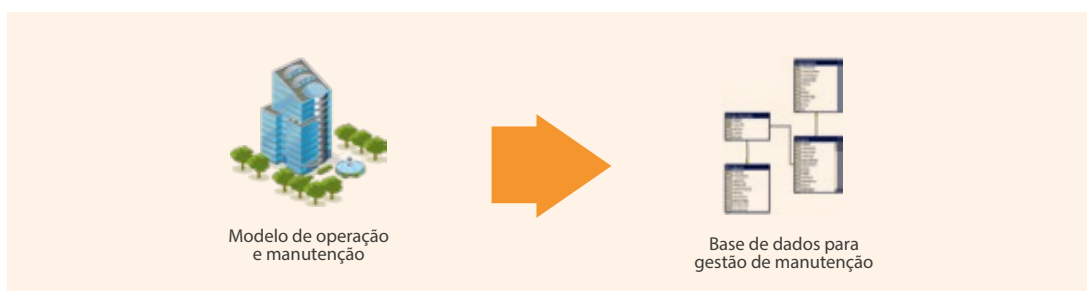



Imagem cedida por Autodesk

**Figura 47:** Modelos BIM desenvolvidos especificamente para operação e manutenção são utilizados como base de dados e referências para a realização da gestão do uso e da ocupação de uma edificação ou instalação





# 1.4

## OBJETOS E BIBLIOTECAS BIM

# 1.4 OBJETOS E BIBLIOTECAS BIM

O BIM é uma tecnologia baseada em objetos virtuais, paramétricos e inteligentes. Os modelos 3D BIM de edificações e instalações são desenvolvidos a partir de objetos virtuais, que correspondem aos componentes previstos e necessários para a futura construção real.

## 1.4.1 - DEFINIÇÃO DE OBJETO BIM

Um objeto BIM é um repositório de dados não apenas sobre a geometria de um componente ou produto, tanto em 3D quanto em 2D, mas também pode incluir informações como código EAN, valores UV, marcas, modelos (inclusive famílias de produtos), normas atendidas, materiais componentes. Além disso, permite *links* para bases de dados externas como documentações complementares, por exemplo, manuais específicos para manutenção, manuais de montagem, etc.

Da mesma forma que, no mundo real, um bloco de concreto é muito diferente de um conjunto motor-bomba centrífuga, os objetos BIM variam muito tanto em complexidade quanto em comportamento e uso. Como referência geral, eles podem incorporar quatro classes de informações:

### Informações geométricas:

- Nível de detalhamento<sup>10</sup>;
- Geometria de um objeto pode variar segundo fase ou uso;
- Nível de precisão (por exemplo, 3mm);
- Unidade de medida;
- Ponto de inserção;
- Volume de acesso (para detecção de interferências);
- Renderização (cor, textura, brilho, nível de reflexividade, etc.);
- Entradas e saídas (no caso de componentes funcionais, como uma válvula hidráulica).

### Informações paramétricas:

- Dimensionamento e posicionamento paramétrico, variacional;
- Determinação de vínculos e restrições geométricas dinâmicas;
- Objetos 'inteligentes' possuem regras de adaptação ou reação a mudanças de outros objetos vinculados.

### Especificações:

- Especificações técnicas, funcionais e semânticas;
- Parâmetros essenciais para simulações e análises de engenharia;
- Parâmetros essenciais para orçamentação;
- Normas técnicas e padrões atendidos.

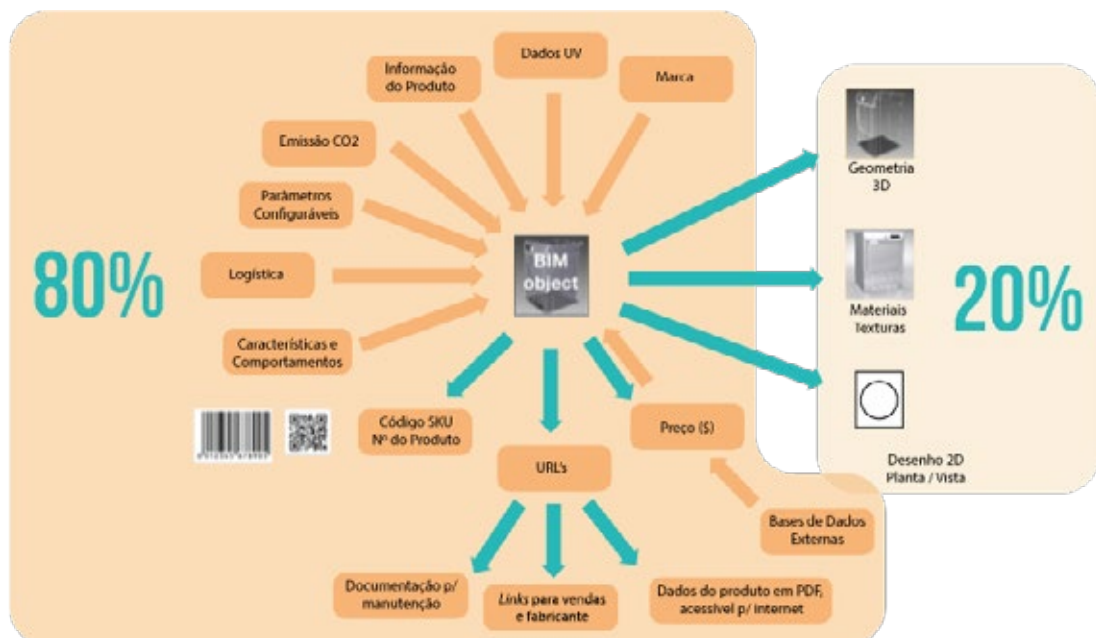
### Representações Bidimensionais (2D - plantas, vistas e cortes):

- Diversas resoluções bidimensionais (2D);
- Essencial para geração da documentação do projeto;
- Em alguns casos, devem seguir normas específicas e representações não realistas<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> LOD – *Level of Detail* – Nível de detalhamento será objeto de um capítulo específico desta coletânea.

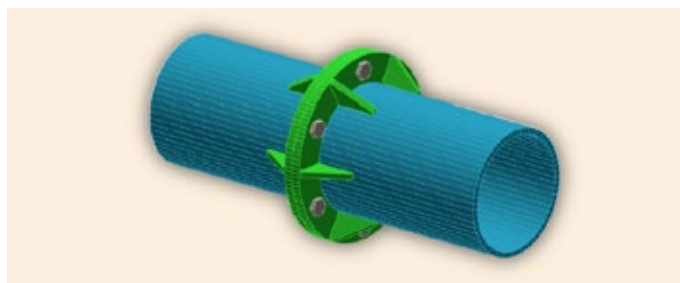
<sup>11</sup> Representações não realistas são muito comuns, por exemplo, em projetos elétricos (tomadas, interruptores, etc.).





**Figura 48:** Diferentes tipos de informações podem ser incorporadas num objeto BIM. Como referência, apenas 20% delas seriam geométricas ou diretamente relacionadas à aparência física do objeto real representado, enquanto 80% das informações seriam não geométricas ou relacionadas (linkadas a bases de dados externas)

A aparência e a forma de um objeto BIM são normalmente definidas pela sua geometria 2D e 3D.



**Figura 49:** Imagem renderizada 3D de um componente construtivo, no caso, uma conexão flangeada para tubulações

Imagem cedida por Autodesk

Os *softwares* BIM específicos para o desenvolvimento de modelos autorais (de Arquitetura, Estruturas, Instalações, etc.) já vêm com bibliotecas de objetos que, além de conterem todas as informações sobre sua geometria (tamanhos, espessuras, etc.), também discriminam seus materiais constituintes, normas atendidas e outras informações importantes para a especificação e o desempenho da futura construção.

Para visualizar essas informações, basta selecionar o elemento e acessar um quadro com as informações já integradas ao correspondente objeto virtual BIM.

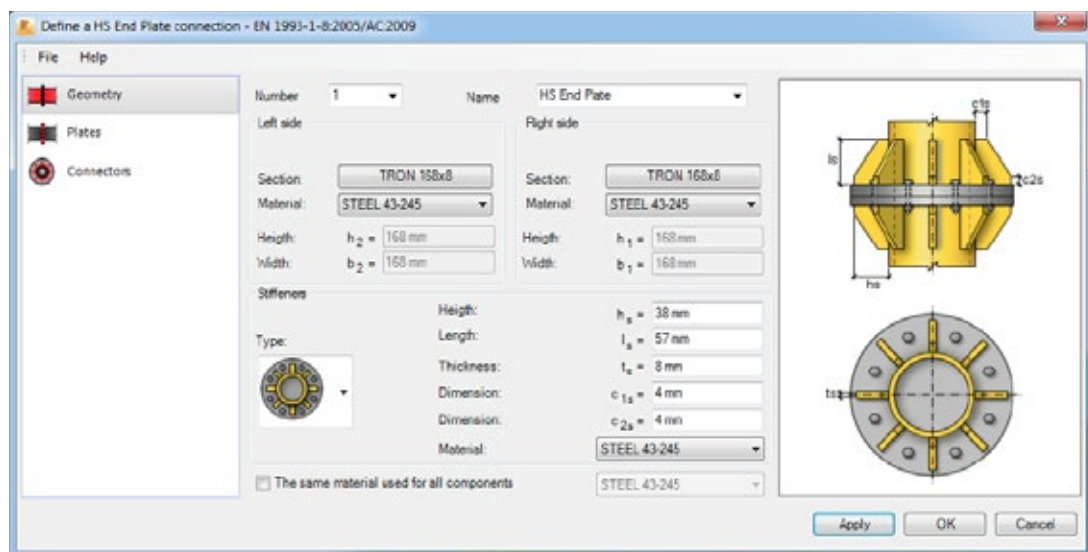


Imagem cedida por Autodesk

**Figura 50:** Quadro com as informações integradas ao mesmo objeto virtual BIM mostrado na figura anterior. O usuário pode modificar diversas características, inclusive medidas de suas partes constituintes ou o material especificado para a peça. Este é o exemplo de um objeto BIM paramétrico (porque se podem alterar seus parâmetros)

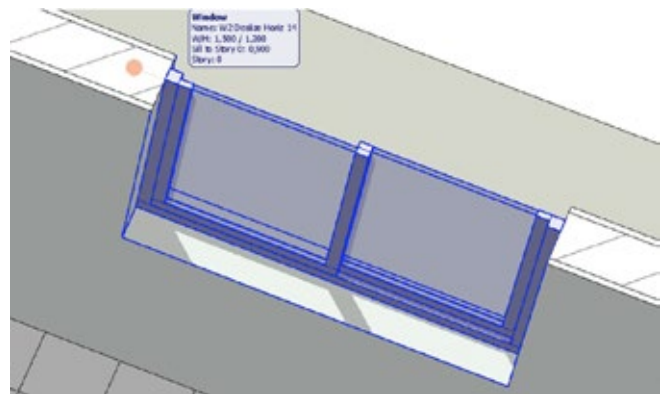
Objetos BIM chamados como 'paramétricos' oferecem ao usuário a possibilidade da alteração das medidas e demais características das suas partes constituintes – por exemplo, na figura acima, pode-se alterar a espessura da flange de ligação, bem como a quantidade e as medidas das chapas triangulares de reforço, além da especificação dos próprios materiais constituintes das suas partes.

Além das informações que já vêm integradas aos objetos virtuais BIM, também é possível inserir e gravar novos dados nos próprios objetos, que funcionam como contêineres ou pastas de arquivo. Então, por exemplo, pode-se gravar num objeto virtual BIM que corresponda a um equipamento a data em que foi iniciada sua operação, o nome da empresa que o instalou, quando termina seu prazo de garantia, e assim por diante. Esse recurso possibilita a criação de modelos BIM com propósitos específicos, por exemplo, para funcionarem como um banco de dados estruturado para a gestão da manutenção.

Também se costuma dizer que alguns objetos BIM são 'inteligentes', porque, além de conterem todas as informações importantes sobre si mesmos, podem ter informações sobre a sua relação com outros objetos e componentes de um modelo. Na prática, isso se materializa, por exemplo, quando uma janela 'sabe' que foi fabricada para ser instalada numa sala blindada. Neste objeto virtual 'janela', estariam integrados dados que permitiriam que os softwares BIM reconhecessem que se trata de uma janela blindada, preparada e adequada para ser instalada numa sala blindada.

Ainda acerca desta janela virtual exemplificada, para completar a sua 'inteligência', teriam nela incorporadas informações que permitiriam reconhecer os seus vínculos com outros elementos da modelagem. Por exemplo, a relação das medidas de alguns dos seus componentes com a sua parede 'hospedeira', porque, afinal, não existe janela que flutue no ar, então, uma janela sempre estará associada a uma parede.

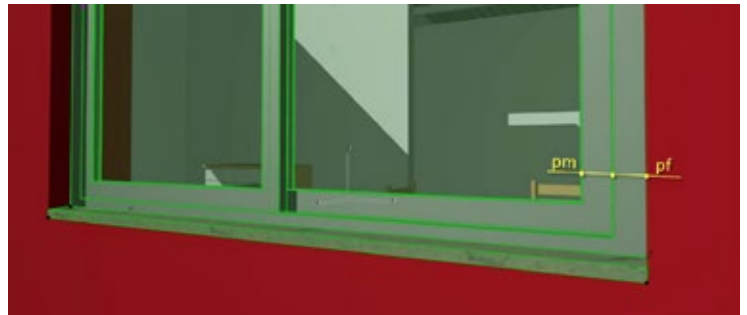
Suponhamos, então, que uma janela tenha sido inserida na modelagem de um ambiente e hospedada numa parede com 20cm de espessura. Caso o usuário resolva alterar a espessura desta parede, o objeto 3D BIM, paramétrico e inteligente, que representa virtualmente a janela do nosso exemplo, seria capaz de reconhecer essa mudança e se ajustar à nova espessura, mantendo, assim, a consistência técnica e a coerência construtiva do modelo BIM em desenvolvimento.



**Figura 51:** Imagem 3D gerada por um *software* BIM, mostrando um corte de uma janela ‘hospedada’ numa parede

Imagem cedida pela Graphisoft (Archicad)

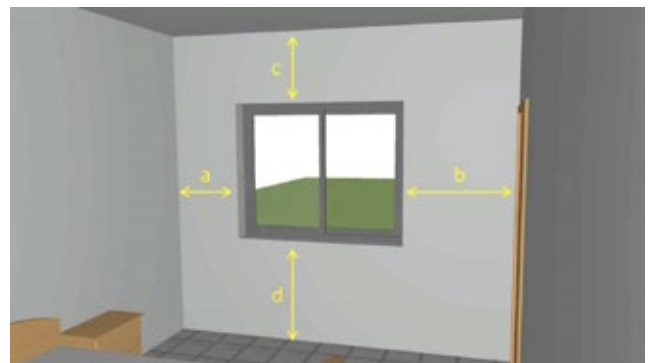
A figura a seguir aponta partes fixas (pf) e móveis (pm) de uma janela metálica. Somente as partes fixas precisariam se ajustar à espessura da parede, considerando alguns tipos de janelas.



**Figura 52:** Imagem 3D gerada por um *software* BIM na qual foram marcadas as partes fixas e móveis de uma janela metálica

Imagem cedida pela Graphisoft (Archicad)

No exemplo abaixo, a janela, somente quanto às suas medidas totais (largura e altura), precisa estar ‘coordenada’ com o comprimento e com a altura da parede hospedeira na qual está inserida, para que seja exequível e instalável nela.



**Figura 53:** Objeto BIM paramétrico (porque se podem alterar várias de suas medidas e outros parâmetros) inserido numa parede ‘hospedeira’. Foram destacadas algumas medidas para demonstrar que é preciso haver uma coerência construtiva entre as medidas da janela e as medidas da parede

Imagem cedida pela Graphisoft (Archicad)

A altura dessa parede mostrada, no entanto, guarda vínculos comportamentais, ou regras de relacionamento, com o pé-direito livre do ambiente, representado pela distância entre piso acabado e forro, ou piso acabado e laje, conforme as especificações construtivas.

Nos casos em que a solução construtiva prevê a instalação de um peitoril de pedra ou de concreto pré-moldado, também seria conveniente parametrizar as regras de relacionamento entre a janela, o vão na parede e o peitoril. Obviamente, as medidas e espessuras de cada um desses elementos precisariam ser coordenadas para que a instalação final seja coerente e adequada.

As figuras abaixo ilustram exemplo da relação entre esses elementos, em que a janela metálica faz interface direta com o vão da parede e o peitoril de pedra está assentado somente na superfície externa horizontal do vão, faceando o montante fixo da janela metálica.

