



SINDUSCON

Balneário Camboriú e Camboriú

CARTILHA BIM

CARTILHA BIM



SINDUSCON

Balneário Camboriú e Camboriú

Edição 1

2018

FICHA TÉCNICA

Realização

Grupo de estudos técnicos - GET BIM

Sinduscon Balneário Camboriú e Camboriu

Coordenação **Ellen Stefania Viera Tambosetti**

Engenheira civil

Equipe técnica

Pedro Felipe Debus Kappaun

Engenheiro civil

Fernanda Albano Hoeppers

Engenheira civil

Ellen Stefania Viera Tambosetti

Engenheira civil

Fabiano Oliveira Bullessich

Engenheiro civil

Ruy Lex Rozales

Engenheiro civil

Moacir de Oliveira Junior

Engenheiro Civil

Rafael Miranda Schmoeler

Acadêmico de engenharia civil

Cristiano Schneider

Engenheiro civil

Eduardo da Silva Vieira

Engenheiro civil

Paulo Eduardo Mayer

Arquiteto

Simone Guerini Maluzzo Pedro

Engenheira Civil

Laís Wittkowski

Arquiteta

Comitê revisor

Ellen Stefania Viera Tambosetti

Engenheira civil

Moacir de Oliveira Junior

Engenheiro civil

Paulo Eduardo Meyer

Arquiteto

Fabiano Oliveira Bullessich

Engenheiro civil

Lilian

XXXXXXXXXXXX

Projeto gráfico

Rafael Miranda Schmoeler

Acadêmico de engenharia civil

Apoio

Comissão técnica de estudos do Sinduscon Balneário Camboriú e Camboriú

Patrocínio

A definir

Palavra do presidente

O Grupo de Estudo Técnico em BIM (GET-BIM) é um importante pilar para o desenvolvimento de novas estratégias relacionadas ao sistema BIM, que objetivam impulsionar a Construção Civil. A união de seus membros, pessoas que fazem parte do Sindicato da Indústria da Construção de Balneário Camboriú e Camboriú mostra a força e a determinação para o crescimento e evolução do setor. Como presidente desta entidade, sinto-me orgulhoso em poder ver a integração de nossos associados em prol daquele que é um dos principais pilares econômicos do Brasil. Esta integração certamente comprova a importância do associativismo para os meios de produção. Afinal, através dele, novas ideias surgem e ações são realizadas para contribuir com a economia do País. E esta cartilha é prova disso.

Neste primeiro momento, o GET-BIM desenvolveu esta cartilha para introduzir conceitos iniciais sobre o BIM e facilitar o entendimento dos construtores a respeito de sua implantação. Os benefícios serão usufruídos pelos construtores que implantarem o sistema, já que ele contribui diretamente na execução de obras, tornando-as mais simples, rápidas, econômicas e previsíveis. Beneficiadas, também, serão as pessoas que trabalham para o aperfeiçoamento e aplicação do sistema. Além disso, a cartilha tornará o BIM, tema tão importante e atual para a Construção Civil, ainda mais conhecido entre aqueles que trabalham no setor e ainda desconhecem o uso e benefícios da ferramenta.

Inovações como o BIM são fundamentais para encontrarmos novos caminhos e enfrentarmos as dificuldades econômicas e entraves burocráticos típicos de nosso país. Precisamos, mais do que nunca, buscar novas formas de trabalhar com o que melhor sabemos fazer. Nós precisamos nos reinventar e, somente conhecendo novas estratégias e o que estão fazendo em grandes centros do Brasil e do mundo, é que conseguiremos acompanhar as mudanças realizadas em nosso setor. O BIM é uma destas novas estratégias e, por isto, tomar conhecimento sobre ele é fundamental! Este é o primeiro passo do GET-BIM, temos certeza que, trabalhando juntos, poderemos alcançar resultados cada vez melhores.

Nelson Nitz, Presidente do Sinduscon de Balneário Camboriú e Camboriú

Nota da comissão de estudos técnicos

A Comissão de Estudos Técnicos do Sindicato da Indústria da Construção de Balneário Camboriú e Camboriú foi criada para organizar grupos de estudos especializados em temas importantes para o setor da Construção Civil. O objetivo da criação destes grupos foi melhor aproveitar o conhecimento dos associados interessados em buscar novas estratégias e ideias para contribuir com a evolução do setor. Em 2017, começamos a pensar como poderíamos organizar estas pessoas, até que chegamos à conclusão que a melhor solução seria reuni-las em grupos de acordo com sua área de interesse. Após encontros e conversas, sete Grupos de Estudos Técnicos (GET's) foram criados, sendo um deles o Grupo de Estudo Técnico em BIM (GET-BIM).

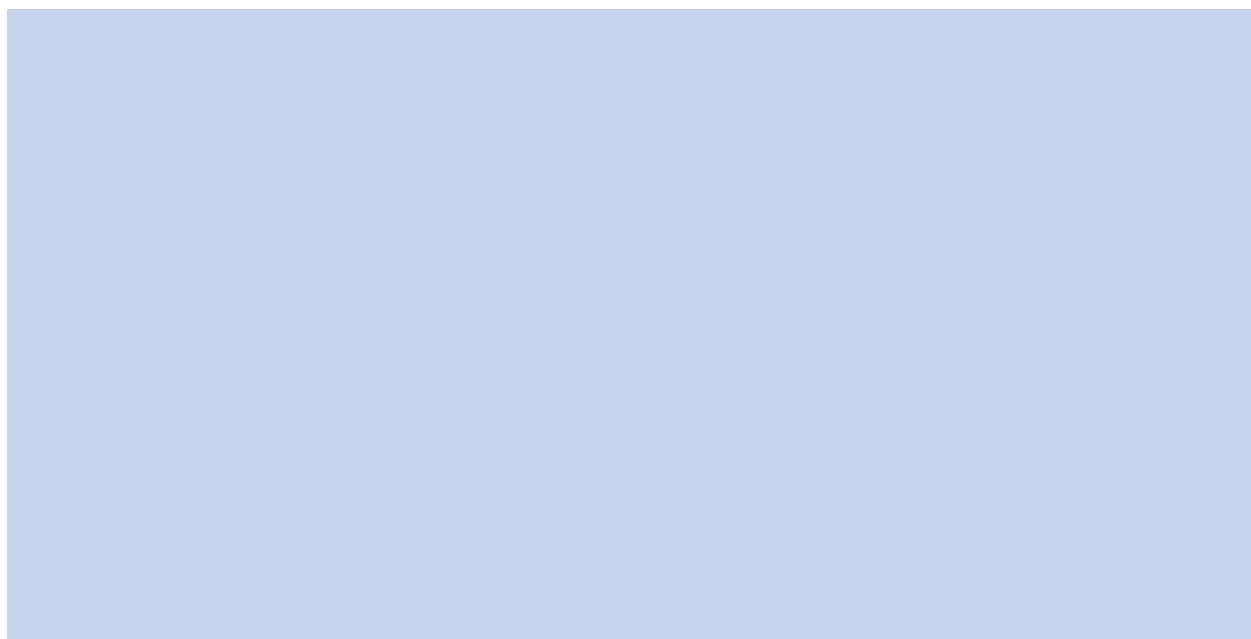
Mesmo com nossas expectativas positivas, quando criamos a comissão não imaginávamos que teríamos resultados tão significativos em pouco tempo. É importante ressaltar que os GET's iniciaram suas reuniões e projetos entre o final de 2017 e início de 2018. Esta cartilha, desenvolvida pelo GET-BIM, é uma confirmação que nossa aposta foi acertada e que estes grupos, formados por pessoas comprometidas em prol do crescimento e desenvolvimento da Construção Civil, têm muito a contribuir dentro do nosso mercado, principalmente em Balneário Camboriú e região.

Aliás, esta cartilha não será única, ela faz parte de uma coletânea que será disponibilizada para os interessados na ferramenta BIM. Ações assim fazem a diferença para que bons resultados sejam conquistados, e este é o nosso maior objetivo. Com os GET's temos a oportunidade de explorar o que há de novo no setor, o que é testado em outros lugares, tanto em âmbito nacional, quanto em âmbito internacional. Esperamos que esta seja a primeira conquista do GET-BIM, e que todos sejamos beneficiados com o que será realizado por estes grupos.