**eJ** = Espessura da janela

**eP** = Espessura do peitoril de pedra

**eParede** = Espessura da parede hospedeira

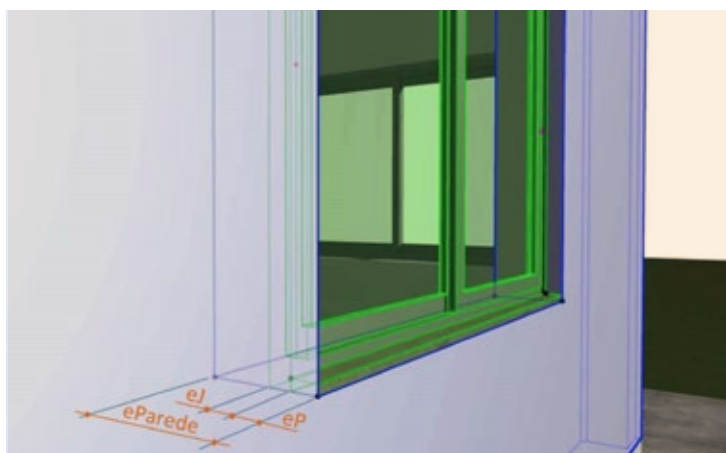


Imagem cedida pela Graphisoft (Archicad)

**Figura 54:** Neste exemplo, parede, janela e peitoril e suas possíveis regras de comportamento podem ser programadas e ajustadas em *softwares* BIM para garantir a coerência construtiva de uma solução projetada

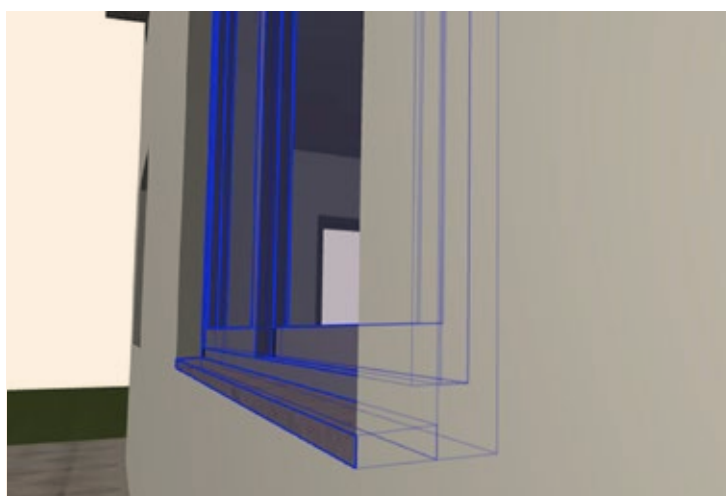


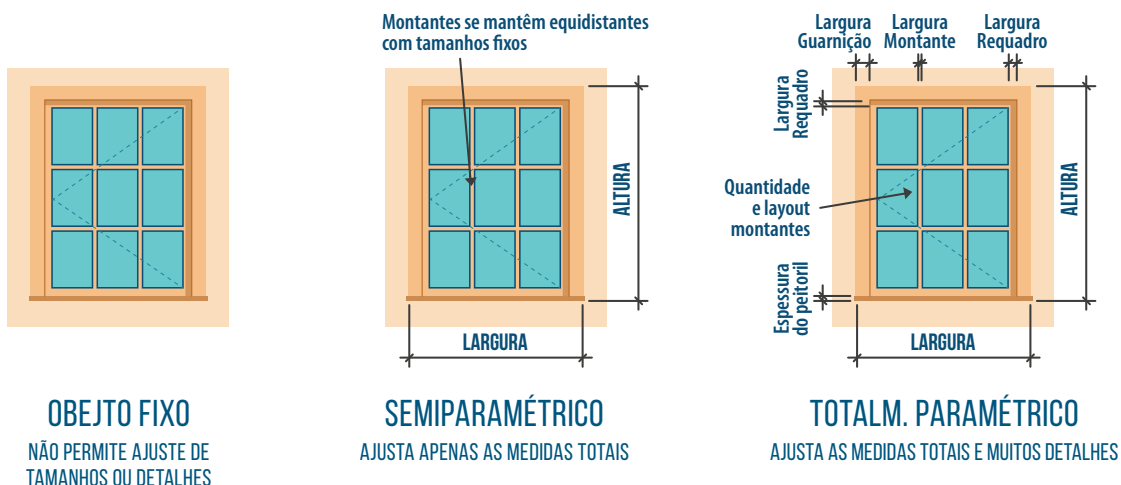
Imagem cedida pela Graphisoft (Archicad)

**Figura 55:** A figura mostra interdependência entre 3 diferentes objetos BIM: uma parede, uma janela e um peitoril. Nos *softwares* BIM, a coerência construtiva entre as medidas pode ser prevista e programada, traduzida em regras comportamentais e de inter-relacionamento entre os objetos

## 1.4.2 - TIPOS DE OBJETOS BIM

### 1.4.2.1 – DIFERENÇAS DE VARIABILIDADE (PARAMETRIZAÇÃO)

Os objetos BIM podem ser fixos, semiparamétricos ou paramétricos. Quando são fixos, não é possível ajustar medidas totais ou de seus componentes constituintes. Nos objetos semiparamétricos, algumas dimensões podem ser ajustadas, mas existem grandes limitações de variabilidade. Mas, naqueles totalmente paramétricos, a maioria das dimensões pode ser mudada e ajustada, inclusive da configuração dos principais componentes, bem como dos correspondentes materiais constituintes.










**Figura 56:** Ilustração mostrando objetos BIM fixos, semiparamétricos e totalmente paramétricos

### 1.4.2.2 - DIFERENÇAS DE ESPECIFICIDADE

Objetos BIM também podem ser genéricos<sup>12</sup> ou específicos, ou seja, correspondentes a produtos de um determinado fabricante. Mesmo no Brasil, onde a adoção BIM ainda é incipiente, fabricantes de componentes como DECA, DOCOL e Tigre, por exemplo, já desenvolveram bibliotecas de objetos BIM que correspondem aos seus produtos.

<sup>12</sup> Em geral, bibliotecas com objetos BIM genéricos são fornecidas com os *softwares* para desenvolvimento de projetos autorais.

A próxima figura representa, como exemplo, a ficha técnica de um dos produtos fabricados pela DECA, com todas as informações que foram consideradas e fornecidas para a empresa contratada, a fim de desenvolver a biblioteca de objetos BIM correspondente ao seu catálogo de produtos.

Nome	Bacia p/ cx acoplada e cx acoplada dual flux - Carrara		
Característica	Bacia de 6 lpf		
Classificação	Louça		
Segmento	Banheiro Luxo		
Subseguimento	Luxo		
Linha	Carrara		
Material	Cerâmica (Vitrous China)		
Peso Líquido Bacia	33,8 Kg		
Peso Líquido Caixa	15,6 Kg		
Consumo Meia Descarga	3 lpf		
Consumo Desc. Completa	6 lpf		
Cores	branco gelo  creme  ébano 		
Códigos Bacia	P.606.17	P.606.37	P.606.95
Códigos Caixa Descarga	CD.11F.17	CD.11F.37	CD.11F.95
Fabricante	Deca 		
Website / URL	www.deca.com.br		
Normas Técnicas Relac.	ABNT NBR 15097-1 ABNT NBR 15097-2		
Imagem Renderizada	Imagem Wire-Frame		
			
Representação 2D (seguir normas específicas)			
			
Medidas para Instalação			
			
Produtos Relacionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assento sanitário</li> <li>• Anel de Vedação - Decanel</li> <li>• Ligação Flexível</li> <li>• Parafuso de fixação</li> </ul>		

**Figura 57:** Ficha de um produto real fabricado pela DECA, com a lista de informações consideradas para o desenvolvimento do correspondente objeto virtual BIM

No exemplo real apresentado na figura anterior, é interessante notar a falta de alguns grupos de informações que ainda poderiam ser úteis. Entretanto, elas podem ser disponibilizadas de maneira ‘relacional’, ou seja, através de *links* para conexão com bases de dados externas, como, por exemplo:

**Informações logísticas:**

- Dimensões e peso da embalagem para transporte;
- Empilhamento máximo recomendado;
- Padrões de paletização.

**Informações para orçamentação:**

- Preço de referência;
- Componentes complementares (parafusos, assento, tubo de ligação, etc.);
- Composição de custo para instalação;
- Metadados dos preços (data e moeda do preço de referência, condições comerciais, etc.).

**Informações específicas para manutenção:**

- Informações sobre produtos e procedimentos para limpeza;
- Vida útil referencial dos principais componentes;
- Peças de reposição, especificação e códigos.

### 1.4.2.3 - DIFERENÇAS DE USO OU PROPÓSITO PRINCIPAL DE USO

Na comissão especial de estudos CEE-134 da ABNT, responsável pelo desenvolvimento da primeira Norma Técnica BIM Brasileira, foi criado um grupo de trabalho para estudar especificamente o desenvolvimento de objetos BIM.

Embora o grupo ainda não tenha feito nenhuma publicação, os trabalhos já desenvolvidos conduziram a algumas premissas e conclusões bastante interessantes. Uma delas foi a constatação de que existem poucas referências bibliográficas sobre o assunto, o que concede um certo ‘ar de ineditismo’ a esses estudos.

Dentre outros aspectos, esta equipe da ABNT decidiu que todo o conteúdo seria desenvolvido com base nos casos de usos BIM<sup>13</sup>, ou seja, as orientações para as empresas que desejarem desenvolver objetos BIM serão divididas de acordo com os principais propósitos de usos futuros desses objetos.

O grupo, então, estabeleceu como foco e referência para o desenvolvimento dos seus trabalhos os usos mais comuns nos processos de trabalho no Brasil, dentre eles:

- Desenvolvimento de projetos autorais de arquitetura, estruturas e instalações, inclusive coordenação, detecção automática de interferências (*clash detection*) e geração automática de documentação;
- Visualização;
- Estimativas de custos / orçamentação;
- Análise estrutural;
- Análise energética;
- Planejamento 4D.

Em muitos casos será necessário desenvolver diversas versões de um mesmo objeto, para atender a diferentes usos. De maneira similar ao equívoco que se costuma cometer ao pensar que um único modelo BIM pode servir como base para a realização de todos os tipos de fluxos de trabalho, não é viável pensar em uma única versão de um objeto BIM, no qual ‘todas’ as informações estejam integradas e incorporadas. Isso conduziria a arquivos muito grandes e modelos muito ‘pesados’.

Considerando que nos processos BIM se realiza a construção virtual<sup>14</sup>, isso significa que serão feitas diversas inserções de um mesmo objeto, tantas quanto forem previstas num projeto específico. Isso é importante por inúmeras razões, mas apenas para citar uma, por exemplo, num processo de manutenção, em que faz necessário realizar a alocação de dispêndios em centro de custos específicos e correspondentes, é importante diferenciar a bacia sanitária DECA Carrara instalada no WC da Diretoria do mesmo tipo de componente instalado no WC da Controladoria.

O grupo de trabalho da CEE-134 da ABNT deverá publicar, então, conteúdos que orientarão as iniciativas para o desenvolvimento de objetos BIM, listando as premissas características mínimas que um objeto desenvolvido deve atender para ser considerado ‘conforme’ e adequado a um determinado uso.

<sup>13</sup> A PennState University publicou uma lista de 25 diferentes casos de usos BIM, que serão objetos de um item específico nesta mesma coletânea, mais adiante.

<sup>14</sup> VDC – Virtual Design & Construction.

### 1.4.2.4 - DIFERENÇAS DE COMPLEXIDADE

Como existem produtos com maior e menor complexidade, que podem se vincular e se relacionar ou não com outros componentes utilizados na construção de edificações e instalações, existem também objetos 3D BIM com diferentes níveis de complexidade.

Uma janela, por exemplo, é um objeto de alta complexidade porque possui inúmeros elementos componentes. Alguns fixos, outros móveis, utilizam materiais diferentes na sua composição (metal, vidro, borrachas, plásticos, etc.) e se 'relacionam' ou 'têm vínculos lógicos' com diversos outros componentes utilizados para a modelagem de uma edificação ou instalação.

Já um bloco cerâmico, comparado com a janela, seria um objeto bem menos complexo, porque teria poucas regras de inter-relacionamento com outros elementos ou com o ambiente projetado ou construído.

A seguir serão listados e explanados alguns grupos de informações relevantes, que sempre precisarão ser considerados no caso do desenvolvimento de objetos BIM e avaliação das suas diferenças de complexidade.

#### Geometria

O nível de detalhamento geométrico precisará ser grande em produtos de *design* ou acabamentos. É importante visualizar características como textura, cor e brilho, especialmente nos casos em que serão utilizados para maquetes eletrônicas e outros elementos visuais nos processos de definição dos acabamentos pelos empreendedores. Também será útil para material de apoio nas vendas.

Já para os componentes técnicos e não aparentes, ou para aqueles nos quais a aparência não seja um item crítico (um registro de gaveta bruto, por exemplo), o nível de detalhamento geométrico poderá ser pequeno para garantir que os arquivos eletrônicos gerados tenham um tamanho reduzido (em *bytes*) e assim não sobrecarreguem o desempenho dos *softwares* utilizados.

#### Pontos de inserção

A correta definição dos pontos de inserção dos Objetos 3D BIM é um item crítico e deve considerar diversos aspectos relacionados ao seu uso, bem como a sua interação com outros objetos e o ambiente no qual está inserido.

Além do ponto de inserção 'real' dos objetos, em muitos casos também será importante definir outros pontos de interesse, como, por exemplo, pontos de entrada e saída para uma bacia sanitária, ou seja, informações que poderão ser utilizadas, por ferramentas ou usuários, para a realização de cálculos de dimensionamento de sistemas ou instalações, ou mesmo verificações de consistência.

Outro exemplo bem ilustrativo dessa necessidade da definição de pontos secundários de inserção ou alinhamento é o caso das telhas de cobertura, que, além dos pontos principais de inserção, precisarão considerar outros aspectos geométricos que correspondam aos cobrimentos e sobreposições, especificados pelos fabricantes.

#### Modelagem de objetos isolados e de conjuntos

Como o BIM pode ser utilizado durante todo o ciclo de vida de um empreendimento e os objetos 3D BIM podem ser utilizados por diferentes pessoas para a realização de tarefas distintas, esse fundamento não poderá nunca ser perdido de vista. Especialmente naqueles momentos em que será necessário decidir, por exemplo, se dois objetos que normalmente são utilizados em conjunto serão modelados como um único objeto ou como objetos distintos.

Um exemplo clássico dessa situação é o caso das bacias sanitárias com caixa de descarga acoplada. Dependendo do usuário e do processo que esse usuário estiver realizando, seu interesse pode ser distinto. Então, se para um orçamentista seria mais simples e rápido considerar o conjunto desses dois objetos e seu preço correspondente, para um gerente de manutenção, responsável pela edificação já construída, seria fundamental contar com esses mesmos objetos de modo distinto e separado, para a definição de componentes de reposição.

#### Modelagem paramétrica

Sempre que possível e aplicável, deverão ser considerados os dimensionamentos e posicionamentos paramétricos variacionais dos objetos BIM a serem desenvolvidos, assim como o estabelecimento de vínculos



e restrições geométricas dinâmicas dos objetos com outros componentes com os quais eles se relacionem diretamente, seguindo as lógicas construtivas mais comuns já estabelecidas e documentadas pela indústria.

### **Especificações e propriedades**

As especificações técnicas e funcionais, bem como as propriedades que deverão ser incorporadas nos objetos BIM, são essenciais para a documentação dos projetos e também para o desenvolvimento das estimativas de custos e orçamentos.

As propriedades dos objetos também são fundamentais para a viabilização de simulações realizadas com ferramentas BIM.

Considerando que alguns tipos de objetos podem possuir muitas informações para sua correta especificação, e a integração de todas as informações não seria uma alternativa razoável, e geraria arquivos muito grandes, mais uma vez, sugere-se que os objetos sejam desenvolvidos de acordo com um determinado uso ou propósito principal. As propriedades que deverão ser incorporadas em cada diferente versão dos objetos BIM desenvolvidos deverão, portanto, seguir esse mesmo critério de uso e propósito principal, de maneira coerente.

### **Mapeamento em classes IFC**<sup>15</sup>

O formato *Industry Foundation Classes* – IFC é um modelo de dados que abrange o projeto com todas as demais etapas do ciclo de vida de edificações. Ele foi desenvolvido e é mantido pela *Building Smart*, uma organização Americana sem fins lucrativos, que criou seu esquema de dados para definir um conjunto extensível de representações de informações de construções, e viabilizar a troca consistente de dados entre diferentes aplicações de *softwares* específicos utilizados pela indústria da construção civil.

Como os principais *softwares* atualmente utilizados para a realização dos processos BIM são homologados no padrão IFC, uma boa recomendação para projetos que pretendam desenvolver objetos BIM seria a de estabelecer como premissa que todos os parâmetros organizados e integrados nos objetos BIM sejam mapeados nas suas correspondentes classes IFC para garantir compatibilidade e integridade nas suas exportações nesse formato.

Embora já tenha sido lançada uma versão mais atualizada (Versão 4.0), a maioria dos *softwares* BIM mais utilizados no Brasil só foi homologada na versão IFC 2x4, lançada em 2010.

### **Nomenclatura de arquivos**

Uma das boas práticas já identificadas com relação à nomenclatura de arquivos correspondentes a Objetos 3D BIM aponta a necessidade de que nos nomes dos arquivos já estejam indicados os usos aos quais se prestam esses Objetos.

#### **Código de uso:**

A primeira ideia é utilizar um conjunto de três letras para a indicação do uso para o qual foi desenvolvido e validado um Objeto 3D BIM, sendo que os dois primeiros caracteres seriam grafados em letras maiúsculas e identificariam o uso e a terceira letra, minúscula, indicaria a fase ou qualificação específica.

Portanto o formato genérico do código para indicação do uso seria: “UUf” [Uso Uso fase].

Exemplos:

- ENp – Análise energética / preliminar
- PLc – Planejamento / construção

#### **Indicador de usos de um objeto 3D BIM:**

A primeira proposta é a utilização de uma cadeia de caracteres na qual seriam combinados e justapostos os correspondentes códigos de usos para os quais o objeto teria sido desenvolvido e validado.

Portanto, esta indicação, caso se opte por explicitá-la já no nome do arquivo do objeto, funcionaria como uma declaração do seu desenvolvedor de que durante seu desenvolvimento teria cumprido todas as diretrizes e os requisitos mínimos correspondentes aos usos explicitados no nome do arquivo.

<sup>15</sup> IFC – *Industry Foundation Classes*: Formato de arquivo ‘aberto’ e ‘público’ desenvolvido para possibilitar a interoperabilidade entre diferentes tecnologias. O assunto será aprofundado no capítulo específico desta coletânea, que abordará a interoperabilidade e integrações.

Os códigos de uso seriam, então, combinados em ordem alfabética, para formar o indicador de uso do objeto BIM, sem a utilização de espaço ou qualquer outro caractere como ‘separador’ entre dois diferentes usos subsequentes.

Os indicadores de uso também poderiam ser mostrados com a descrição do componente, na biblioteca ou no *website* em que o seu *download* estiver disponível.

A decisão sobre incluir ou não o indicador de uso nos nomes dos arquivos deverá ser amadurecida durante o desenvolvimento do projeto, porque pode gerar nomes muito extensos.

Exemplo de indicador de uso:

ENpPLc – indicando que o objeto teria sido desenvolvido tanto para análise energética/preliminar quanto para planejamento/construção.

### Nomenclatura de arquivos de componentes:

O primeiro formato proposto pelo grupo de trabalho da ABNT seria composto de quatro campos, seguindo o modelo:

#### CodTab2C\_Responsavel\_DescricaoTipo\_Subtipo\_Livre

Em que:

**CodTab2C:** corresponderia ao código da Tabela 2C – Componentes, da Norma do Sistema de Classificação BIM NBR 15965, sem o uso de espaços ou quaisquer outros separadores, utilizando dois dígitos para representar cada nível da classificação, preenchendo com 00 (zero, zero) os níveis mais baixos, quando necessário.

**Responsavel:** campo grafado em CaixaAltaCaixaBaixa, sem acentos, sem caracteres espaçadores ou separadores, indicando o responsável pelo componente 3D BIM, que pode ser, por exemplo, um fabricante, e não o desenvolvedor propriamente dito do componente correspondente.

**Descrição Tipo:** a descrição do tipo poderá ser baseada no correspondente termo da Tabela 2C – Componentes, da Norma BIM NBR 15965, preferencialmente utilizando-se algumas abreviações.

**Separadores de campos:** utilização do caractere “sublinha” (“\_”) [*underline*].

**Controle de Versões:** a primeira proposta é que o controle das versões deve ser realizado pelos usuários somente a partir da adição da correspondente versão ao nome dos arquivos desatualizados, embora o controle de versão de um objeto necessariamente também deva ser incorporado ao Objeto como um parâmetro específico e interno.

**Indicador de Uso:** poderia estar explícito, mas será preciso avaliar o impacto no tamanho total do nome do arquivo e, necessariamente, deverá ser incorporado ao Objeto, como um parâmetro específico e interno.

**Subtipo:** nos casos aplicáveis, indicarão as dimensões principais do Objeto, sempre utilizando como padrão o sequenciamento ComprimentoxAlturaxEspessura.

Exemplos:

17230000\_BBB\_JanelaSasazakiFolhaDupla\_100x120x100  
43625300\_AG\_BaciaDecaBelleEpoque  
43625300\_Deca\_BaciaBelleEpoque

OBS: Nesses exemplos as indicações dos usos não estão incorporadas aos nomes dos arquivos.

Ainda considerando o contexto de que um objeto 3D BIM correspondente, por exemplo, a uma janela metálica é mais complexo que o referente a um tijolo de barro, devido a características como composição, geometria, relação com demais componentes, quantidade e complexidade de dados integrados, o MDIC, o IBICT, o Exército Brasileiro e a ABDI realizaram, em 2003, um estudo<sup>16</sup> conjunto para possibilitar a comparação relativa de objetos diferentes. Esse trabalho propôs um sistema de avaliação da complexidade relativa de objetos BIM baseado em 8 (oito) diferentes atributos classificados em quatro níveis: baixo, médio, alto e muito alto.

<sup>16</sup> Projeto: 914 BRA2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO, realizado em 2013, numa parceria entre UNESCO, MDIC, IBICT, ABDI e Exército Brasileiro.

ATRIBUTO DE COMPLEXIDADE	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Geometria				
Composição				
Pontos de Inserção				
Regras de Inserção				
Complexidade de Dados Integrados				
Quantidade de Dados Integrados				
Parâmetros Programáveis				
Comportamento				

**Figura 58:** Lista dos atributos propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM

Nível	Peso
Baixo	1
Médio	2
Alto	3
Muito Alto	4

**Figura 59:** Pesos relativos propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM

O sistema proposto pelo projeto especifica a atribuição de pesos (valores numéricos) para cada um dos quatro diferentes níveis de complexidade. Possibilita, assim, a obtenção de um valor total que representa a complexidade total e relativa de cada atributo de complexidade de um dado componente.

Contabilizando os pesos, obtém-se a escala relativa de complexidade, que varia do valor mínimo igual a quatro pontos até o máximo de 32 pontos, para cada um dos oito (8) atributos de complexidade de objetos. A soma simples dos pesos relativos aos níveis de classificação de um dado objeto oferece uma referência de complexidade relativa total desse objeto.

Como referência para a avaliação relativa de cada um dos 8 atributos de complexidade, dos diferentes objetos, foram feitas as seguintes considerações:

## GEOMETRIA

<b>Baixa</b>	Objetos retos gerados da combinação de até 3 entidades geométricas
<b>Média</b>	Objetos curvos gerados da combinação de até 3 entidades geométricas
<b>Alta</b>	Objetos retos e curvos gerados da combinação de até 5 entidades geométricas
<b>Muito Alta</b>	Objetos retos e curvos gerados da combinação de mais que 5 entidades geométricas

**Figura 60:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto à geometria

## COMPOSIÇÃO

<b>Baixa</b>	Composto de um único elemento
<b>Média</b>	Até 1 elemento inserido e parametrizado
<b>Alta</b>	Até 2 elementos inseridos e parametrizados
<b>Muito Alta</b>	Acima de 2 elementos inseridos e parametrizados

**Figura 61:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto à composição.

## PONTO DE INSERÇÃO

<b>Baixa</b>	Coincide com o centro de gravidade do modelo (intersecção dos eixos principais)
<b>Média</b>	Localizado numa extremidade específica de uma entidade geométrica componente
<b>Alta</b>	Localização específica exigindo definição do sentido de inserção
<b>Muito Alta</b>	Localização específica e funcional, exigindo o sentido e a vinculação c/ outros objetos

**Figura 62:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto aos pontos de inserção.

## REGRAS DE INSERÇÃO

<b>Baixa</b>	Sem hospedeiro
<b>Média</b>	Com hospedeiro simples (referência Parede), aplicado na extremidade
<b>Alta</b>	Com hospedeiro complexo (referência Telhado), aplicado na extremidade
<b>Muito Alta</b>	Com hospedeiro complexo (referência Telhado), aplicado em aresta inclinada (água)

**Figura 63:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto às regras de inserção.

## COMPLEXIDADE DOS DADOS INTEGRADOS

<b>Baixa</b>	Apenas textos e números
<b>Média</b>	Dimensionamento
<b>Alta</b>	Quantidade e visibilidade
<b>Muito Alta</b>	Fórmulas e vínculos com outras famílias

**Figura 64:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto à complexidade dos dados integrados.

## QUANTIDADE DOS DADOS INTEGRADOS

<b>Baixa</b>	até 3 parâmetros
<b>Média</b>	de 4 a 6 parâmetros
<b>Alta</b>	de 7 a 10 parâmetros
<b>Muito Alta</b>	acima de 11 parâmetros

**Figura 65:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto à quantidade dos dados integrados.

## PARÂMETROS PROGRAMÁVEIS

<b>Baixa</b>	Somente parâmetros de textos numéricos
<b>Média</b>	Criação de parâmetros de dimensionamento
<b>Alta</b>	Criação de parâmetros de visibilidade e quantidade
<b>Muito Alta</b>	Criação de fórmulas e parâmetros compartilhados e notas chaves

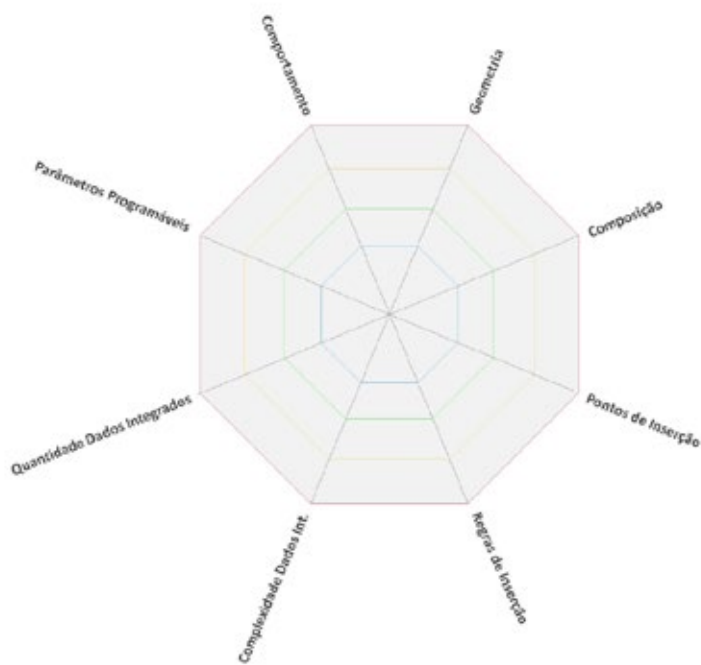
**Figura 66:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto aos seus parâmetros programáveis.

## COMPORTEMENTO

<b>Baixa</b>	Não altera o formato
<b>Média</b>	Altera o formato
<b>Alta</b>	Altera o formato e quantidade
<b>Muito Alta</b>	Altera o formato, a quantidade e o posicionamento

**Figura 67:** Critérios propostos pelo estudo realizado no projeto 914 BRA 2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO em 2013, para a avaliação e a classificação da complexidade relativa de objetos BIM especificamente quanto ao seu comportamento.

Os pesos relativos de cada um dos atributos de complexidade avaliados para um determinado objeto seriam, então, plotados num gráfico com oito eixos:



**Figura 68:** Gráfico de oito eixos para avaliação da complexidade relativa de objetos BIM, proposto pelo projeto 914 BRA2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO

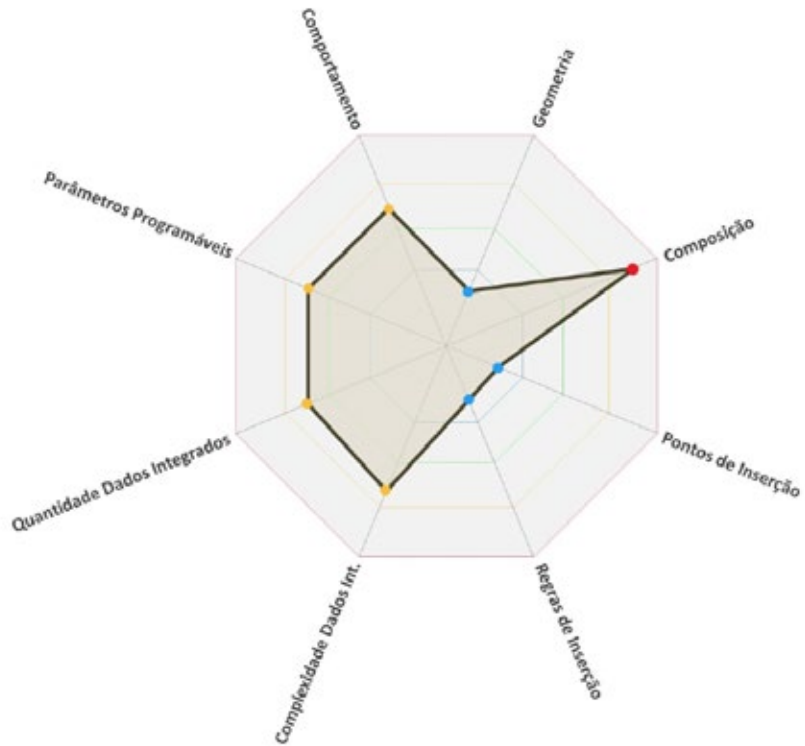
A seguir são apresentados alguns exemplos da aplicação dessa metodologia para mensuração da complexidade de objetos 3D:

**ESTRUTURAS DE CONCRETO**

**PILAR DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO**

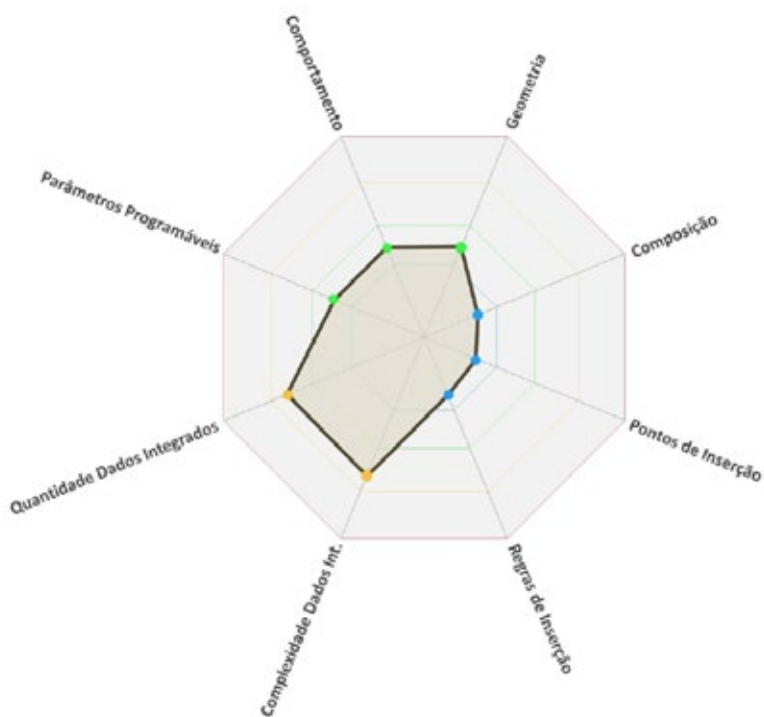


**CLASSIFICAÇÃO RELATIVA DA COMPLEXIDADE DE OBJETOS BIM**



PILAR DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO				
ATRIBUTO DE COMPLEXIDADE	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Geometria	1			
Composição				4
Pontos de Inserção	1			
Regras de Inserção	1			
Complexidade de Dados Integrados			3	
Quantidade de Dados Integrados			3	
Parâmetros Programáveis			3	
Comportamento			3	
<b>ÍNDICE DE COMPLEXIDADE EQUIVALENTE</b>	<b>19</b>			

**Figura 69:** Exemplo de uso do critério de avaliação da complexidade relativa de objetos BIM, proposto pelo projeto 914 BRA2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO. Pilar de concreto pré-moldado

ESTRUTURAS DE  
CONCRETOCLASSIFICAÇÃO RELATIVA DA  
COMPLEXIDADE DE OBJETOS BIMBLOCO DE FUNDAÇÃO  
DE CONCRETO  
PRÉ-MOLDADO

## BLOCO DE FUNDAÇÃO DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

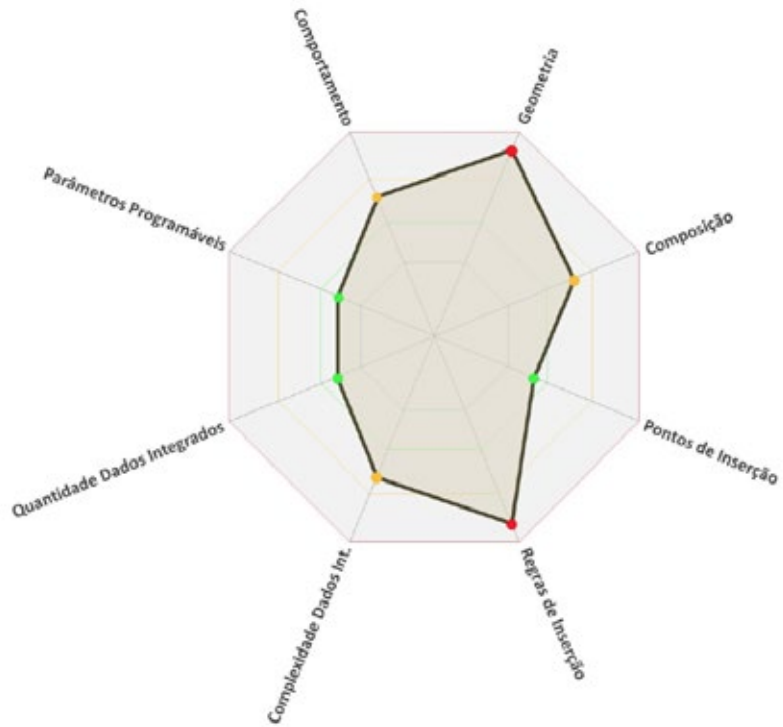
ATRIBUTO DE COMPLEXIDADE	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Geometria		2		
Composição	1			
Pontos de Inserção	1			
Regras de Inserção	1			
Complexidade de Dados Integrados			3	
Quantidade de Dados Integrados			3	
Parâmetros Programáveis		2		
Comportamento		2		
<b>ÍNDICE DE COMPLEXIDADE EQUIVALENTE</b>	<b>15</b>			