**Rafael Possobon, Presidente da Comissão de Estudos
Técnicos do Sinduscon de Balneário Camboriú e Camboriú**

Nota do grupo GET-BIM

Caro leitor, o Grupo de Estudo Técnico (GET) BIM, do Sinduscon de Balneário Camboriú e Camboriú, tem como principal objetivo trazer a você, profissional da área da construção civil, através de uma linguagem simples, o conhecimento no que há de mais inovador no mercado da construção civil: o uso da tecnologia BIM. Este é o primeiro volume de uma coletânea de cartilhas que o GET-BIM vai desenvolver para você! Neste volume, serão apresentadas noções gerais do que é o BIM, para que você possa se familiarizar com o assunto antes de ler os próximos volumes. Reforçamos nossa recomendação a você, construtor interessado em implementar o BIM na sua empresa, que busque um consultor especializado no assunto. Se o conceito não for bem implementado, os resultados almejados com o seu uso não serão plenamente alcançados.



Desejamos uma ótima leitura!

Cartilha BIM

Sindicato da Indústria de Construção Civil de Balneário Camboriú – Balneário Camboriú, SC:

SINDUSCON BC, 2018.

Ed. 1; 57 p.

ISBN 123-45-67890-12-3

1. Engenharia Civil. 2. Construção. 3. Modelagem da informação da construção. 5. Sindicato da indústria de construção civil de Balneário Camboriú

CDU 123

CDD 456

© 2018 – Sindicato da indústria da construção de Balneário Camboriú – SINDUSCON BC
Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida desde que seja citada a fonte.

SINDUSCON BC
Sindicato da indústria de construção civil de Balneário Camboriú

R. Angelina, Nº 555, piso superior, Municípios –
Balneário Camboriú – SC - (47) 3367-1234 / 3367-6535
www.sindusconbc.com.br



SINDUSCON
Balneário Camboriú e Camboriú

ÍNDICE

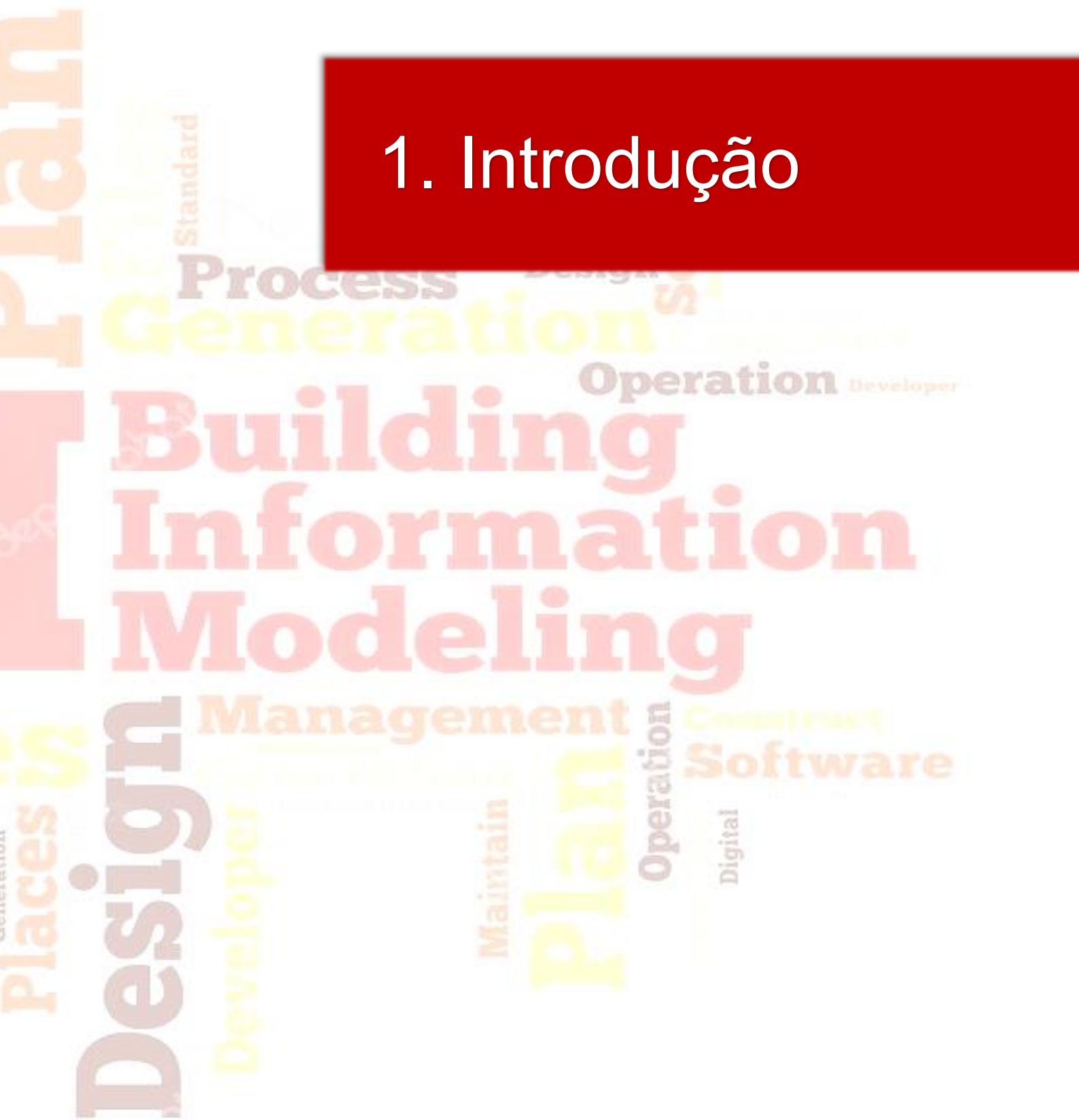
1. Introdução	15
2. Objetivo	18
3. Justificativa	20
4. Multidisciplina	24
5. Compatibilização	31
6. Documentação	36
7. Apresentação em obra	40
8. Planejamento e controle da informação	45
9. As Built	46
10. Benefícios	51
11. Referências	59

Places
Management
Design
Plan
Developer

BIM

Software
Operate
Files
Place
Decision
Management

1. Introdução



1

INTRODUÇÃO

“BIM é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria da construção” (Eastman, 2014).

A plataforma BIM se desenvolveu devido à necessidade de representação rigorosa dos detalhes de uma construção. Foi na década de 1990 que decorreram vários estudos com a finalidade de aperfeiçoar as modelagens das diferentes disciplinas e as representações tridimensionais (3D). Em 1997 foi lançado o primeiro software de modelagem paramétrica no mercado. Atualmente, existem diversas ferramentas integradas nesta plataforma. (CARDOSO, 2013).

Succar (2009) coloca que o BIM pode ser entendido como:

Um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar a essência de projeto da edificação/ construção e dados associados num formato digital, em todo o ciclo de vida da edificação.

Mais que uma ferramenta para representação de desenhos, esta oferece integração de informações. É possível gerar o quantitativo de cada material empregado na obra, estimar os custos, e fazer a representação de desenhos com altos níveis de detalhamento. Todas e quaisquer modificações no modelo 3D, automaticamente, são atualizadas as planilhas de quantitativos, facilitando a comunicação entre os diversos profissionais envolvidos.

Ainda, neste contexto, Eastman *et al.*, (2011) colocam que com os avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e das ferramentas BIM cresce o número de profissionais de diversas disciplinas dispostos a trabalhar em modo colaborativo. O rápido aumento e a velocidade de acesso às informações vindas da TIC têm agilizado troca de ideias e tomada de decisões. Tudo isso tem afetado o modo que os profissionais da construção trabalham.

2. Objetivo



2

OBJETIVO

“BIM está sendo profundamente estudado e implantado principalmente para visar os lucros, seja para agregar valores no processo de criação, aumentar a precisão ou minimizar os desperdícios durante a execução do empreendimento (...).”

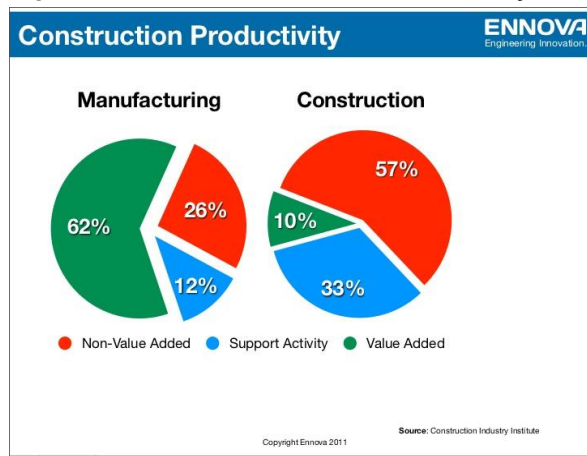
O BIM tem como um dos principais objetivos a busca da maior assertividade na Construção Civil. Para isso, um Modelo da Construção virtual deve ser paramétrico, com dados e regras associadas, ser integrado de tal maneira que não permita inconsistências. Deve possuir informações suficientes para alimentar tabelas de quantidades de todos os elementos utilizados no projeto, de forma parametrizada e clara para conferência de todos membros envolvidos no projeto. Um modelo bem elaborado pode ter como finalidade a extinção do papel na obra em breve e com isso uma exatidão na conferência e análise durante a execução da obra, minimizando a probabilidade de erros.