**Figura 70:** Exemplo de uso do critério de avaliação da complexidade relativa de objetos BIM, proposto pelo projeto 914 BRA2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO. Bloco de fundação de concreto pré-moldado

**ESTRUTURAS DE CONCRETO**

**CLASSIFICAÇÃO RELATIVA DA COMPLEXIDADE DE OBJETOS BIM**

**TELHA CERÂMICA COLONIAL CAPA E CANAL**



PILAR DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO				
ATRIBUTO DE COMPLEXIDADE	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Geometria				4
Composição			3	
Pontos de Inserção		2		
Regras de Inserção				4
Complexidade de Dados Integrados			3	
Quantidade de Dados Integrados		2		
Parâmetros Programáveis		2		
Comportamento			3	
<b>ÍNDICE DE COMPLEXIDADE EQUIVALENTE</b>	<b>20</b>			

**Figura 71:** Exemplo de uso do critério de avaliação da complexidade relativa de objetos BIM, proposto pelo projeto 914 BRA2015 PRODOC MCTI/IBICT/UNESCO. Telha cerâmica colonial capa e canal









# 1.5

## CICLO DE VIDA DOS EMPREENDIMENTOS

# 1.5 CICLO DE VIDA DOS EMPREENDIMENTOS

A seguir, dois exemplos de representação do ciclo de vida de um empreendimento. Embora existam diferentes ilustrações que o representam, as figuras organizam, esclarecem e ajudam a entender quais são os principais conceitos relacionados a ele:

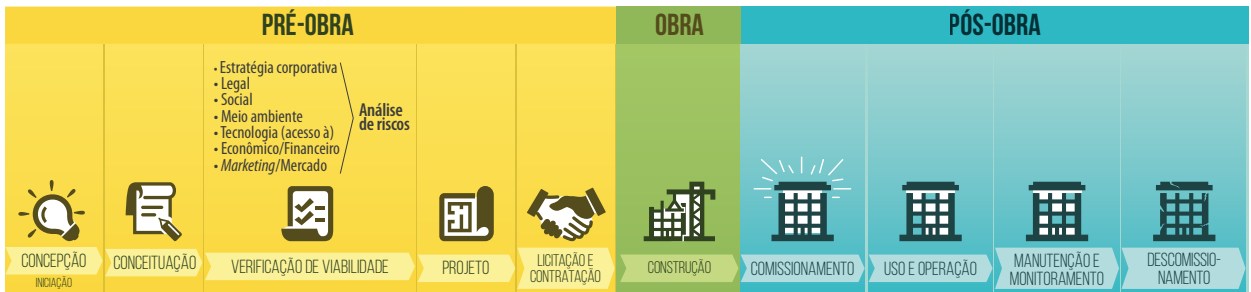


Figura 72: Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil



Figura 73: Representação em círculo do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil

Essa segunda ilustração do ciclo de vida dos empreendimentos indica a possibilidade de início de um novo ciclo após o término da vida útil do objeto ou instalação construída.

O novo ciclo poderia ser definido, por exemplo, pelo início de um novo período de vida útil, após uma reforma em que foi mantido o mesmo uso para a edificação, até a situação limite da demolição completa, com o desenvolvimento de um novo objeto no mesmo endereço.

Em qualquer dos casos, podemos chamar de etapa pré-obra, incluídas todas aquelas atividades que precedem os primeiros serviços realizados no endereço específico de cada canteiro, que ocorrem nas fases mais iniciais dos empreendimentos. Abrange a concepção e a conceituação, assim como os estudos de viabilidade, de validação de investimentos, as análises de riscos, os projetos, orçamentos e o processo de licitação para contratação da etapa de construção. De forma análoga, conceituou-se a fase de ‘encerramento e pós-obra’, caracterizada pelas atividades relacionadas ao comissionamento de um empreendimento recém-concluído.

Um dos aspectos mais importantes nesta etapa se refere às exigências estabelecidas pela ABNT NBR 15575/2013, norma técnica de desempenho para edificações habitacionais, em especial as incumbências e responsabilidades dos agentes envolvidos na produção de edificações. Para estar de acordo com essa normatização, os projetistas e contratantes devem estabelecer e comunicar a Vida Útil de Projeto (VUP) para vários subsistemas construtivos, tais como estruturas, segurança contra incêndio, estanqueidade (da edificação e dos componentes), pisos internos, vedações, cobertura, e sistemas hidrossanitários. Na prática, a aplicação da ABNT NBR 15575/2013, dentre várias outras adaptações, exige uma revisão nos documentos utilizados na conclusão e na entrega da obra e do ‘pós-obra’.

A representação dos ciclos de vida do empreendimento das figuras 72 e 73 são genéricas, ou seja, representam duas das possibilidades de sequenciamento de fases, mas as variações podem ser diversas. O ‘Processo de Compra e Contratação’, por exemplo, pode ser considerado como parte integrante da fase de Engenharia Detalhada, pertencendo, portando, à fase de Planejamento, mas também é bastante possível, e até comum, em alguns mercados, que o ‘Processo de Compra e Contratação’ seja classificado como integrante da própria fase de Obra/Construção, ou seja, como parte integrante da Etapa de Execução (EPC).

## 1.5.1 - DEFINIÇÃO DAS FASES DO CICLO DE VIDA DOS EMPREENDIMENTOS

Considerando que a questão mais importante aqui é o processo de comunicação, e não o esgotamento de todas as variações possíveis, serão apresentados a seguir a descrição um pouco mais detalhada de cada uma das fases do ciclo de vida e também alguns exemplos ilustrativos.

Lembrando que o campo ‘Recursos’ está relacionado aos recursos que serão necessários para a fase imediatamente subsequente; providências sob a responsabilidade da área de contratações e suprimentos (*Procurement*), que precisa se antecipar às necessidades.

CONCEPÇÃO OU INICIAÇÃO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeiras ideias</li> <li>• Identificação de uma oportunidade de negócio</li> <li>• Identificação preliminar de necessidade e atributos valorizados pelos potenciais clientes</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospecção de Potenciais Parceiros e Prestadores de Serviços</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condomínio Horizontal para idosos, com serviços particulares especiais para atender a esse público</li> </ul>

**Figura 74:** Descrição da fase ‘Concepção’ (ou ‘Iniciação’), que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

CONCEITUAÇÃO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esboço do Empreendimento</li> <li>• Diagrama de Massas</li> <li>• Croquis e esquemas básicos representando o empreendimento e sua composição básica</li> <li>• Estudos Preliminares</li> <li>• Primeiras escolhas e primeiras definições de soluções construtivas</li> </ul>
Recursos	• Prospecção e validação de Parceiros e Prestadores de Serviços
Exemplo	• Esquema geral do condomínio e dos seus principais componentes: definição das unidades individuais e estrutura comum

**Figura 75:** Descrição da fase ‘conceituação’, que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

VERIFICAÇÃO DE VIABILIDADE - ADERÊNCIA À ESTRATÉGIA CORPORATIVA	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este empreendimento pode ser feito e assinado pela nossa empresa?</li> <li>• Há alinhamento estratégico?</li> <li>• Como o empreendimento vai ser percebido e como vai afetar a reputação da empresa?</li> <li>• O alinhamento está coerente também com a nossa visão de futuro a longo prazo?</li> </ul>
Recursos	• Contratação de prestadores de serviços especializados (consultores), quando necessário
Exemplo	• A ideia ou caso de negócio precisa passar por todas essas verificações para que seja considerada viável

**Figura 76:** Descrição da fase ‘verificação da aderência à estratégia corporativa’, que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

VERIFICAÇÃO DE VIABILIDADE LEGAL	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O negócio é legal?</li> <li>• Este empreendimento é aprovável em todas as esferas legislativas?</li> <li>• Qual seria o esforço necessário para aprovar este empreendimento?</li> </ul>
Recursos	• Contratação de prestadores de serviços especializados (consultores), quando necessário
Exemplo	• A ideia ou caso de negócio precisa passar por todas essas verificações para que seja considerada viável

**Figura 77:** Descrição da fase ‘verificação da viabilidade da aprovação legal’, que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

VERIFICAÇÃO DE VIABILIDADE SOCIAL	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como este empreendimento será visto e percebido pela sociedade?</li> <li>• O senso comum o associa como “bom” e “positivo”?</li> </ul>
Recursos	• Contratação de prestadores de serviços especializados (consultores), quando necessário
Exemplo	• A ideia ou caso de negócio precisa passar por todas essas verificações para que seja considerada viável

**Figura 78:** Descrição da fase ‘verificação da aceitação social’, que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

VERIFICAÇÃO DE VIABILIDADE TECNOLÓGICA	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual o nível de tecnologia exigido?</li> <li>• A tecnologia necessária para o desenvolvimento deste empreendimento está disponível e acessível?</li> <li>• Demanda desenvolvimentos específicos?</li> <li>• Quais são as tecnologias alternativas?</li> <li>• Qual será o esforço para acessar a tecnologia necessária para o desenvolvimento do empreendimento?</li> </ul>
Recursos	• Contratação de prestadores de serviços especializados (consultores), quando necessário
Exemplo	• Se a ideia do empreendimento fosse, por exemplo, a construção de um hotel subaquático, é bem provável que esta tecnologia exista, mas quem a detém e qual seria o custo de acesso a ela?

**Figura 79:** Descrição da fase ‘verificação da viabilidade tecnológica’, que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

VERIFICAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O empreendimento é viável econômica e financeiramente (rentabilidade e outros fatores de desempenho)?</li> <li>• O negócio será capaz de remunerar a cadeia produtiva adequada e competitivamente?</li> <li>• Há recursos disponíveis?</li> <li>• Quais são as possíveis fontes de recursos (<i>funding</i>) para este empreendimento?</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratação de prestadores de serviços especializados (consultores), quando necessário</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ideia ou caso de negócio precisa passar por todas essas verificações para que seja considerada viável</li> </ul>

**Figura 80:** Descrição da fase 'verificação de viabilidade econômico-financeira', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

VERIFICAÇÃO DE VIABILIDADE DE MARKETING E DE MERCADO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O empreendimento vai gerar um produto? (Terá atratividade e competitividade no mercado?)</li> <li>• Qual é a proposta de valor do empreendimento?</li> <li>• Identificação e quantificação do público-alvo</li> <li>• É oportuno lançar agora? (<i>Timing</i>)</li> <li>• Qual seria o possível preço da venda? (Pesquisas)</li> <li>• Qual seria a estratégia de comunicação e <i>marketing</i>?</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratação de prestadores de serviços especializados (consultores), quando necessário</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A ideia ou caso de negócio precisa passar por todas essas verificações para que seja considerada viável</li> </ul>

**Figura 81:** Descrição da fase 'verificação de viabilidade de *marketing* e de mercado', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

ANÁLISE DE RISCOS (*)	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cada um dos tópicos de verificação e viabilidade, avaliar os riscos construindo cenários futuros otimistas, pessimistas e mais prováveis</li> <li>• Identificar e indicar condições de contorno e mitigação dos principais riscos identificados</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições de contorno e mitigação de riscos identificados podem demandar ações para <i>Procurement</i> (estratégia de defesa/substituição) contratação de projetistas</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisar usos históricos anteriores do terreno, verificar pré-existência de contaminação ambiental, visitar e documentar estado atual de construções vizinhas.</li> </ul>
(*) Obs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para que a análise de risco seja completa, pressupõe-se que o terreno (<i>locação, endereço</i>) do empreendimento já tenha sido definido nesta fase do ciclo de vida</li> </ul>

**Figura 82:** Descrição da fase 'verificação de viabilidade de *marketing* de mercado', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

PROJETO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de todos os métodos e soluções construtivos</li> <li>• Desenvolvimento de todos os projetos, especificações e detalhamentos para construção</li> <li>• Desenvolvimento dos documentos para construção e contratação</li> <li>• Desenvolvimento das especificações para manutenção futura</li> <li>• Lista de materiais, serviços e recursos necessários para a realização do empreendimento</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospecção e validação de construtoras</li> <li>• Prospecção de futuros mantenedores</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de toda a documentação técnica executiva do empreendimento</li> <li>• Planejamento completo da execução</li> </ul>

**Figura 83:** Descrição da fase 'desenvolvimento dos projetos', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

LICITAÇÃO E CONTRATAÇÃO (**)	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecionar e qualificar construtoras e principais fornecedores e fabricantes</li> <li>• Licitar e contratar todos os recursos planejados do empreendimento (construtores, instaladores, fabricantes, fornecedores, gestores, etc.)</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospecção e validação de construtoras</li> <li>• Prospecção de futuros mantenedores</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar solicitações de propostas p/ empresas pré-selecionadas - equalizar propostas, negociar e contratar</li> </ul>
(**) Obs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Em algumas modalidades de licitação e contratação, o próprio desenvolvimento do projeto executivo pode ser incluído no escopo a ser licitado e contratado</i></li> </ul>

**Figura 84:** Descrição da fase de 'licitação e contratação', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

CONSTRUÇÃO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção seguindo projetos, detalhamentos, especificações, planejamento e condições contratuais</li> <li>• Acompanhamento e gestão da construção</li> <li>• Desenvolvimento de toda documentação "as built"</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospecção de empresas para futura manutenção</li> <li>• Avaliação e <i>feedback</i> para arquitetos, projetistas e construtores</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização das atividades construtivas projetadas e planejadas atendendo aos custos, prazos, níveis de qualidade e segurança estabelecidos</li> </ul>

**Figura 85:** Descrição da fase de 'construção', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

COMISSIONAMENTO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega formal dos objetos e instalações construídos para os proprietários ou investidores e também para os responsáveis pela gestão do uso e manutenção</li> <li>• Entrega de toda a documentação técnica e legal do empreendimento, inclusive "habite-se", alvará do Corpo de Bombeiros, documentação "as built", manuais de uso e manutenção, termos de garantia de equipamentos, etc.</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validação e contratação de empresas para a realização da manutenção</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de convenção de condomínio, abertura e registro do CNPJ, eleição do 1º Síndico, transferência de propriedade imobiliária, averbação da construção, etc.</li> </ul>

**Figura 86:** Descrição da fase de 'comissionamento', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

USO E OPERAÇÃO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão do uso ou gestão da operação dos objetos construídos ou instalações, seguindo convenções e regras legalmente aprovadas e vigentes</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação e <i>feedback</i> para empresas mantenedoras</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividades normalmente realizadas pelo síndico ou administrador de um condomínio ou instalação</li> </ul>

**Figura 87:** Descrição da fase de 'uso e operação', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo



MANUTENÇÃO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão das vidas úteis dos principais componentes, equipamentos e sistemas</li> <li>• Exigência de garantias oferecidas por fabricantes, montadores e construtores</li> <li>• Gestão e realização dos planos de manutenção preditiva, preventiva e corretiva</li> <li>• Estabelecimento, registro e controle de métricas de desempenho</li> <li>• Ajustes e replanejamento, quando necessário</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode incluir decisões sobre limpeza, disposição do lixo, resíduos sólidos, resíduos classificados, etc.</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de atividades de manutenção, limpeza e conservação conforme níveis de serviços previamente acordados e contratados</li> <li>• Estabelecimento, registro e controle de métricas de desempenho</li> <li>• Ajustes e replanejamento, quando necessário</li> </ul>

**Figura 88:** Descrição da fase de 'manutenção', que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

DESCOMISSONAMENTO	
Ações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao término da vida útil das instalações ou empreendimentos (a obsolescência pode ocorrer por diversas razões, inclusive estéticas), faz-se, então, a desocupação dos objetos construídos e toma-se uma decisão que poderá ser desde uma demolição total até uma reforma</li> </ul>
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependendo da decisão de destinação do endereço, poderá ser necessário contratar empresas para reforma ou demolição e disposição de entulhos e resíduos sólidos</li> </ul>
Exemplo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforma total para iniciar um novo ciclo do mesmo uso ou demolição total para a instalação de um novo empreendimento no mesmo endereço</li> </ul>

**Figura 89:** Descrição da fase de 'descomissionamento' (desocupação), que faz parte do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, incluindo um exemplo ilustrativo

## 1.5.2 - O CICLO DE VIDA DOS EMPREENDIMENTOS E OS ORÇAMENTOS

Correlacionando o ciclo de vida dos empreendimentos com as várias estimativas de custos e orçamentos, que são tipicamente realizados durante o desenvolvimento de um ciclo completo, podemos observar que, nas fases anteriores ao projeto, é imprescindível que se faça uma primeira estimativa de custos para o empreendimento. Ela deve acontecer mesmo quando ainda não se tem muitas informações sobre um projeto, que ainda está sendo definido e formatado, para que a iniciativa possa ser avaliada.



**Figura 90:** Ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, com destaque para a primeira estimativa de custos realizada na fase de 'conceituação' de um projeto

Em geral, a primeira estimativa de custos é desenvolvida na fase de conceituação do projeto, e é sempre baseada em dados históricos conhecidos, como taxas de custo por m<sup>2</sup> de edificações de diversos padrões. Ou, ainda, utilizando custos de diferentes tipos de soluções construtivas, como custo por m<sup>2</sup> de uma fachada de edificação tipo 'pele de vidro', custo por m<sup>3</sup> de estrutura de concreto armado convencional (combinado com o conceito de 'laje média'), e assim por diante.

Os valores gerados com esta avaliação serão utilizados e testados pelos empreendedores, no desenvolvimento do correspondente 'estudo de caso de negócio', e embasará a decisão de prosseguir ou não com o desenvolvimento de uma determinada iniciativa empreendedora.