Da mesma forma que na etapa de projeto, seja ele igualmente facilitado para modificações necessárias no processo criativo, assim como a comprovação de resultados, para desta forma, dar o “start” para envio ao canteiro de obras. A construção civil na forma como vem sendo praticada, se resume à figura 1. Grandes desperdícios de materiais na obra, perda de tempo para revisões e retrabalhos devido a falhas nos documentos gerados de forma convencional, trabalhos que não agregam valores, desenhos desnecessários para a produtividade do projeto e, conseqüentemente,

execução da obra. Isso comparado ao trabalho nas indústrias, que buscaram softwares paramétricos muito antes do que o ramo da Construção Civil. Neste, o trabalho agregador de valores e produtivo impera sobre a baixa porcentagem de desperdícios.

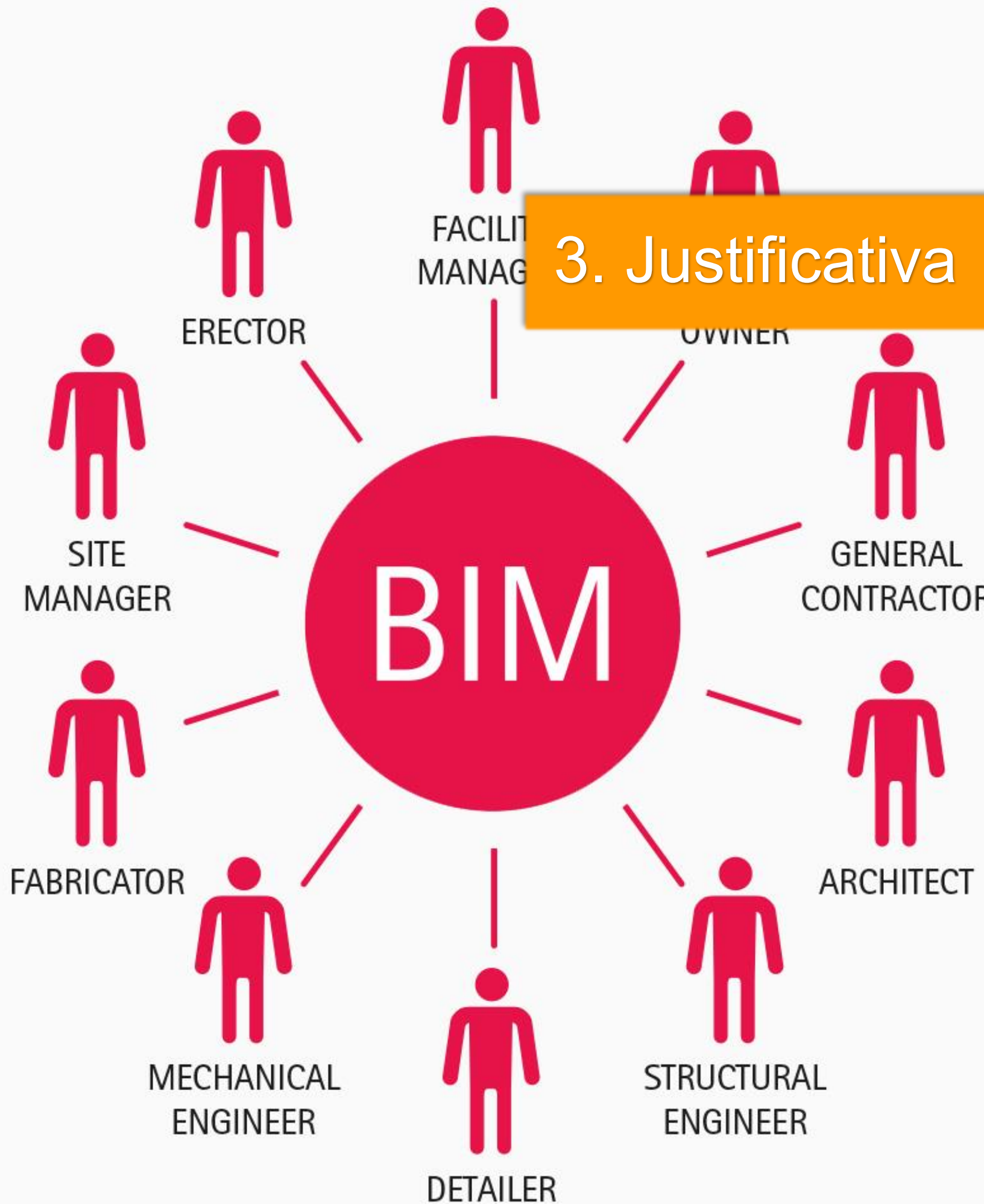
BIM está sendo profundamente estudado e implantado principalmente para visar os lucros, seja para agregar valores no processo de criação, aumentar a precisão ou minimizar os desperdícios durante a execução do empreendimento. Dependendo do Nível de detalhe, pode-se até prever um atendimento pós obra de manutenção e utilização do edifício já construído.

Figura 1: mercado das indústrias x construção



Fonte: Construction Industry Institute (2011)

3. Justificativa



3

JUSTIFICATIVA

“O BIM deve ser entendido não apenas como uma ferramenta, mas como uma abordagem que permeia todos os estágios (...) de uma edificação.” (ACONTECEIMOB, 2017)

A modernização é primordial para a indústria da Construção Civil no Brasil. Incorporar novas tecnologias, materiais, sistemas e processos construtivos configura-se como um caminho de mão única, em que todos os agentes envolvidos na construção, públicos ou privados, devem conjugar esforços para avançar na mesma direção. (GUIA 1 – Processo de Projeto BIM, 2017).

O BIM deve ser entendido não apenas como uma ferramenta, mas como uma abordagem que permeia todos os estágios – desde a concepção, planejamento, design, construção, operação e até a demolição – de uma edificação. Com dados tridimensionais de geometria, relações espaciais, informações geográficas, quantidades e propriedades construtivas de componentes (por exemplo, detalhes dos fabricantes), o BIM pode ser utilizado para a criação de modelos virtuais e inteligentes de edifícios [...] (ACONTECEIMOB, 2017).

O BIM é um método inovador que envolve todas as etapas de um empreendimento, controlando todos os processos, analisando informações, simulando o desempenho, corrigindo e revisando dados, criando parâmetros mais concisos para a execução e operação da edificação. Este sistema revolucionário para a construção civil, considerado atual-

mente uma das mais importantes inovações gerenciais, veio com o intuito de estabelecer novos padrões ao mercado e aos profissionais da área. Uma inovação significativa da plataforma BIM é a forma com que vemos os processos de um empreendimento. Com a criação de modelos 3D inteligentes, todas as etapas são interligadas e se tornam comunicantes. As avaliações e análises, assim como decisões de planejamento e aprimoramentos de obra, são mais assertivas e eficientes.

Os benefícios de sua utilização são muitos: visualização 3D do projeto, minimização do impacto de mudanças de projeto e do planejamento original, extração de quantidades de serviços e componentes utilizados na obra, diminuição de erros e omissões em documentos, criação de novas oportunidades de mercado, redução da duração do projeto, minimização de custos da construção e aumento de lucros (ACONTECEIMOB, 2017).

No entanto, diversos autores têm alertado para um problema frequente nessa fase de transição para o BIM, que é o fato de muitos profissionais da área ainda não terem entendido do que realmente se trata o BIM, aplicando-o de ma-

neira tradicional e não tendo os resultados esperados. É importante entender seus fundamentos e influências nos processos da empresa para maior aproveitamento das vantagens da plataforma (MANZIONE, 2013, p.173).