Caso as primeiras análises indiquem a viabilidade da iniciativa empreendedora, passa-se a realizar a fase denominada "verificação da viabilidade", onde serão verificados vários pontos importantes como:

- Se o empreendimento tem aderência com a estratégia da empresa que vai realizá-lo;
- Se o empreendimento é aprovável, considerando as diversas legislações vigentes em todas as esferas (municipal, estadual e federal);
- Qual é o nível de aceitação ou rejeição da sociedade com relação ao empreendimento;
- Qual será o nível de agressão ao meio ambiente, e se ela será aceitável e administrável;
- A tecnologia necessária para o desenvolvimento do empreendimento existe? Qual o seu custo de acesso e viabilização?
- Há viabilidade econômica e financeira para a realização do empreendimento em análise?
- Qual o nível de aceitação ou rejeição de comercialização, identificando produtos concorrentes e substitutos, e a maturidade do mercado local.

Os próprios processos de análise de cada um dos pontos listados anteriormente podem conduzir a uma necessidade de revisão dos valores da primeira estimativa de custos, gerada na fase de conceituação do empreendimento, porque, por exemplo, ao realizar a análise da viabilidade da aprovação legal do projeto, pode-se ter acesso à informações mais detalhadas sobre os custos dos processos de aprovação.

Numa situação ideal, os estudos de verificação de viabilidade são acompanhados e complementados por análises de riscos, correspondentes aos tópicos verificados.



**Figura 91:** Representação do ciclo de vida de um empreendimento típico da construção civil, com destaque para a 2ª estimativa de custos realizada na fase de “verificação da viabilidade” de um projeto. A própria realização dos processos de verificação da viabilidade pode fornecer informações mais detalhadas sobre o empreendimento, possibilitando a revisão da 1ª. estimativa de custos

Uma vez que o empreendimento é considerado viável, passa-se para a fase de desenvolvimento dos projetos executivos e especificações. Ao término desta etapa, são obtidos e documentados muitas informações e detalhes sobre o empreendimento, e, com o uso delas, pode-se gerar um ‘orçamento executivo’. Este é um momento favorável também para a primeira estimativa de custos futuros da manutenção da edificação ou instalação que está sendo desenvolvida, porque, nesta fase, já são conhecidos todos seus sistemas e principais componentes constituintes. Ou seja, já é possível listar peças de desgastes e componentes que precisam ser substituídos periodicamente (lâmpadas, por exemplo), e assim por diante.



**Figura 92:** Orçamento executivo desenvolvido no final da fase de projeto. Ele é baseado no projeto executivo, e, nesta fase, também se pode desenvolver uma primeira estimativa de custos para as futuras fases de manutenção do empreendimento em desenvolvimento

O custo real e final de um empreendimento só pode ser conhecido após a sua conclusão e entrega, quando, então, será possível a contabilização de todos os custos incorridos. Numa situação ideal, com base nos valores efetivamente gastos, deveriam ser revisados os processos de todas as demais estimativas de preços e orçamentos realizados anteriormente.



**Figura 93:** Orçamento real, correspondente ao ‘as built’ e obtido somente após a conclusão e a entrega de uma obra, quando todos os custos reais incorridos podem ser contabilizados. Os dados auferidos devem ser utilizados para a revisão e a atualização dos processos e referências de estimativas anteriores

Os custos reais para a manutenção de uma edificação ou instalação construída só são de fato conhecidos durante a realização da própria fase de uso e manutenção. Os valores dispendidos com os processos de manutenção devem ser utilizados para a revisão e a atualização das referências no desenvolvimento da primeira estimativa de custos de manutenção, realizada durante a fase de projeto.



**Figura 94:** Orçamento real de manutenção. Esses dados devem ser utilizados para a revisão e a atualização de referências na estimativa de custos de manutenção, desenvolvida durante a fase de projeto do empreendimento

## 1.5.3 - O CICLO DE VIDA DOS EMPREENDIMENTOS E OS DIFERENTES TIPOS DE MODELOS BIM GERADOS PARA DIFERENTES USOS

Embora existam diferentes formatos de contratação de negócios<sup>17</sup> na indústria da construção civil, apenas para estruturar o raciocínio e o processo de comunicação, por ora, vamos focar no modelo representado na ilustração que será apresentada adiante.

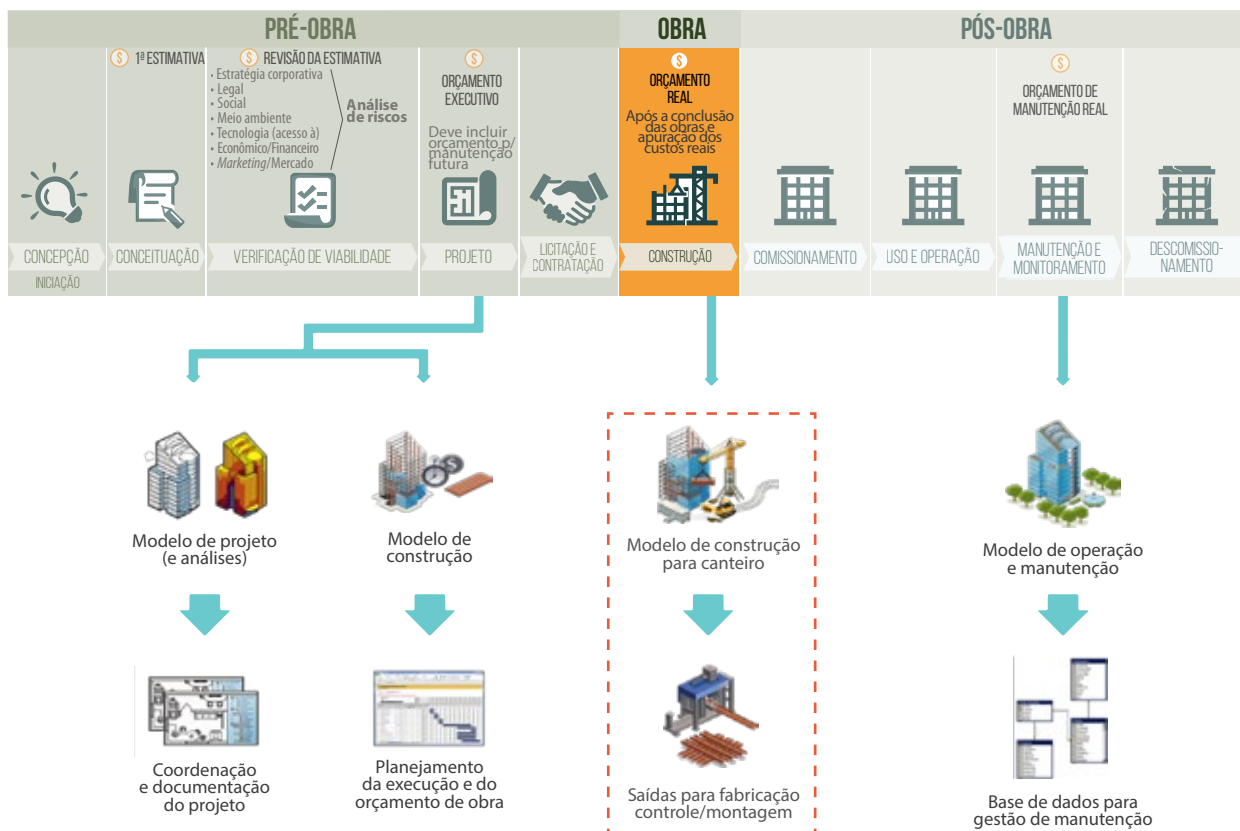
Os modelos autorais são desenvolvidos pelos responsáveis das diferentes disciplinas que compõem um empreendimento (arquitetos, engenheiros estruturais, instaladores, etc.), com o propósito de definir o 'objeto construído' em si. São usados principalmente para a realização de análises e simulações de desempenho e para a coordenação das disciplinas, até que se obtenha uma solução bem equilibrada, consistente e sem interferências. Quando esse estágio é atingido, os modelos também passam a ser utilizados para a geração de toda a documentação do empreendimento.

Considerando o formato de contratação correspondente à ilustração do ciclo de vida mostrado a seguir, os modelos autorais BIM são desenvolvidos na fase de projeto, tomando como base e referência todas as premissas e programa do empreendimento, desenvolvidos nas fases anteriores à execução dos projetos.

Caso tenham sido utilizadas ferramentas do tipo macro BIM para o desenvolvimento da conceituação do empreendimento, verificação de viabilidade e teste de alternativas construtivas e de especificação, os modelos já gerados (não detalhados, volumes, massas) podem ser utilizados como referência para o desenvolvimento dos projetos autorais, realizando o chamado 'trabalho colaborativo'. Numa situação ideal, processos posteriores conseguem aproveitar o esforço e o trabalho realizado em fases anteriores. Essa é uma das propostas fundamentais de valor, assumida como premissa pela plataforma BIM.

<sup>17</sup>Os modelos mais comuns de contratação serão abordados em capítulo específico mais adiante, nesta mesma coletânea. DBB (*Design-Bid-Build*), EPC (*Engineering-Procurement-Construction*), EPCM (*Engineering-Procurement-Construction-Management*), *Strategic Alliance* são alguns deles.





**Figura 96:** Modelo BIM especificamente para estudo dos processos construtivos, inclusive recursos necessários na construção (gruas, elevadores de obra, bandejas), que também podem ser utilizados para fabricação digital

Finalmente, podem ser desenvolvidos modelos BIM especificamente para serem utilizados como base de dados e referências para a gestão do uso, da operação e da manutenção de um objeto já construído.

A adoção e a exigência contratual da entrega das informações no formato COBie por todos os participantes no processo de projeto, especificação e construção de uma edificação ou instalação configura-se como referência ideal para o desenvolvimento de modelos BIM de operação e manutenção.

Uma das principais características desses tipos de modelo é o formato como os componentes são organizados. Por exemplo, não basta que um modelo forneça todo o sistema de conforto (ar condicionado) de uma edificação; é preciso organizar a localização dos componentes, de forma que se possa alocar custos, de acordo com os diferentes ambientes que compõem essa edificação e, ao mesmo tempo, também com as diferentes áreas organizacionais da empresa que as utilizam (coordenação de equipamentos com ambientes e sua ocupação, com centros de custos específicos).

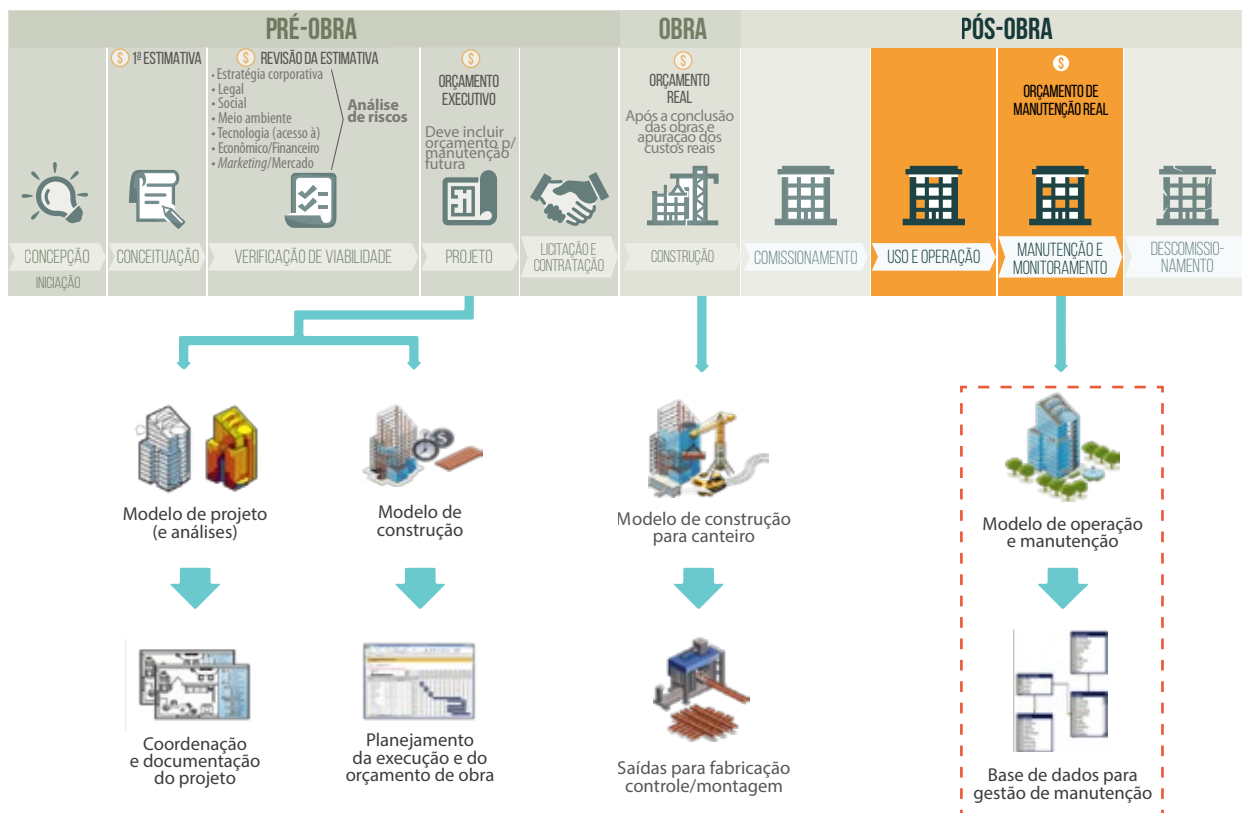


Figura 97: Modelo BIM desenvolvido especificamente para gestão dos processos de uso e manutenção







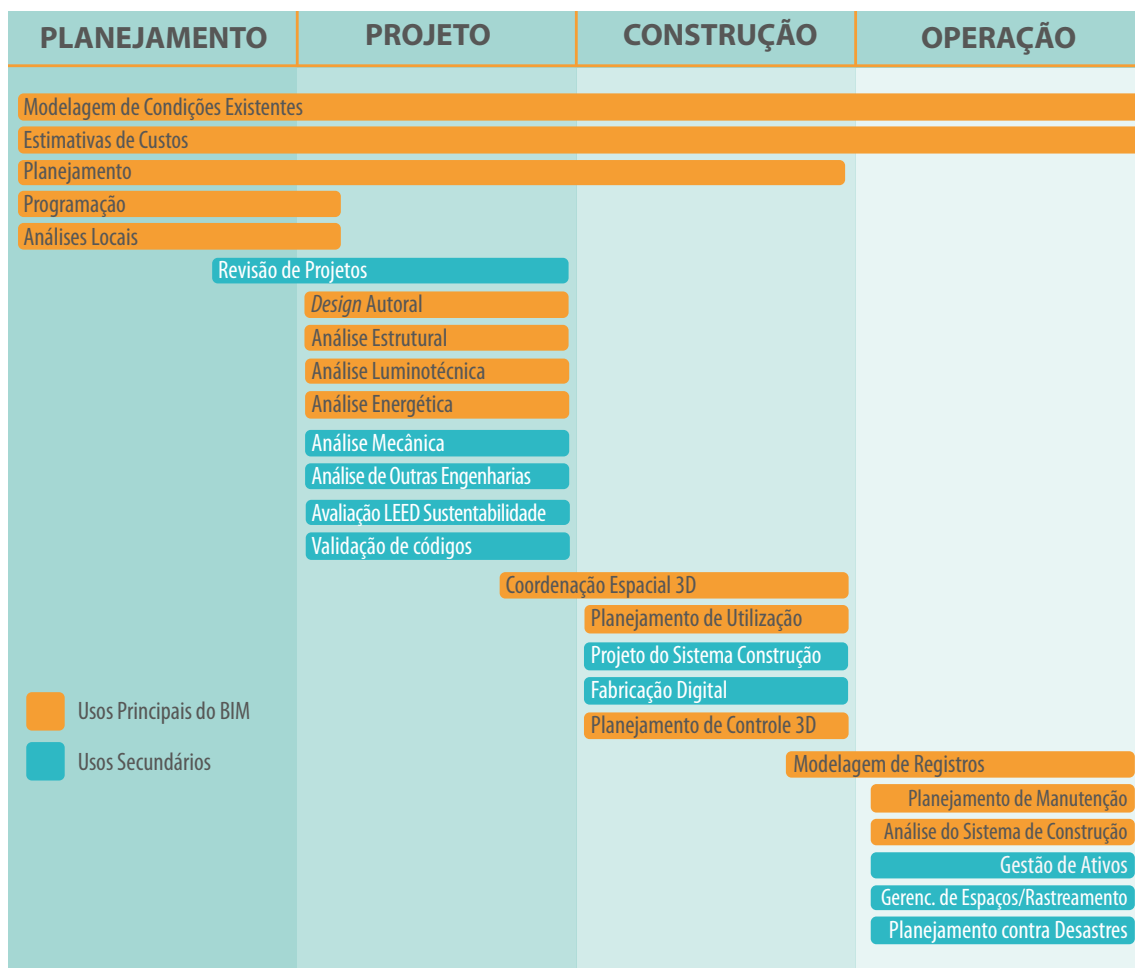
# 1.6

## CASOS DE USOS BIM

# 1.6 CASOS DE USOS BIM

## 1.6.1 - OS 25 CASOS DE USOS BIM MAPEADOS PELA PENNSTATE UNIVERSITY

Nos Estados Unidos, em dezembro de 2009, num trabalho publicado pela *Pennsylvania State University*<sup>18</sup> foram identificados 25 diferentes usos para o BIM. A ilustração a seguir os representa organizados de acordo com as correspondentes grandes fases do ciclo de desenvolvimento de um projeto.