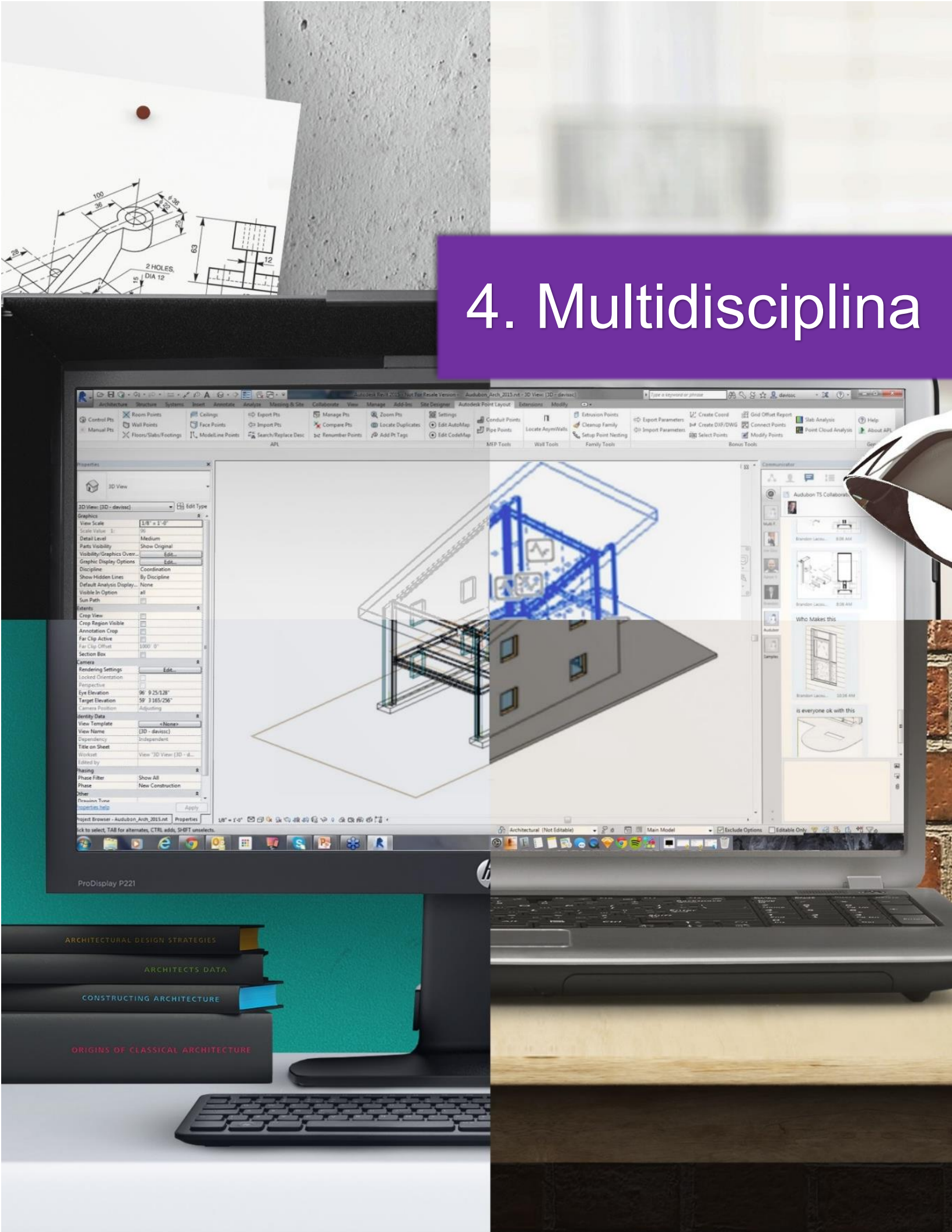
Desenvolver projetos em BIM significa, trabalhar em equipes multidisciplinares, fazendo com que cada problema seja resolvido de forma a atender as necessidades de todos envolvidos. Neste fator, um participante se faz de grande importância que é o gerente de projeto, responsável por coordenar todas as atividades e processos de projeto, permitindo integração de todas as partes no desenvolvimento (MIKALDO JR; SCHEER, 2008).

Embora ainda seja incipiente, a utilização do BIM pelas construtoras brasileiras aos poucos avança em sofisticação, indo além de funcionalidades como a geração de modelos virtuais tridimensionais e a possibilidade de verificação de interferências nos projetos (clash detection). A evolução aponta principalmente para a integração com as ferramentas de planejamento, o chamado BIM 4D. Nele além do 3D, é acrescida a variável tempo, tornando-se possível incorporar ao modelo informações sobre cronograma, sequência de obra e fases de implantação. Paralelamente surgem iniciativas que visam a aproximar o BIM dos canteiros, para que informações obtidas na obra, possam automaticamente chegar nas equipes de planejamento, facilitando a tomada de decisão sobre as intervenções necessárias, gerando mínimo

impacto nos cronogramas. Também ocorrem experiências em direção ao BIM 5D, que integra o custo, permitindo que o modelo seja utilizado para gerar orçamentos. (NAKAMURA, 2014).

O desperdício de recursos sempre foi um dos maiores problemas desse setor e, atualmente, diminuir os gastos com erros em obra e atrasos devido à má qualidade de projeto, torna-se um diferencial na busca por melhores preços e competitividade. A execução de protótipos físicos é onerosa demais e pouco eficiente, na medida em que os problemas acabam sendo identificados quando já é tarde, gerando soluções muitas vezes inadequadas. O BIM é definido como um processo de desenvolvimento de projetos que prevê a criação de um modelo virtual, fiel à edificação, que contenha todas as informações sobre esse produto, desde características dos materiais empregados, técnicas construtivas, características termo acústicas, manutenção,

A elaboração desse trabalho visa facilitar a leitura por parte do construtor que nem sempre tem formação técnica no assunto, apresentando o conteúdo com uma linguagem mais simplificada, de maneira que esses empresários do ramo da construção civil concebam a verdadeira importância e benefícios que a implantação da metodologia BIM pode trazer para o seu negócio, quando o processo de migração é bem concebido e compreendido.



4. Multidisciplina

4

MULTIDISCIPLINA

“Nível de desenvolvimento e Nível de Detalhe estão ligados intimamente, pois não adianta ter um elemento com alto nível de detalhe gráfico e baixo nível de desenvolvimento.”

4.1 Introdução

Com o aumento pela procura de projetos em BIM por parte dos construtores, visando diminuir retrabalhos e custos em conjunto com o aumento de qualidade, seu uso tem se tornado mais frequente pelos projetistas. Porém tal situação também acarreta em desentendimentos da metodologia BIM, ou seja, as construtoras não conseguem traduzir suas necessidades para os projetistas, nem mesmo os objetivos pretendidos com o uso dos modelos virtuais. Contudo, há iniciativas evidenciando que tomada de decisões devem ser antecipadas, para controle e análise completa dos modelos, assim o nível de maturidade e desenvolvimento estará de acordo com as expectativas dos usuários. Conforme as etapas de projetos progridem, os níveis de desenvolvimento naturalmente evoluem as informações inseridas nos modelos, de acordo com o planejamento estratégico BIM.

4.2 Projetos interdisciplinares

O uso de metodologias convencionais para coordenar e distribuir responsabilidades, tem seu efeito reduzido quando, em razão da forma de trabalho

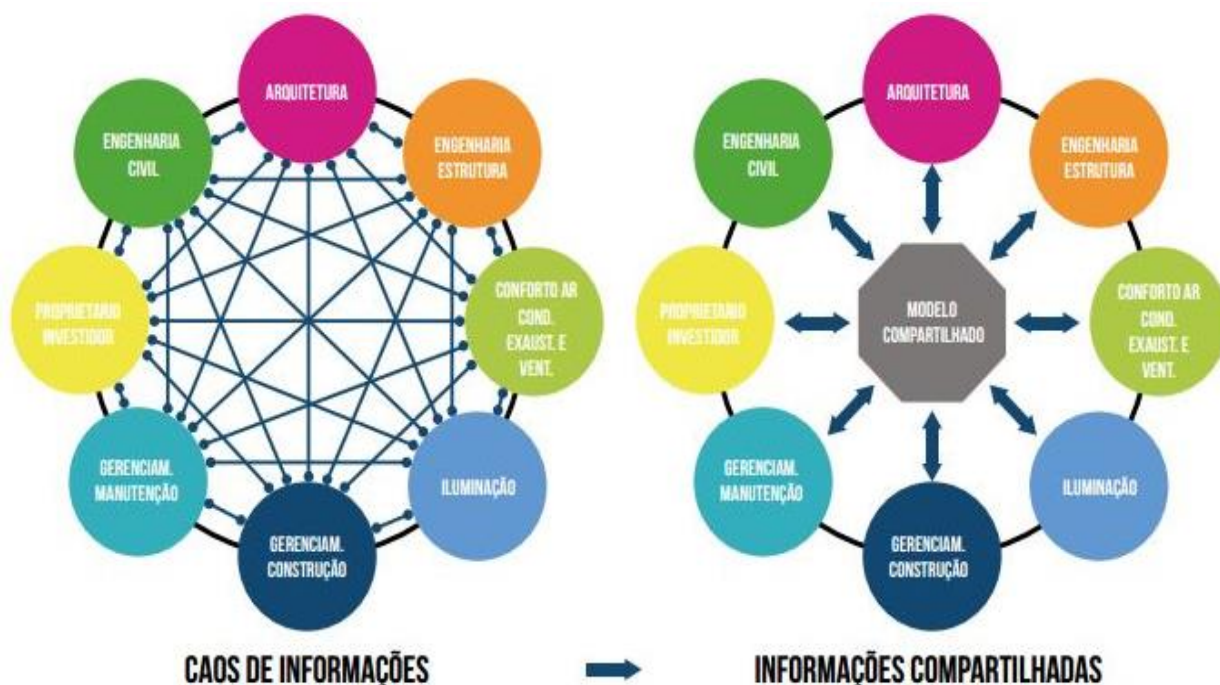
dos agentes envolvidos não propõe um sistema colaborativo. As equipes não participam das ações ou premissas do projeto, fazendo com que este seja concebido sem devida validação, criando grande probabilidade de futuros erros na execução da obra. A forma com que se conduz o sistema atual de projeção é ineficaz e falha pois os envolvidos não trabalham de modo colaborativo, tem visão sistêmica do projeto como um todo, o que gera grandes retrabalhos além de aditivos de custos e tempo.

A adoção de um sistema BIM aponta a necessidade de revisão do processo de projeto e sua gestão. A colaboração entre as equipes de projeto passa a girar em torno de um modelo baseado nas informações necessárias para o planejamento da construção de um modelo/edifício. O envolvimento das partes interessadas durante as fases iniciais e concepção de projeto, conduz para um modelo consistente, promovendo maior produtividade e eficiência. Em um workflow de trabalho organizado por etapas e/ou fases de projeto distribuindo as formas de trabalho, deve-se prever as interferências entre diferentes disciplinas, buscando o aproveitamento pleno dos benefícios do BIM.

No setor de AEC¹, onde a maior parte dos projetos são baseados em ações temporárias de equipes multiorganizacionais, o nível de clareza e das responsabilidades são ambíguas ou até mesmo sem objetividade em relação aos responsáveis, inibindo benefícios do uso da metodologia BIM. (MANZIONE, 2013)

conter elementos que possam ser utilizados pelos demais sistemas, por exemplo: portas, janelas, shafts, pisos, alturas definidas, equipamentos, layout, definição e usos dos ambientes, tipologia construtiva.

Figura 2: comparação de caminhos da informação



Fonte: CBIC – Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Volume 2, 2016

4.3 Base da Informação

Para a elaboração de modelos BIM para sistemas complementares de estrutura e MEP², alguns pontos devem ser levados em consideração para se obter uma base de informação confiável, ou seja, as premissas devem ser atendidas para se obter um resultado satisfatório. O modelo adquirido da arquitetura deve

4.4 LOD (nível de desenvolvimento)

O progresso e evolução dos modelos BIM acontecem conforme as etapas de projetos, já que o volume de informações tende a aumentar conforme seu desenvolvimento. É importante diferenciar Nível de Desenvolvimento de Nível de

¹ Arquitetura, engenharia e construção

² Mechanical, electrical and plumbing

detalhamento, pois há confusões em relação a essas nomenclaturas.

4.4.1 LOD – Nível de desenvolvimento

Nível de Desenvolvimento representa a relação de qualidade que o modelo atingiu conforme as etapas e sua confiabilidade. Ele influencia no processo decisório da evolução do modelo. A medida que o nível de maturidade BIM dos envolvidos permitam maior entendimento sobre os processos de colaboração, com melhor uso de ferramentas de troca de informação, o ND³ auxiliará no gerenciamento do projeto e ajuda a desenhar um planejamento estratégico para as equipes. O LOD⁴ pode ser classificado como: 100, 200, 300, 350, 400, 500, resumidos nas tabelas a seguir:

Figura 3: exemplos de LOD

LOD	Arquitetura	Estrutura
100		N.A.
200		
300		
350		
400		
500		

Fonte: Adaptada do Guia 1 - Processo de projeto BIM (ABDI, 2017)

Figura 4: comparação de LOD e etapas de projeto

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400	LOD 500
- Estudo Preliminar - Informação básica - Estudo de massas - Representação genérica	- Anteprojeto - Projeto Básico - Sistema genérico - Quantidade e Dimensões aproximadas	- Projeto Legal - Informações precisas - Sistema genérico - Especificações	- Projeto Executivo - Sistema específico - Interface com sistemas construtivos - Planejamento e Orçamento precisos	- Processo de fabricação - Sistema específico - Detalhamentos pré-fabricação - Detalhamento de instalação	- As Built - Maintenance e Suporte Técnico - Facility Management - Avaliação do Ciclo BIM

Fonte: Exponent Engenharia

³ Nível de detalhamento

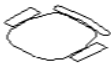
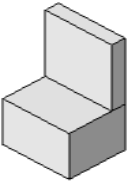
⁴ Level of Development

4.4.2 Lod – Nível de detalhamento

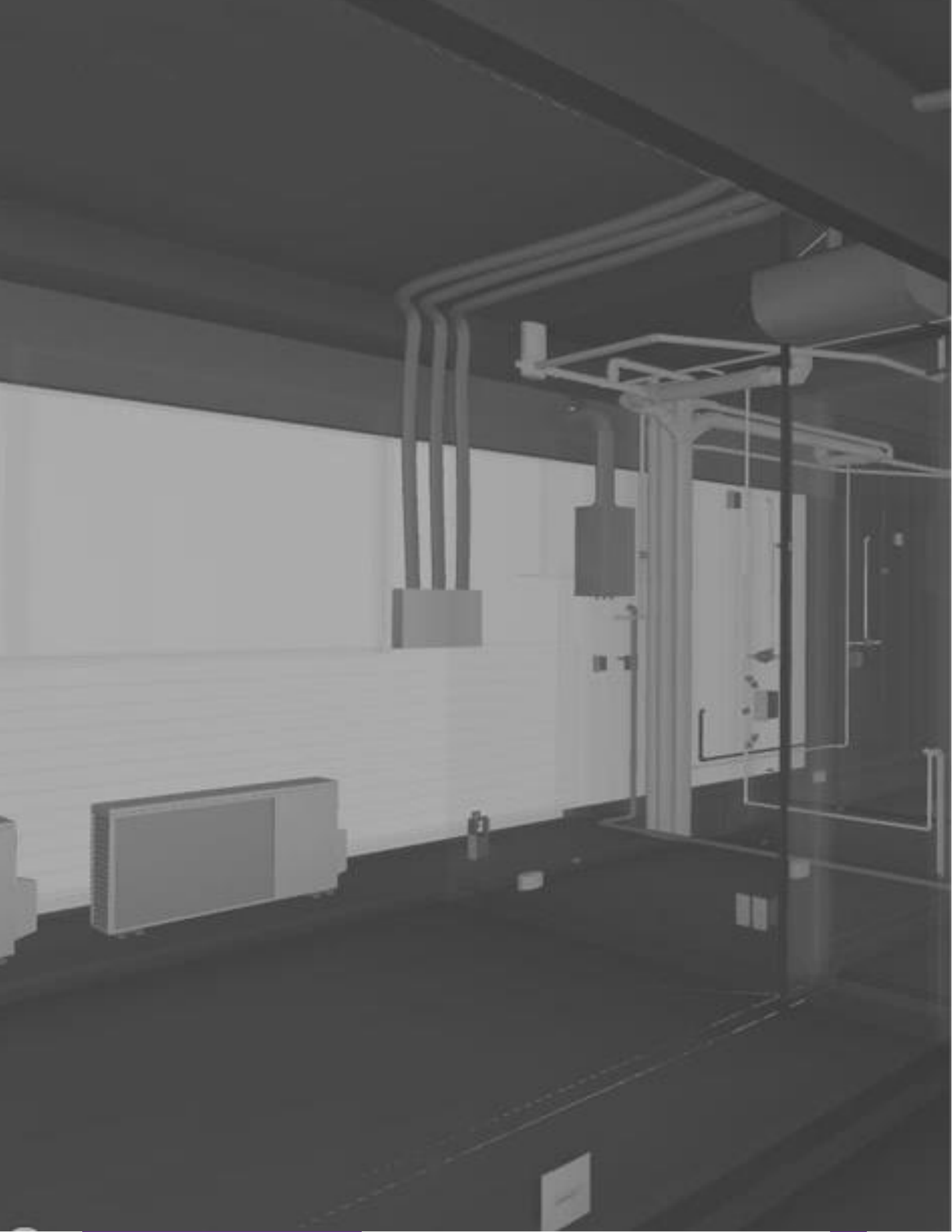
Nível de desenvolvimento e Nível de Detalhe estão ligados intimamente, pois **não adianta ter um elemento com alto nível de detalhe gráfico e baixo nível de desenvolvimento**. Não importa o quão realista seja o elemento, se não contém as informações pertinentes a ele. Apesar de apresentarem a mesma sigla, a diferença é que o nível de detalhe representa a quantidade de elementos gráficos impostos a determinados elementos e informações geradas que serão agregadas.