**Figura 98:** Os 25 casos de usos BIM, localizados nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento, publicados pela *PennState University* em 2009. Os quadros com fundo laranja representam os principais usos BIM e aqueles com fundo azul, os usos BIM secundários

<sup>18</sup> Ralph Kreider, John Messner, and Craig Dubler, "Determining the Frequency and Impact of Applying BIM for Different Purposes on Building Projects," in *Proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC)* (Penn State University, University Park, PA, USA, 2010). <http://www.engr.psu.edu/ae/AEC2010/>.

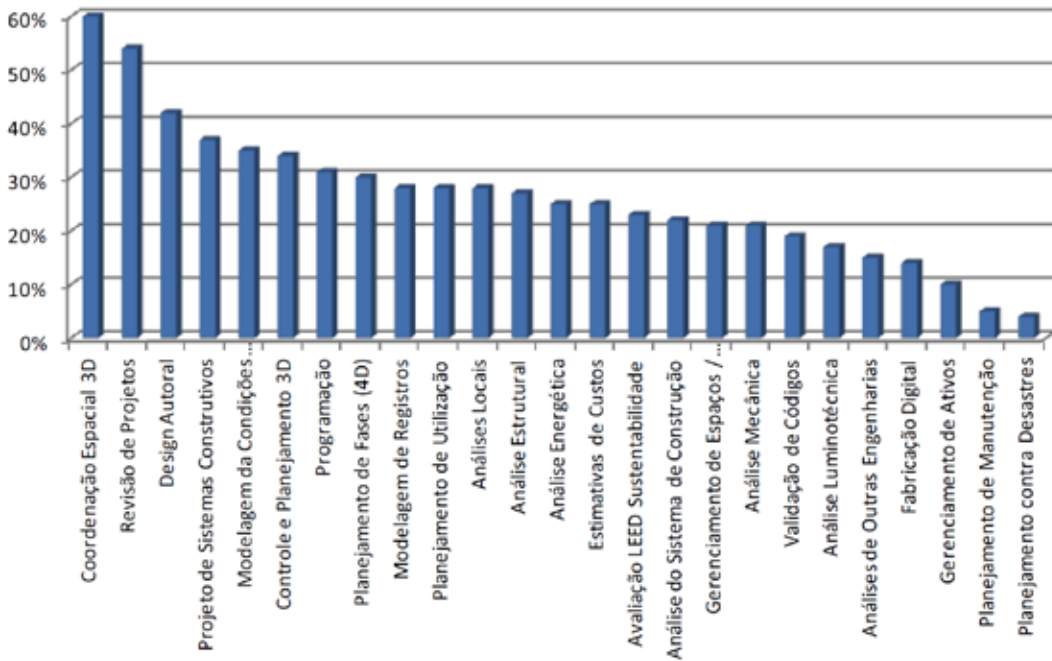
O estudo também classificou a frequência com que esses 25 diferentes usos do BIM foram identificados nas empresas Americanas de AEC e o valor percebido de cada um deles. A pesquisa realizada endereçou duas perguntas a uma significativa amostra de empresas. A primeira pergunta foi: “Com que frequência a sua organização utiliza cada um dos 25 usos do BIM?”, sendo que as opções de respostas possíveis eram 0,5%, 25%, 50%, 75%, 95% e 100%. A segunda pergunta foi: “Qual o benefício que sua organização atribui a cada um dos 25 usos do BIM?”, para a qual os pesquisados poderiam responder optando por muito negativa, negativa, neutra, positiva e muito positiva. Os resultados foram os seguintes:

USOS DO BIM	Frequência	Ranking	Benefícios	Ranking
	%	1 a 25	-2 a +2	1 a 25
Coordenação espacial 3D	60%	1	1,60	1
Revisão de Projetos	54%	2	1,37	2
Design Autoral	42%	3	1,03	7
Projeto de Sistemas Construtivos	37%	4	1,09	6
Modelagem das Condições Existentes	35%	5	1,16	3
Controle e Planejamento 3D	34%	6	1,10	5
Programação	31%	7	0,97	9
Planejamento de Fases (4D)	30%	8	1,15	4
Modelagem de registros	28%	9	0,89	14
Planejamento de Utilização	28%	10	0,99	8
Análises Locais	28%	11	0,85	17
Análise Estrutural	27%	12	0,92	13
Análise Energética	25%	13	0,92	11
Estimativas de Custos	25%	14	0,92	12
Avaliação LEED Sustentabilidade	23%	15	0,93	10
Análise do Sistema de Construção	22%	16	0,86	16
Gerenciamento de Espaços / Rastreamento	21%	17	0,78	18
Análise Mecânica	21%	18	0,67	21
Validação de Códigos	19%	19	0,77	19
Análise Luminotécnica	17%	20	0,73	20
Análises de Outras Engenharias	15%	21	0,59	22
Fabricação Digital	14%	22	0,89	15
Gerenciamento de Ativos	10%	23	0,47	23
Planejamento de Manutenção	5%	24	0,42	24
Planejamento contra Desastres	4%	25	0,26	25

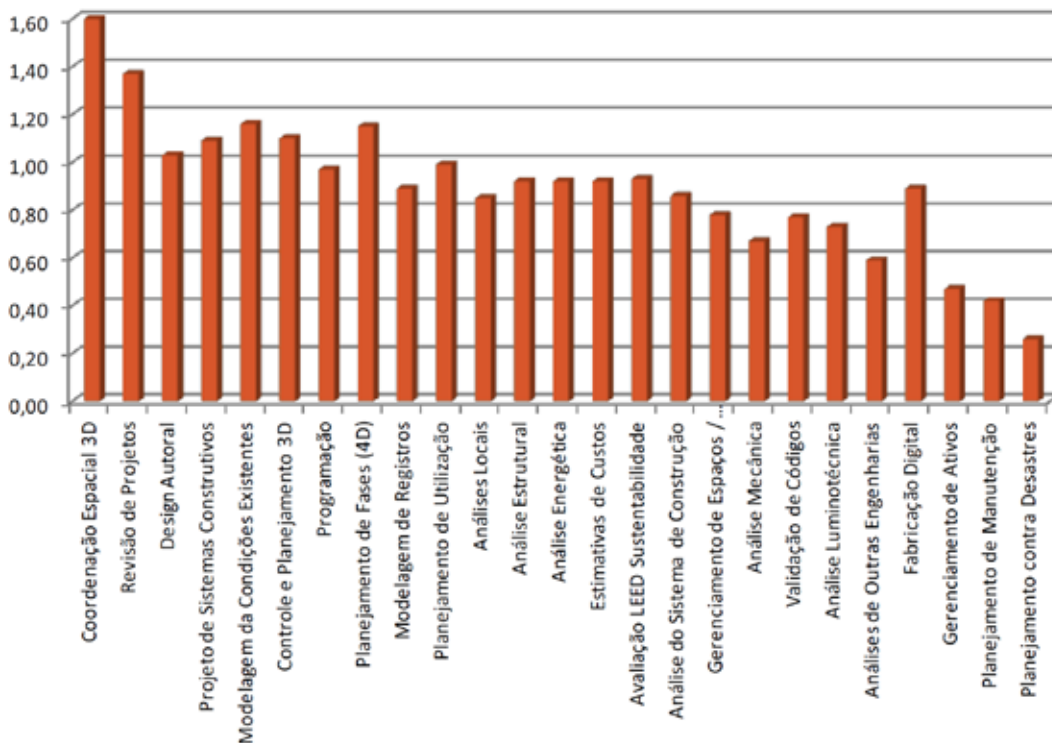
**Figura 99:** Resultados de pesquisa específica, realizada pela PennState University, sobre frequência de uso e benefícios percebidos, em empresas americanas

Separando os assuntos e as correspondentes respostas obtidas nesta mesma pesquisa e organizando-os em gráficos, obteríamos o seguinte:

## FREQUÊNCIA



## BENEFÍCIOS



**Figuras 100 e 101:** Resultados de pesquisa específica, realizada pela *PennState University*, sobre frequência de uso e benefícios percebidos, em empresas americanas, em gráficos separados e correspondentes

Dentre outros aspectos, esta publicação também significa que esses 25 casos de usos BIM já foram descritos e mapeados, ou seja, as atividades e as informações necessárias para a realização de cada um dos correspondentes processos, bem como os principais envolvidos e os resultados gerados já são conhecidos e já foram detalhados e documentados. Nas figuras abaixo, é apresentado, como exemplo, o mapeamento de dois casos de usos:

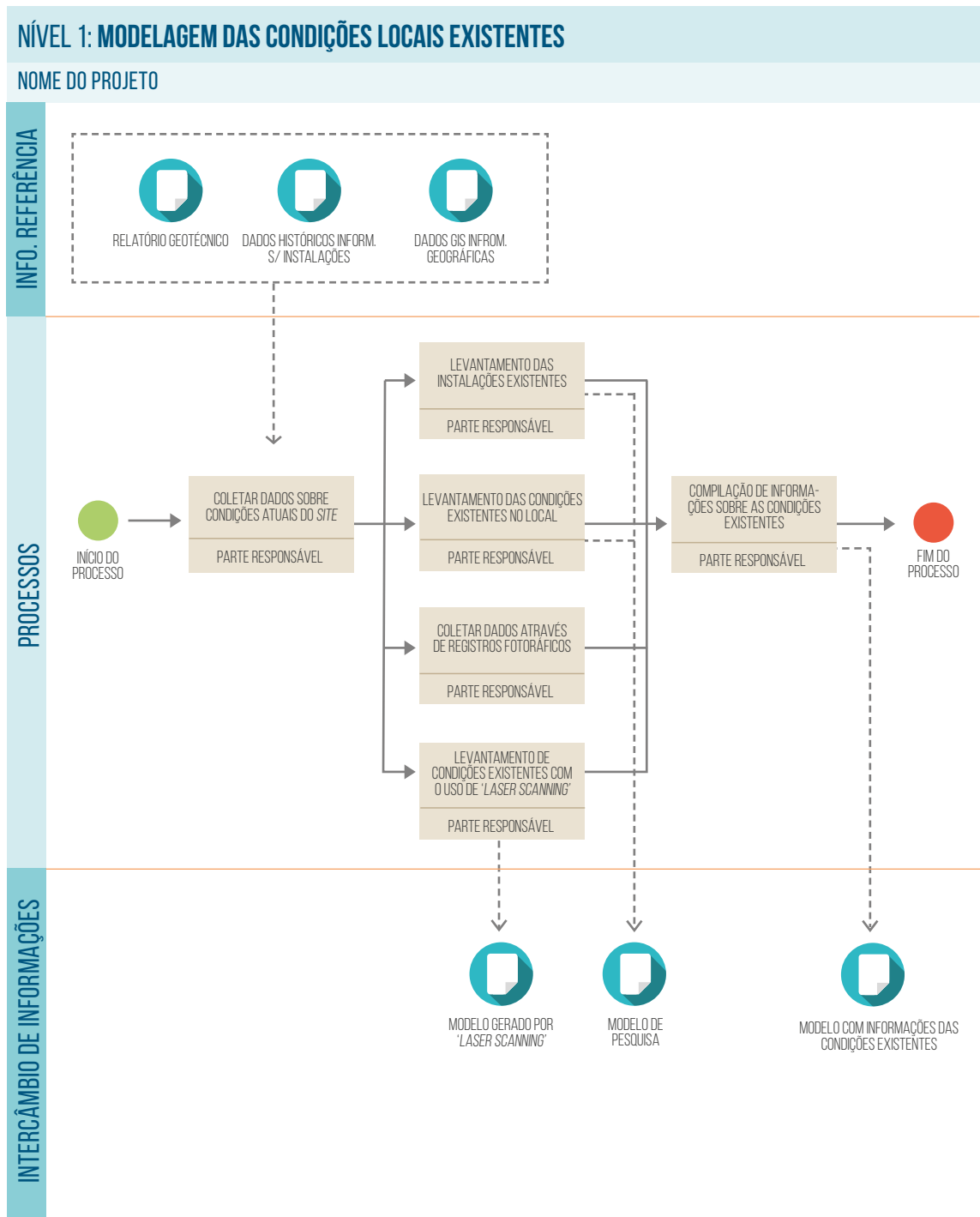


Figura 102: Documentação do mapeamento do caso de uso BIM Modelagem das condições existentes, apresentado aqui como exemplo

## NÍVEL 1: ESTIMATIVAS DE CUSTOS

NOME DO PROJETO:

INFO. REFERÊNCIA

PROCESSO

INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES

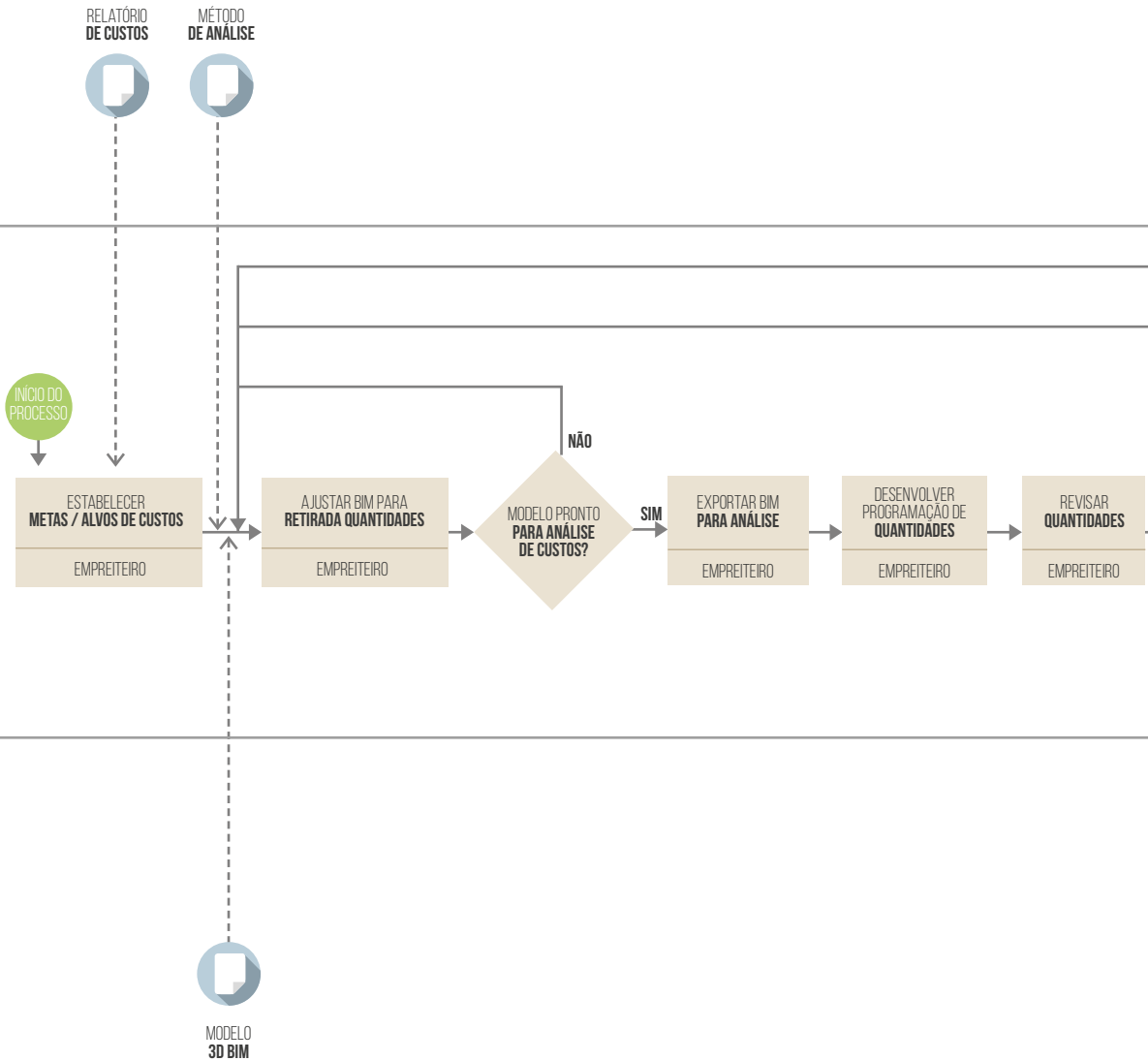
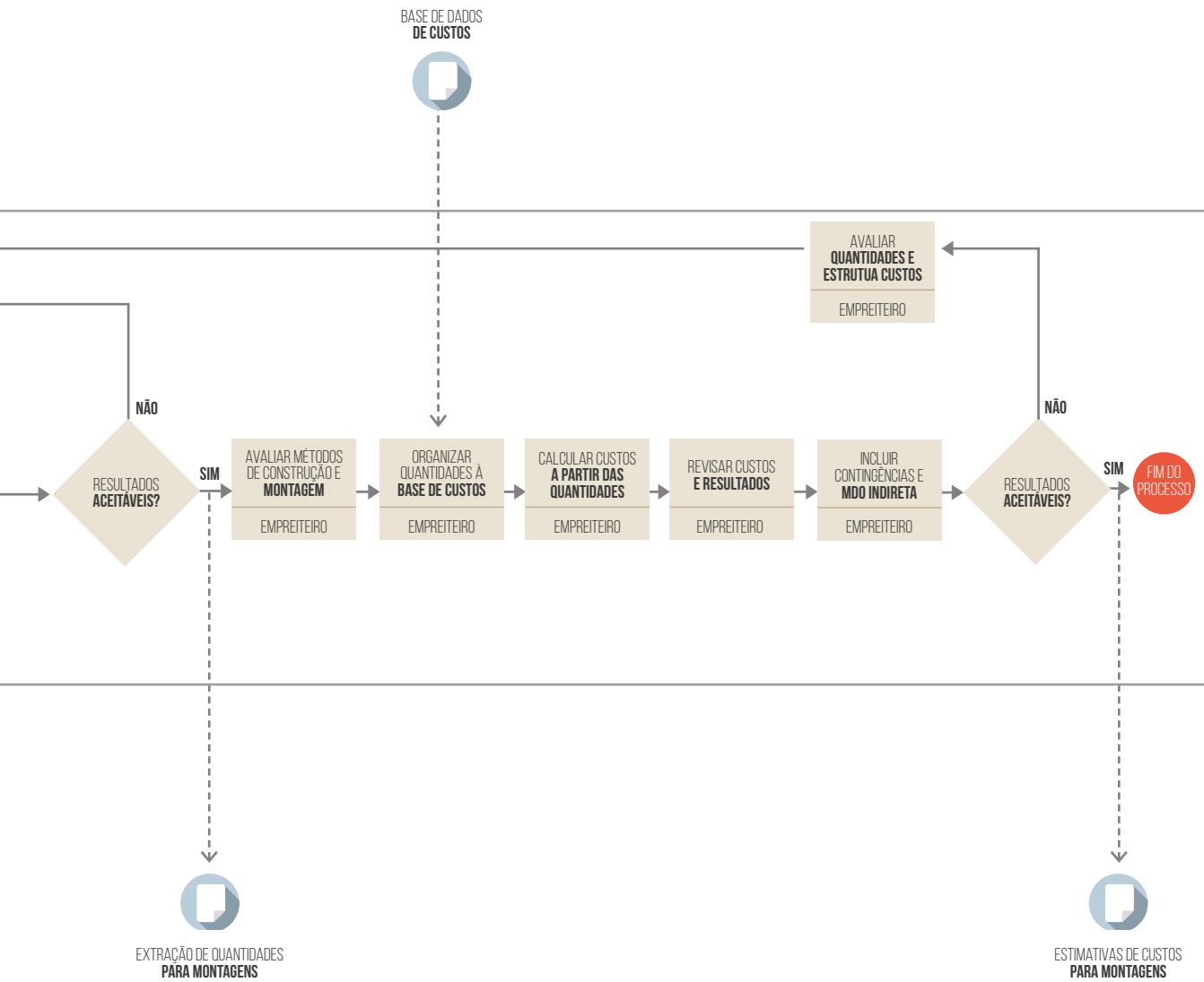
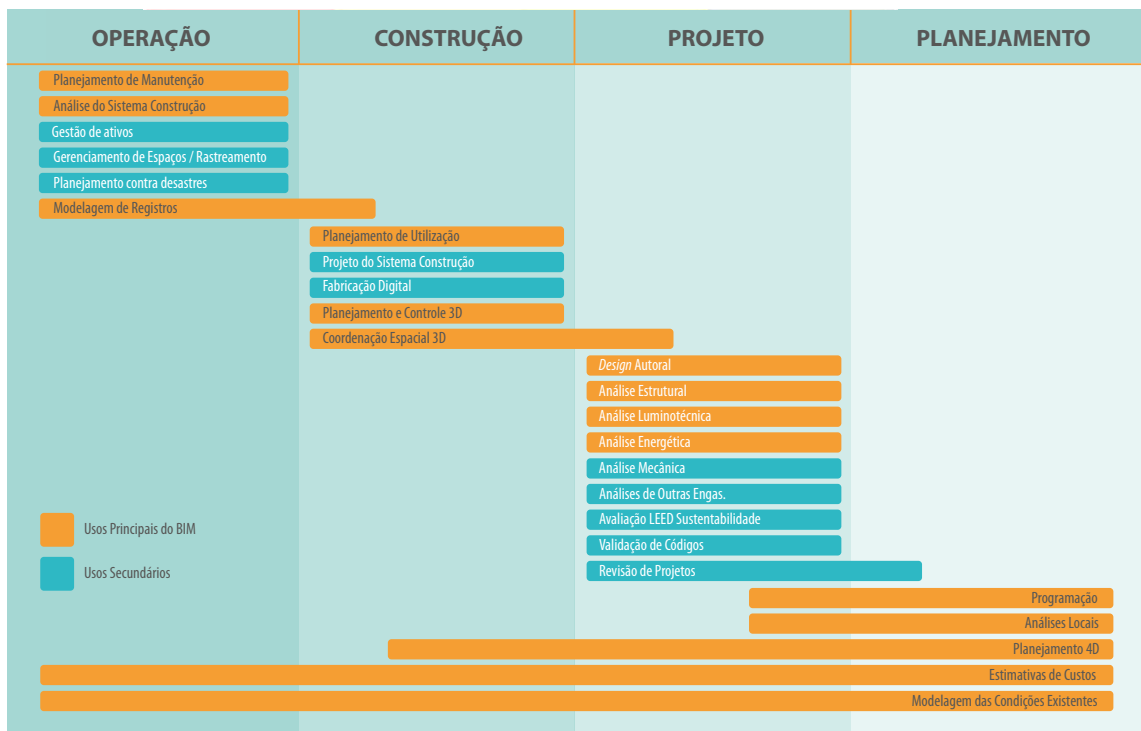


Figura 103: Documentação do mapeamento do caso de uso BIM Estimativa de Custos, apresentado aqui como exemplo



## 1.6.2 - OS 25 CASOS DE USOS BIM MAPEADOS PELA PENNSTATE UNIVERSITY, ORGANIZADOS EM ORDEM REVERSA DAS FASES DO CICLO DE VIDA

A mesma publicação da *PennState University* recomenda que a análise dos casos de usos seja realizada a partir das grandes etapas do ciclo de vida de um empreendimento, organizada em ordem reversa, como esta apresentada na figura abaixo.



**Figura 104:** Os 25 casos de usos BIM, localizados nas grandes fases do ciclo de vida de um empreendimento, organizadas em ordem reversa, publicados pela *PennState University* em 2009. Os quadros com fundo laranja representam os principais usos BIM e aqueles com fundo azul, os usos BIM secundários

Essa visão invertida enfatiza o conceito do ciclo de vida das informações, que é um dos fundamentos da tecnologia BIM, e também induz o pensamento de que o foco central de um plano de implementação BIM requer a identificação dos casos de usos que seriam mais convenientes e apropriados para serem realizados no início da implementação, sem deixar de considerar os demais e potenciais usos futuros, que poderão também ser realizados a partir dos modelos BIM desenvolvidos.

Caso identifique potenciais usos futuros, a equipe precisará estudá-los, definindo quais serão as informações mínimas necessárias para sua realização, e incorporá-las no processo de desenvolvimento e implementação. Esta perspectiva de iniciar uma implementação BIM, já tendo o final em mente, ajudará na identificação dos futuros usos das informações que poderão interessar durante a realização de fases posteriores do ciclo de vida de um empreendimento.







# 1.7

## CASOS DE USOS BIM MAIS COMUNS

# 1.7 CASOS DE USOS BIM MAIS COMUNS

Dentre os 25 casos de usos BIM já mapeados, documentados e publicados pela *PennState University* em 2009, alguns são mais comuns, especialmente considerando a experiência desenvolvida e a maturidade no uso da tecnologia.

## 1.7.1 - CASOS DE USOS BIM MAIS COMUNS NO BRASIL

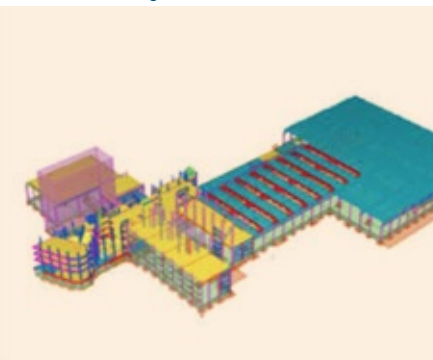
No Brasil, embora já se tenha notícia de usos bastante avançados da tecnologia BIM, e mesmo que não tenhamos dados de pesquisas muito confiáveis, pode-se dizer que os casos de usos mais comuns são:

### VISUALIZAÇÃO DO PROJETO



Imagem cedida por Trimble (Tekla Structures)

### LOGÍSTICA DO CANTEIRO VISUALIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO



**Figura 105:** Casos de usos BIM mais comuns no Brasil: Visualização do projeto e Logística do Canteiro de obras

### LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES

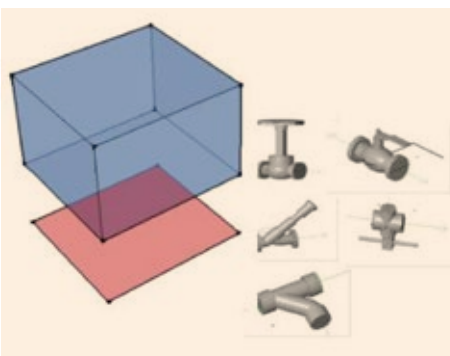


Imagem cedida por Trimble (Tekla Structures)

### ESTIMATIVAS DE CUSTOS E ORÇAMENTOS



**Figura 106:** Casos de usos BIM mais comuns no Brasil: Levantamento de quantidades e Estimativas de Custos e Orçamentos

## MAQUETE ELETRÔNICA



Imagem cedida por Nemetschek (Graphisoft Archicad)

## ANÁLISE DE CONSTRUTIBILIDADE

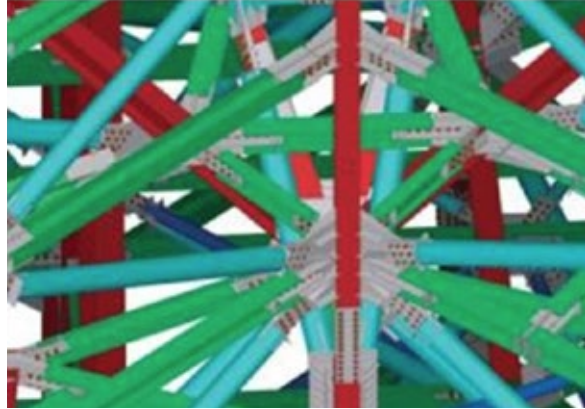
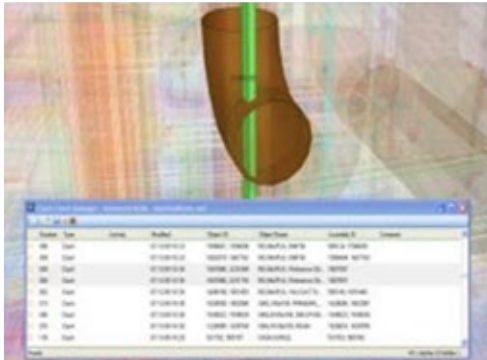


Imagem cedida por Trimble (Tekla Structures)

**Figura 107:** Casos de usos BIM mais comuns no Brasil: Maquetes eletrônicas e Análises da construtibilidade

## COORDENAÇÃO ESPACIAL



## COORDENAÇÃO DE CONTRATADOS

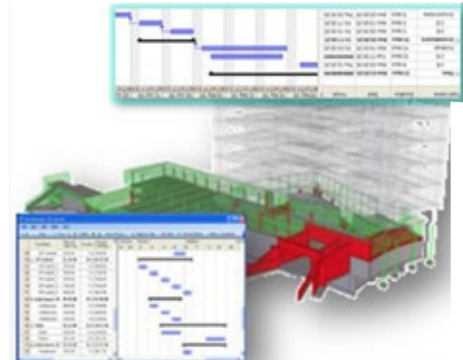
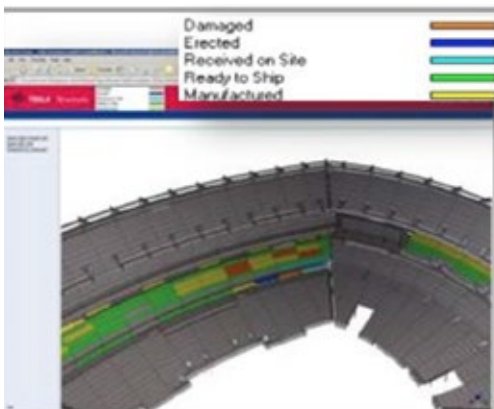


Imagem cedida por Autodesk

**Figura 108:** Casos de usos BIM mais comuns no Brasil: Coordenação espacial e Coordenação e controle de contratos

## RASTREAMENTO DE COMPONENTES



## GESTÃO DE ATIVOS



Imagem cedida por Trimble (Tekla Structures)

**Figura 109:** Casos de usos BIM mais comuns no Brasil: Rastreamento e controle de componentes e gestão de ativos

Estes casos fazem parte da lista publicada pela *PennState University* em 2009, e portanto, já foram mapeados e possuem processos documentados, o que inclui lista dos principais participantes, informações de referência, interoperabilidade e “entregáveis”.





# 1.8

## LOD - NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO

# 1.8 LOD - NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO

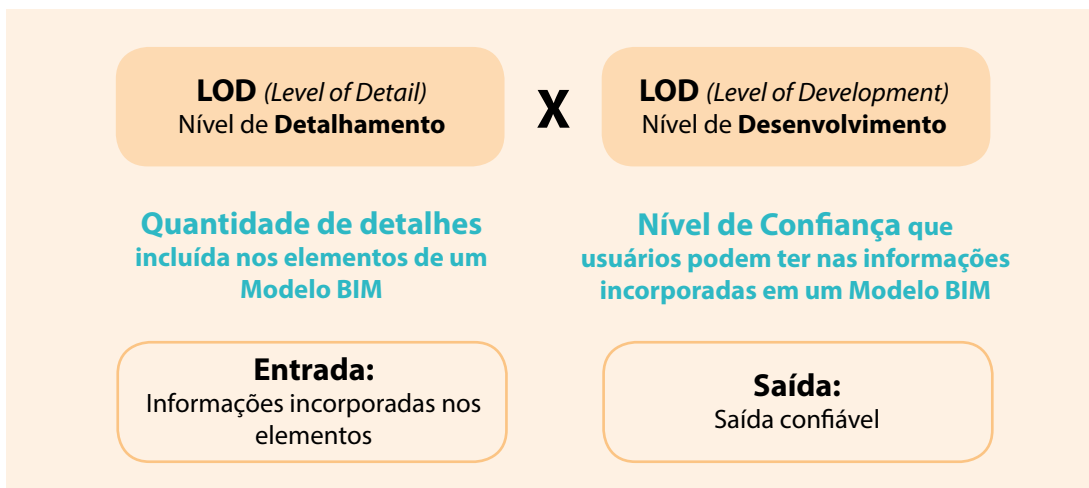
A primeira referência para a conceituação do que é LOD – Nível de Desenvolvimento pode ter surgido das próprias diferenças das representações gráficas. A figura abaixo mostra cinco diferentes representações de uma mesma esfera, construídas com diferentes quantidades de vértices.

## IMPACTO VISUAL E MEDIDAS



**Figura 110:** Comparação da representação gráfica de uma mesma esfera, com diferentes quantidades de vértices

O conceito de LOD especificamente utilizado na tecnologia BIM foi inicialmente entendido como nível de detalhamento (*Level Of Detail*). Atualmente, o termo tem sido mais citado como nível de desenvolvimento (*Level Of Development*), o que significa uma ampliação do conceito inicial.



**Figura 111:** Comparação dos conceitos de LOD como nível de detalhamento ou como nível de desenvolvimento de um modelo BIM



## 1.8.1 - DEFINIÇÃO DE LOD - NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO

O LOD endereça várias questões que surgem quando BIM é utilizado como ferramenta de comunicação ou colaboração, ou seja, quando outros usuários que não sejam os próprios autores de um modelo BIM extraem informações dele:

- Durante o processo de projeto, os **sistemas construtivos** e **componentes** evoluem de **vagas ideias conceituais** para uma **descrição completa e precisa**. Os autores dos modelos sabem qual o nível de desenvolvimento dos seus modelos, mas outras pessoas não.
- É frequente e comum que o nível de **precisão** de um elemento seja mal interpretado. Em um modelo, um **componente genérico** inserido apenas como uma **primeira referência** tem a **mesma aparência** de um **componente específico**, localizado com absoluta **precisão**, portanto, é preciso algo mais que a simples aparência para comunicar essas diferenças.
- Um usuário de um modelo que não seja seu autor pode **inferir** erroneamente que algumas **informações** já tenham sido estudadas e definidas com **precisão** pelo autor – algumas medidas podem ser retiradas e algumas informações sobre montagens, com frequência, já são mostradas nos modelos, mesmo antes de terem sido **finalizados**. O LOD permite que o autor especifique claramente qual é a confiabilidade dos elementos de um modelo.
- Num ambiente de trabalho **colaborativo**, onde diversos usuários precisarão utilizar informações extraídas de modelos gerados por outros autores, é fundamental definir claramente quais os **níveis de confiabilidade** dos elementos, nas suas várias **etapas de desenvolvimento**. Assim todos os envolvidos poderão planejar seus trabalhos já considerando os momentos futuros quando as informações mais detalhadas e confiáveis serão disponibilizadas.

Portanto, o LOD é uma referência que possibilita que os agentes atuantes na indústria da construção civil especifiquem e articulem, com clareza, os conteúdos e níveis de confiabilidade de modelos BIM, nos vários estágios do processo de projeto e construção.