Segundo a Penn State, os níveis de detalhe são categorizados conforme: A – Tamanho real e localização, inclusão do material e demais parâmetros; B – Tamanho geral e localização, com inclusão de dados paramétricos; C – Apenas tamanho. O protocolo BIM do Reino Unido, categoriza em: G0 – Apenas forma esquemática, G1 – Forma de concepção, G2 – Definição do modelo e G3 – Modelo Renderizado/Realístico.

Figura 5: demonstração de Lod

LEVEL OF DETAIL			
G0	G1	G2	G3
			
Esquemático	Concepção	Definição do Modelo	Renderizado/Realístico
DESCRIÇÃO:	DESCRIÇÃO:	DESCRIÇÃO:	DESCRIÇÃO:
Cadeira	Cadeira de escritório	Cadeira de escritório, com rodas e apoio de braços	Cadeira de escritório, com rodas e apoio de braços
Largura:	Largura:	Largura:	Largura:
-	70 cm	70 cm	70 cm
Profundidade:	Profundidade:	Profundidade:	Profundidade:
-	45 cm	45 cm	45 cm
Altura:	Altura:	Altura:	Altura:
-	100 cm	100 cm	100 cm
Fabricante:	Fabricante:	Fabricante:	Fabricante:
-	-	"Fulano Company"	"Fulano Company"
Modelo:	Modelo:	Modelo:	Modelo:
-	-	XYZ ECO 15	XYZ ECO 15

Fonte: adaptado de Practicalbim.net (2013)



5. Compatibilização



5

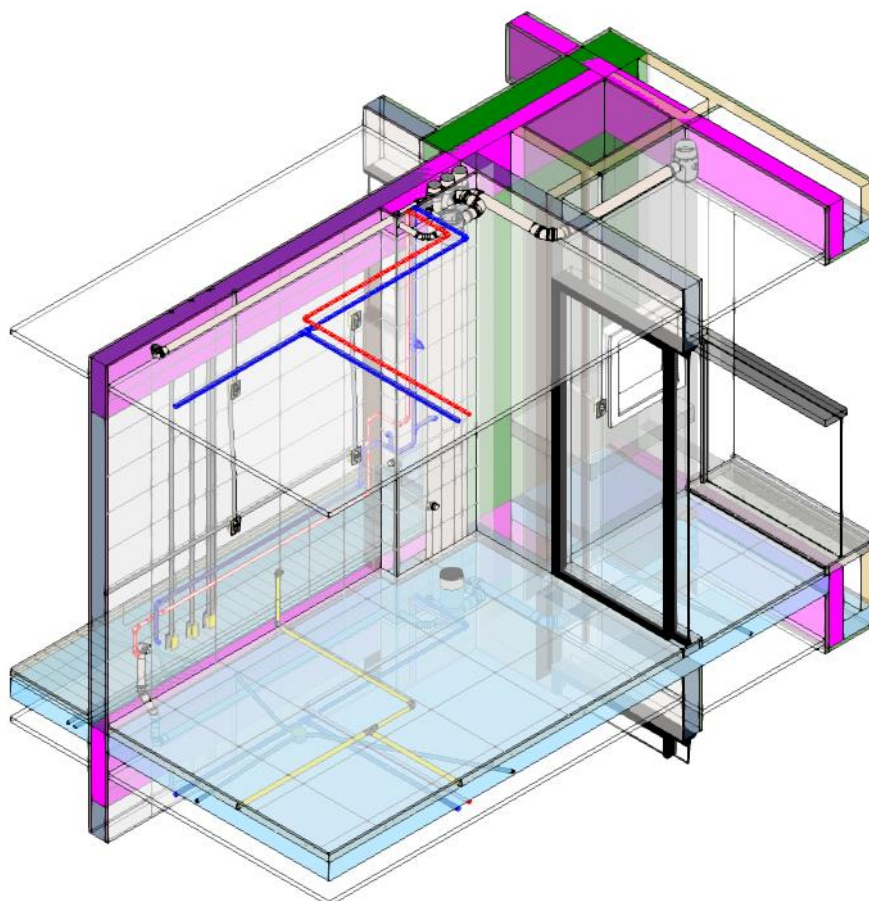
COMPATIBILIZAÇÃO

“Com o uso do BIM, a centralização das informações facilita a colaboração de todos os profissionais e o reconhecimento dos possíveis problemas através do modelo BIM (...)”

Comparando com a forma atual de desenvolvimento de projetos, a compatibilização foi altamente valorizada com o desenvolvimento dos projetos no conceito BIM. Com o uso do CAD⁵, por exemplo, o desenvolvimento de projeto é feito de modo dependente e descen-

estabelecendo uma condição linear de desenvolvimento. A troca de informações acontece principalmente nas etapas finais, o que faz da compatibilização uma atividade com muitas variáveis, fragmentando a coordenação entre projetos levando a perda de

Figura 6: exemplo de compatibilização 3D



Fonte: MD Plan Arquitetura

tralizada. O projeto hidrossanitário, por exemplo, depende do estrutural, que por sua vez precisa do arquitetônico,

informações. Em decorrência deste fato a compatibilização é diretamente afetada, sendo mais demorada e não sa-

⁵ Computed aided design

tisfatória. Com o uso do BIM, a centralização das informações facilita a colaboração de todos os profissionais e o reconhecimento dos possíveis problemas através do modelo BIM, que se torna visual e intuitivo. Na integração dos modelos é possível utilizar a tecnologia a favor do desenvolvimento de projetos, para encontrar conflitos que

tes era descoberta muitas vezes somente em obra, no desenvolvimento em BIM passa a ser discutida já no início do projeto, antecipando tomada de decisões para lançamento correto dos dados. Essa necessidade faz com que seja criado um plano de execução do modelo BIM, uma referência para desenvolvimento do modelo, com carac-

Figura 7: visualização de interferência entre elemento estrutural e hidráulico



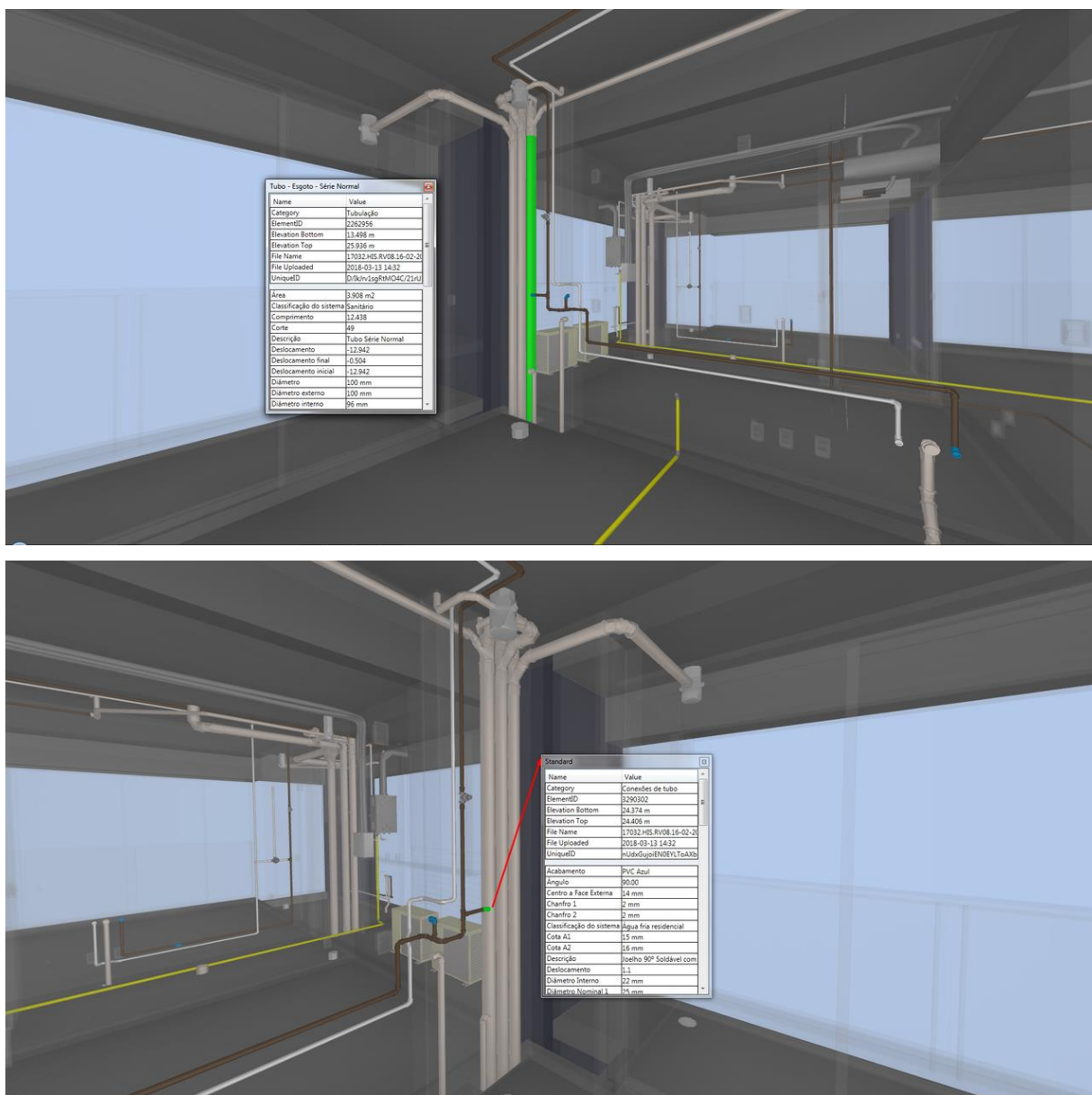
Fonte: MD Plan Arquitetura

surgem na junção dos projetos e facilitar a resolução dos problemas com uma solução viável para todos os envolvidos. O BIM, além de facilitar a integração entre disciplinas de projeto e aprimorar a compatibilização, também serve como uma ferramenta que pode orientar a execução da obra, garantindo que as decisões tomadas no desenvolvimento e compatibilização cheguem até as mãos do construtor. Uma compatibilização acompanhada de uma boa propriedade de informações pode evitar muitos ajustes e retrabalhos indesejados que ocorrem em obra, o que reduz diretamente e indiretamente o custo global do empreendimento. A complexidade da compatibilização, que an-

terísticas que definem o nível de detalhamento, os tipos de materiais, as dimensões e formas construtivas usualmente utilizadas pela construtora, entre outras. Além de servir como um documento guia para os projetistas, também é uma referência de validação do modelo, quando o mesmo é recebido pela construtora.

Na modelagem de um projeto em BIM o principal fator está na qualidade das informações, **quanto maior a qualidade da informação que é inserida no modelo, melhores serão os resultados**, tanto na compatibilização quanto na documentação extraída do modelo.

Figura 8: seleção de um elemento 3D e visualização de informações



Fonte: MD Plan Arquitetura

6. Documentação

6

DOCUMENTAÇÃO

“O BIM traz uma nova dinâmica de uso, com ferramentas que otimizam e eliminam lentidões nos processos que utilizem os documentos.”

6.1 Documentação

Para início de qualquer obra é preciso a permissão dos órgãos públicos, dada através dos vários documentos contidos em um empreendimento. Além da documentação pública, como alvará e licença de instalações, temos contratos de prestação de serviço, controle de compras, projetos e muitos outros. A maneira que estes itens se comportam, desde o início dos projetos até o final da construção, tem bastante impacto no tempo e qualidade dos processos. Apesar da necessidade legal da posse física de alguns desses papéis, como alvarás e habite-se, é perdido muito tempo tanto na organização quanto em sua utilização. O BIM traz uma nova dinâmica de uso, com ferramentas que otimizam e eliminam lentidões nos processos que utilizem os documentos.

6.2. Como é atualmente

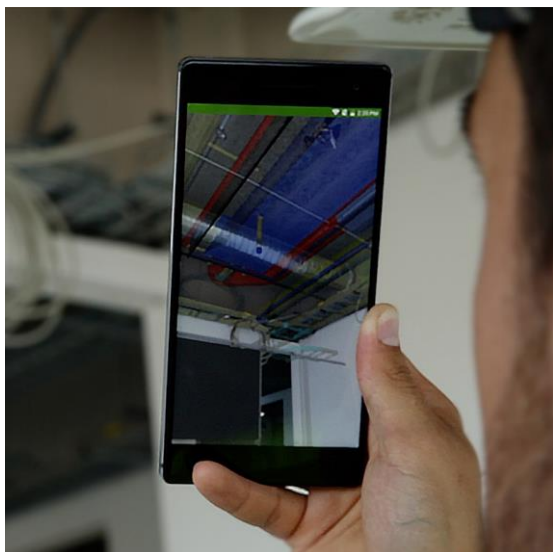
Hoje as construtoras acabam por contratar profissionais distintos que tentam trabalhar em sincronia. Cada disciplina é entregue conforme um padrão pré-estabelecido pela construtora, os arquivos são em sua maioria bidimensionais e fabricados na plataforma CAD. Cada disciplina / projeto complementar é desenvolvida com base no ar

quitetônico e, na medida do possível, em outras disciplinas. As pranchas são entregues impressas e em arquivos, juntamente com memorial descritivo.

Com BIM, os projetos são entregues de maneira digital, porém os processos quanto ao armazenamento e utilização dos arquivos digitais não estão satisfatoriamente definidos. Isso faz com que as documentações impressas assumam uma grande importância neste processo. Papéis como pranchas executivas, apesar de ainda serem em sua maioria impressas, podem obter maior nível de qualidade e clareza. **Detalhes construtivos, como trechos de tubulações e fachadas, são retirados diretamente do modelo 3D**, combinando diversas disciplinas e acrescentando informações importantes na prancha, ao mesmo tempo que facilita sua leitura.

Nas etapas iniciais de projeto, documentos como escopo e projeto básico tem maior exatidão em relação ao empreendimento final já que o BIM possui uma abordagem diferente no desenvolvimento de projetos. Este fato se amplia para itens como quantitativos e compatibilização, que são inerentes aos processos BIM, contribuindo muito para a qualidade final do conteúdo.

Figura 9: uso de *smartphones* em obra



Fonte: Dalux (2018).

No ambiente de obra, são impressas muitas pranchas e documentos, assim versões atualizadas e defasadas são facilmente confundidas, além do tempo que é perdido pela organização e controle destes itens. O BIM traz uma nova alternativa nesta situação, possibilitando colocar estes documentos na nuvem.

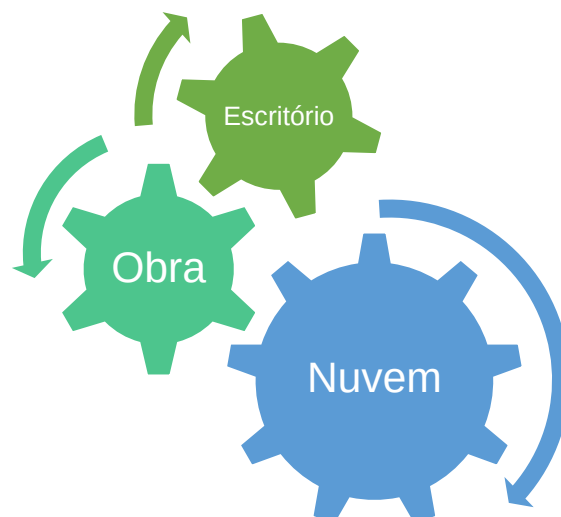
O funcionário, com permissão de acesso, poderá utilizar computadores, tablets ou semelhantes para consultar as versões atualizadas destes arquivos. Assim se pode manipular o modelo 3D de acordo com a necessidade, que por consequência evita impressões desnecessárias, agiliza a solução de problemas e aumenta o controle de qualidade na execução

6.3 Perspectiva de futuro

O nível de digitalização da documentação dependerá da maturidade BIM de cada empresa. A medida que os colaboradores das empresas se acos-

tumarem a utilizar as tecnologias disponíveis, a tendência é que se utilizem mais os documentos virtuais em detrimento aos documentos físicos impressos. Em um nível mais avançado de processos BIM a obra estará interligada com o escritório, tendo todos os arquivos pertinentes sincronizados com o banco de dados da empresa, para uso e visualização através de computadores, tablets, smartphones e até óculos de realidade virtual.

Figura 10: relação entre diferentes setores



Fonte: Autores

Figura 11: uso de tablet no canteiro de obras



Fonte: Xplore (2018)

Outra tendência é a possibilidade de atrelar os documentos como alva-rás, medições, diários de obra, escrituras, licenças, ART's/ RRT's⁶, projetos legais, devidamente assinados e carimbados, ao Modelo 3D e seus elementos. Tudo ao alcance da mão a qualquer momento.