Possibilita que os autores de Modelos BIM definam os usos e níveis de confiabilidade dos seus modelos para que outros usuários que estejam mais a jusante no fluxo de desenvolvimento possam compreender com clareza quais os limites de utilização dos modelos que eles estão recebendo.

## 1.8.2 - PRINCIPAIS OBJETIVOS DO LOD - NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO

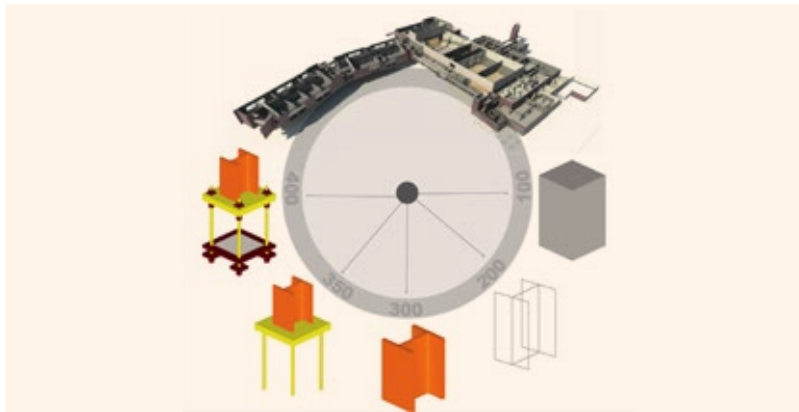
LOD – nível de desenvolvimento é um conceito muito utilizado na definição do escopo de contratação de serviços de modelagem BIM realizados por terceiros. A especificação clara de um LOD tem como principal objetivo:

- Servir de referência para que as equipes (incluindo proprietários) possam especificar entregáveis BIM, definindo claramente o que deve ser incluído em cada um deles;
- Servir como um padrão que pode ser utilizado como referência em contratos e planejamentos de trabalhos baseados em BIM;
- Possibilitar que usuários BIM, posicionados mais a jusante no fluxo de trabalho, possam confiar nas informações incorporadas nos modelos BIM que eles estão recebendo (desenvolvidos por outros autores).

## 1.8.3 - DEFINIÇÃO DE 6 DIFERENTES NÍVEIS DE LOD - NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO

Normalmente o LOD é indicado em níveis que variam a partir do nível 100:

American Institute of Architects (AIA) – Associated General Contractors (AGC) BIMForum LOD Specification (2013)



**Figura 112:** Cinco níveis diferentes do LOD de uma viga metálica

A seguir estão definidos seis (6) diferentes níveis de desenvolvimento LOD:

### LOD 100

Elementos de um modelo podem ser representados graficamente por um **símbolo** ou outra representação **genérica**.

Informações relacionadas aos elementos do modelo (ex. custo/m<sup>2</sup>, Ton Resfriamento, etc) podem ser derivadas de outros elementos.

### LOD 200

Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um **sistema genérico**.

**Objeto** ou **montagem** com **tamanhos, formas, quantidades e orientações aproximadas**.

Informações **não gráficas** também podem ser anexadas aos elementos.

### LOD 300

Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um **sistema específico**.

**Objeto** ou **montagem** com **tamanhos, formas, quantidades e orientações** também **específicos**.

Informações **não gráficas** também podem ser anexadas aos elementos.

### LOD 350

Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico.

**Objeto** ou **montagem** com **tamanhos, formas, quantidades, orientações e interfaces** com **outros sistemas** também **específicos**.

Informações **não gráficas** também podem ser anexadas aos elementos.

### LOD 450

Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico.

**Objeto** ou **montagem** com **tamanhos, formas, quantidades, orientações** com informações **detalhadas** sobre **fabricação, montagem e instalação**.

Informações **não gráficas** também podem ser anexadas aos elementos.

### LOD 500

A representação gráfica dos elementos de um modelo são **verificadas em campo**, em termos de **tamanho, formas, localização, quantidades e orientações**.

Informações **não gráficas** também podem ser anexadas aos elementos.

## 1.8.4 - EXEMPLOS REAIS DE CLASSIFICAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS LOD

A figura a seguir representa exemplo real da classificação de diferentes níveis de LOD para uma fundação direta (sapata rasa):

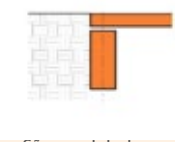
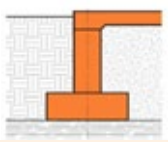
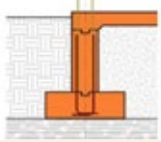
LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400
<p>As premissas para as fundações estão incluídas em outros elementos modelados, como um pavimento arquitetônico ou um volume de massa que define a profundidade proposta para a estrutura.</p> <p>Elementos esquemáticos ainda não são distinguíveis por <b>tipo</b> ou <b>material</b>. Montagem, profundidade/espessura e localização ainda são flexíveis.</p>	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamanho e forma aproximados dos elementos e das funções</li> <li>Eixos estruturais definidos no modelo coordenados com o sistema global de coordenadas</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>São modeladas fundações genéricas</li> <li>O terreno é modelado também genericamente, a partir de informações geotécnicas extraídas de um relatório geotécnico específico.</li> </ul>	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamanho do conjunto e geometria dos elementos das fundações</li> <li>Superfícies inclinadas</li> <li>Dimensões externas dos componentes</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamanhos das paredes da fundação são modelados com precisão, com sapatas conforme a solução adotada</li> <li>A cota de apoio das fundações é modelada conforme o relatório geotécnico específico</li> <li>Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte deste elemento neste LOD</li> <li>A laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas neste nível de LOD</li> </ul>	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Localização dos encaixes</li> <li>ligações concretadas</li> <li>Retardadores de umidade</li> <li>Cavilhas</li> <li>Todos <i>inserts</i> ou reforços expostos</li> <li>Juntas de expansão</li> <li>Cotas de apoio são modeladas a partir de estimativas extraídas de um relatório geotécnico específico</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Vigas-baldrame são modeladas inclusive com as interfaces com outros sistemas como reforços de bordo de lajes, juntas de concretagem e cavilhas de reforço</li> <li>A cota de apoio das fundações são modeladas conforme o relatório geotécnico específico, com a adição de elementos de interface como caixas vazias conforme a solução adotada</li> <li>Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte deste elemento neste LOD</li> <li>A laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas neste nível de LOD</li> </ul>	<p>Elementos modelados devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Armaduras, inclusive ganchos e sobreposições</li> <li>Cavilhas</li> <li>Chanfros</li> <li>Acabamentos</li> <li>Marcações definidas para as alvenarias</li> <li>Impermeabilizações</li> </ul>

Figura 113: Ilustração representando 5 níveis diferentes do LOD de uma fundação direta (rasa)

A figura a seguir representa exemplo real da classificação de diferentes níveis de LOD para a definição da especificação de uma luminária:

- LOD 100** Custos relacionados às lajes-pisos
- LOD 200** Luminária genérica com tamanho, forma e localização aproximada
- LOD 300** Luminária 2x4 troffer, com tamanho, forma e localização especificados
- LOD 350** Luminária Lightolier DPA2G12LS232, com tamanho, forma e localização especificados
- LOD 400** Luminária Lightolier DPA2G12LS232, com tamanho, forma e localização especificados (idem LOD 350) inclusive detalhes da montagem, em forro suspenso



# LIGHTOLIER®

# Deepcel Plus DPA2G12LS232

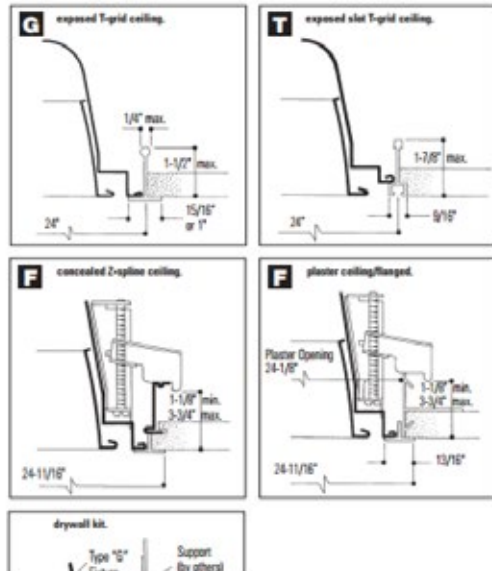
Page 1 of 2

2' x 4' Recessed Fluorescent, 3", 12 Cell Parabolic Louver  
Static or Air Supply/Return, 2 Lamp, T8 or T5

- 5" deep body.
- 80.0% efficient.
- Clean contoured interior.
- Eyeleted heat removal vents in fixture ends.
- One piece housing.
- Black exterior for cooler ballast operating temperature.
- Hemmed over side rails for safe handling.
- Fixture ends turned-in for safe handling.
- Built-in earthquake clips.
- Pre-anodized aluminum parabolic louver.
- Vertical grain louver eliminates reflected lamp images on cross baffle.
- Spring loaded latches.
- 18 gauge steel hinges.
- Louver frame with integral positive light stop.
- Louver has protective film dust guard.
- Construction to meet NYC Code or Chicago Plenum requirements is available.



## Mounting Methods



## Dimensions

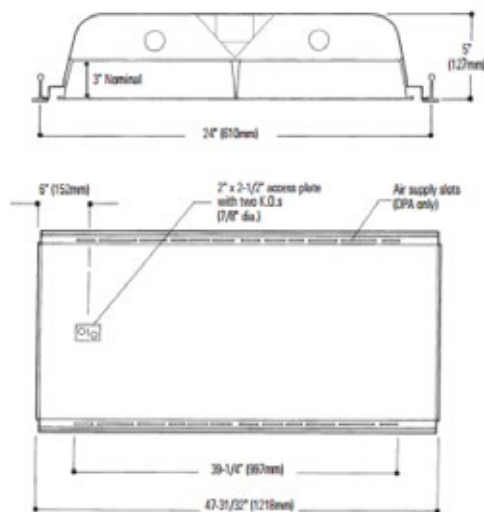


Figura 114: Catálogo do fabricante e luminária objeto das especificações de LOD realizadas no exemplo anterior

## 1.8.5 - A CLASSIFICAÇÃO LOD PUBLICADA PELA AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS - AIA

A *American Institute of Architects* – AIA, principal entidade que representa os arquitetos nos Estados Unidos, publicou um documento em que organiza e descreve cinco diferentes LODs para os quais definiu os correspondentes “usos autorizados”.

Ilustração					
LOD	100	200	300	400	500
	<p>Equivale ao Projeto Conceitual.</p> <p>O modelo consistirá das massas totais das edificações.</p>	<p>Similar ao projeto esquemático.</p> <p>O modelo consistirá de sistemas genéricos ou montagens com quantidades aproximadas, tamanhos, forma, localização e orientação.</p>	<p>Os elementos do modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação. Informações não geométricas podem ser relacionadas aos objetos.</p>	<p>Os elementos do Modelo definirão as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, forma, localização e orientação, e incluirão informações completas e detalhadas sobre fabricação e montagens. Informações não-geométricas podem ser relacionadas aos objetos.</p>	<p>Equivale ao <i>As-built</i>.</p> <p>O nível final de desenvolvimento que representa o projeto como ele foi realmente construído.</p> <p>O modelo servirá para a gestão da manutenção e da operação da edificação ou instalação.</p>
Usos autorizados	<p><b>Análises:</b> das edificações completas (Volumes, orientações, custos por metro quadrado, etc.)</p> <p><b>Estimativas de custos:</b> baseadas em taxas médias e valores históricos de empreendimentos semelhantes</p> <p><b>Planejamento:</b> definição de fases e duração total</p>	<p><b>Análises:</b> de sistemas específicos, pela aplicação de critérios genéricos de desempenho.</p> <p><b>Estimativas de custos:</b> volumes e quantidades de tipos de elementos.</p> <p><b>Planejamento:</b> definição da ordem de construção, aparência dos principais elementos e sistemas, na escala do tempo.</p>	<p><b>Construção:</b> O modelo servirá para a geração dos documentos tradicionais para a construção e a contratação.</p> <p><b>Análises:</b> As análises podem ser realizadas para elementos e sistemas detalhados.</p> <p><b>Estimativas de custos:</b> Podem ser realizadas com base em dados específicos fornecidos e técnicas conceituais.</p> <p><b>Planejamento:</b> Ordenação da construção, aparência de elementos e sistemas detalhados.</p>	<p><b>Construção:</b> Os elementos do modelo são representações virtuais dos elementos especificados.</p> <p><b>Análises:</b> O desempenho do modelo pode ser analisado e aprovado para sistemas específicos com base em elementos especificados.</p> <p><b>Estimativas de custos:</b> Custos são baseados no custo de venda atualizado de elementos específicos.</p> <p><b>Planejamento:</b> Ordenação da construção, aparência de elementos e sistemas detalhados, incluindo métodos e sistemas construtivos.</p>	

Figura 115: Os 5 diferentes níveis de LOD publicados pela AIA – *American Institute of Architects*, com seus correspondentes usos autorizados

A iniciativa da AIA propõe uma padronização de diferentes níveis de LOD, definindo claramente quais os correspondentes usos autorizados e as responsabilidades relacionados a cada um.



**Figura 116:** LOD 100 publicado pela AIA, com seus correspondentes usos autorizados



**Figura 117:** LOD 200 publicado pela AIA, com seus correspondentes usos autorizados

Embora não seja possível estabelecer uma correlação exata com as fases de desenvolvimento tipicamente realizadas no Brasil, a padronização de LODs amplia o entendimento do conceito. Nessa conformidade, então, um modelo desenvolvido com LOD 100 equivale a um projeto conceitual e é constituído das massas ou dos volumes totais das edificações previstas num empreendimento. Serve para as análises das edificações como um todo e também para o desenvolvimento de estimativas de custos e macroplanejamento de uma obra (definição de fases e duração total).

No caso de um LOD 200 de acordo com o padrão da AIA, o modelo é constituído por sistemas genéricos e montagens com possibilidade de obter quantidades aproximadas, tamanhos, formas, localização e orientação dos principais elementos. Os usos autorizados incluem as análises de sistemas específicos (fachadas e fundações, por exemplo). As estimativas de custos podem ser desenvolvidas considerando volumes, quantidades e tipo de elementos. No planejamento da construção, podem-se incluir a definição da ordem de construção e também a aparência dos principais elementos e sistemas, na escala do tempo.

Ainda com relação aos padrões AIA, num LOD 300 os elementos de um modelo definem as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, formas, localização e orientação. Informações não geométricas podem ser incorporadas aos objetos. O modelo serve para a geração dos documentos tradicionalmente utilizados nos processos de contratação e construção de um empreendimento. As análises podem ser realizadas para elementos e sistemas detalhados. As estimativas de custos ficam mais precisas com base em dados específicos, integrados aos objetos, e técnicas construtivas conceituais. E o planejamento pode ser feito já considerando a ordenação das atividades da construção, a aparência de elementos e os sistemas detalhados.



**Figura 118:** LOD 300 publicado pela AIA, com seus correspondentes usos autorizados

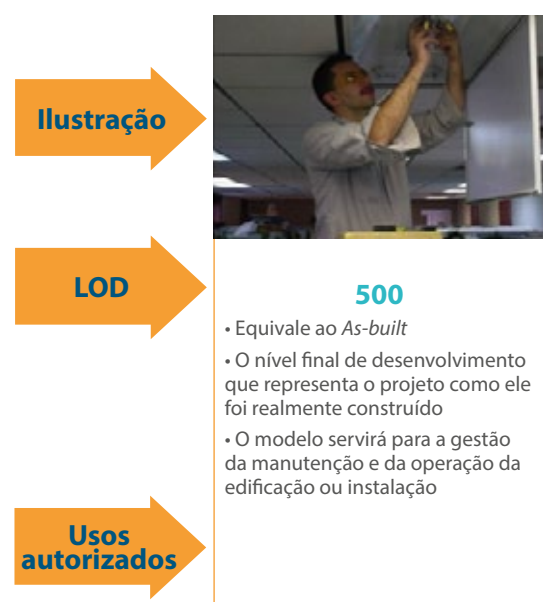


**Figura 119:** LOD 400 publicado pela AIA, com seus correspondentes usos autorizados

Num LOD 400, conceituado pela AIA, os elementos de um modelo definem as montagens de modo preciso em termos de quantidades, tamanhos, formas, localização, orientação e incluem ainda informações completas e detalhadas sobre fabricação e montagens. Informações não geométricas poderiam ser incorporadas.

Esses elementos são representações virtuais dos componentes especificados e podem ser utilizados para análises de desempenho da edificação ou instalação modelada e ainda para alguns de seus subsistemas específicos. As estimativas de custos são possíveis com base no custo de venda atualizado dos principais elementos específicos. O planejamento pode ser realizado já considerando a ordenação das atividades da construção, a aparência dos elementos e sistemas detalhados, incluindo métodos e sistemas construtivos.

Por fim, ainda com relação ao padrão AIA, um modelo LOD 500 corresponde ao 'as built' de uma edificação ou instalação, em que se alcança o nível final de um desenvolvimento que representa um projeto como ele de fato deve ser construído. Pode ser utilizado como base para a realização da gestão da manutenção e da operação.



**Figura 120:** LOD 500 publicado pela AIA, corresponde ao 'as built' de uma edificação ou instalação projetada e construída





O volume 2 descreverá um procedimento com 10 passos para o planejamento e implantação do BIM em incorporadoras e construtoras. Inclui ainda uma reflexão sobre os obstáculos para a adoção da tecnologia.





Correalização



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

Realização

**CBIC** Câmara Brasileira  
da Indústria da Construção

Correalização



Realização