Figura 12: comparação entre documentos impressos e digitais



Fonte: Autores

⁶ Anotação de responsabilidade técnica / Registro de responsabilidade técnica

7. Apresentação em obra



7

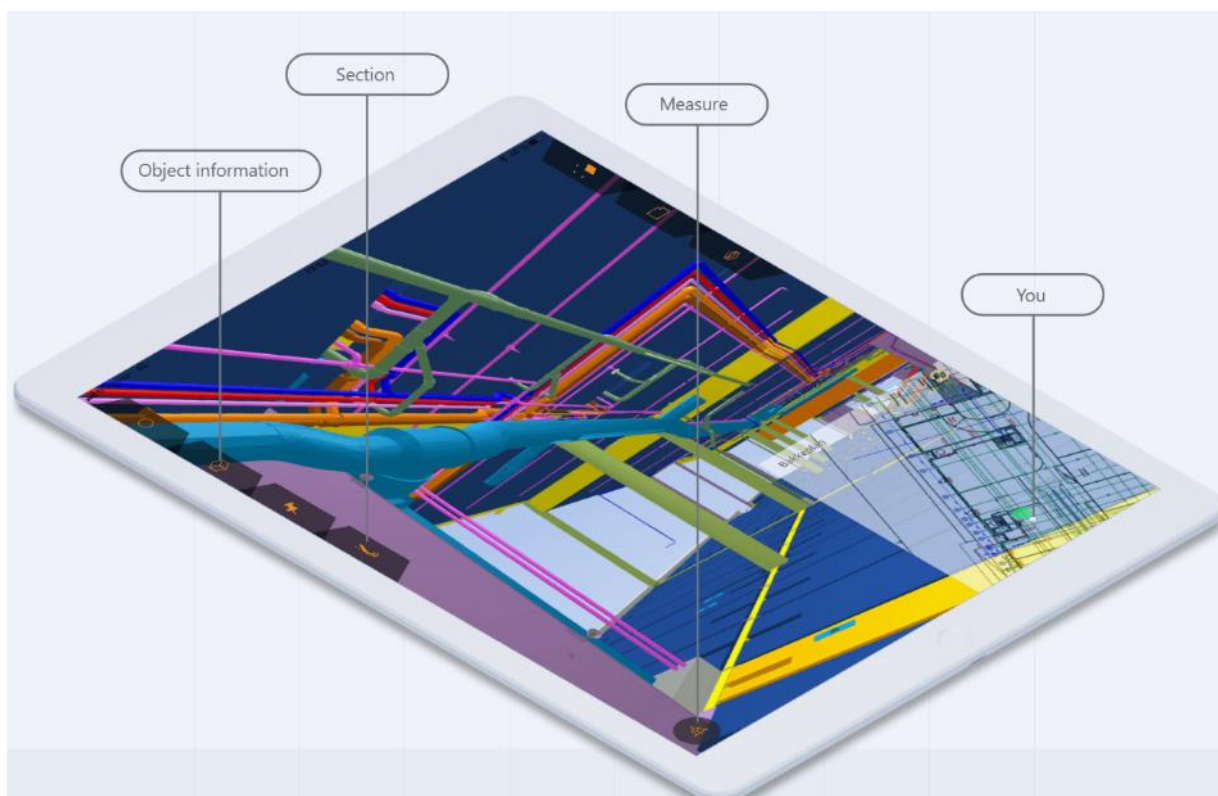
Apresentação em obra

“Aplicativos (...) permitem acesso a documentação completa, visualização dos modelos 3D e informações específicas de elementos construtivos.”

Entrar na obra apenas com um tablet, todos os projetos e informações de materiais acessíveis, é possível na plataforma BIM. Ela surge com o objetivo de otimizar e integrar todos os processos. Mas o que essa tecnologia pode agregar na obra?

obras. O cronograma do empreendimento se torna mais assertivo, produtivo e menos oneroso. Também pode-se prever a necessidade de materiais a partir de planejamento de compras, previsão de locais para depósitos e equipamentos.

Figura 13: tablet com modelo BIM



Fonte: <https://streambim.com/>

Com o BIM 4D é possível prever situações de conflito, planejar e melhorar a logística do canteiro no decorrer do processo construtivo. Com essa ferramenta o planejamento será otimizado, muitos problemas serão previstos e solucionados antes do canteiro de

Aplicativos como BIM 360™, TwinBIM™ e BIMx™, disponíveis para dispositivos móveis, permitem acesso a documentação completa, visualização dos modelos 3D e informações específicas de elementos construtivos. A informação necessária para cada tarefa é

Figura 14: funcionário utilizando tablet para coletar informações



Fonte: <http://blogs.autodesk.com/mundoaec/autodesk-expande-sua-atuacao-no-mercado-de-construcao-com-o-aplicativo-bim-360-layout/>

levada para o canteiro de obras, substituindo as inúmeras pranchas de papel. Com isso é possível acompanhar planejado versus executado, evitar erros e desperdícios. Um dos maiores benefícios é o compartilhamento de dados, que facilita a comunicação e torna os resultados mais efetivos.

Segundo matéria da Revista Pini, em 2012 uma pesquisa realizada pela McGraw-Hill Construction com empresas que atuam no segmento de empreendimentos relacionados à infraestrutura e que já inseriram o conceito BIM em alguns de seus projetos, mostrou as seguintes porcentagens de redução:

- 22% no custo de construção
- 33% no tempo de projeto e execução,
- 33% nos erros em documentos,
- 38% de reclamações após a entrega da obra ao cliente
- 44% nas atividades de retrabalho

De forma geral, o BIM vai trazer inúmeros ganhos para a obra, como: acelerar a tomada de decisão em caso de alterações e visualização rápida de inconsistências. Hoje com a competição entre as construtoras cada vez mais acirrada o BIM se torna essencial para se manter no mercado.



8. Planejamento e controle da informação



8

Planejamento e controle da informação

“Todas as etapas são representadas por animações na tela, ajudando de modo intuitivo os construtores/planejadores no planejamento e gerenciamento do empreendimento.”

A construção civil é um mercado extremamente competitivo e exigente, onde o planejamento se torna cada vez mais uma necessidade, e a falta deste ocasiona impactos financeiros e atrasos nas obras. O grande desafio dos construtores é antecipar todos os cenários de uma construção, podendo as-

obra. Aprendemos que um dos principais ganhos com BIM é o aumento da qualidade dos projetos. Através das informações inseridas no modelo, por consequência também temos consistência nos resultados gerados. Além de elaboração de projeto, o BIM é uma excelente ferramenta para o planeja-

Figura 15: captura de tela do Software Navisworks



Fonte: Cadpoint.co.uk

sim, de maneira estratégica, comprar e utilizar materiais, alocar mão-de-obra, e até mesmo antecipar as etapas de

mento de obras. Como as informações inseridas nos projetos devem ser precisas, pode-se gerar tabelas de quantita-

tivos de materiais com grande assertividade. Se o construtor possui um cronograma elaborado em um software como o MS Project, podemos interligar este cronograma com os elementos 3D do projeto, gerando uma simulação gráfica do processo de construção.

maior quantidade de informações, diminuindo dúvidas, eventuais modificações de projeto, aumentando a produtividade ao mesmo tempo que reduz o retrabalho e otimiza a comunicação entre todos os envolvidos. Como ferramenta para gerenciamento das atividades

Figura 16: comparativo entre projetado e executado.



Fonte: MD Plan Arquitetura

8.1 BIM 4D

Quando integramos os modelos projetados com o planejamento, o modelo 3D se torna “animado”. Todas as etapas são representadas por animações na tela, ajudando de modo intuitivo os construtores/planejadores no planejamento e gerenciamento do empreendimento. Além disto, é possível integrar o planejamento com o canteiro de obras, simulando as diferentes configurações das instalações (alocações de materiais, guias e outros equipamentos), possibilitando mudanças de logística de forma mais eficiente. Utilizando o BIM 4D, a fase de construção dos empreendimentos possuirá uma

des, os softwares BIM 4D permitem que a empresa construtora alimente o modelo com datas reais de execução, permitindo a comparação entre o planejado e o executado através da visualização 3D.

8.2 BIM 5D

Um fator que exerce grande influência em todo o ciclo de vida de um empreendimento é o custo, responsável por ditar as decisões desde o início da fase de projeto, execução da obra, sua finalização e pós-entrega. Uma dificuldade recorrente nas construções é saber quais serão os custos envolvidos

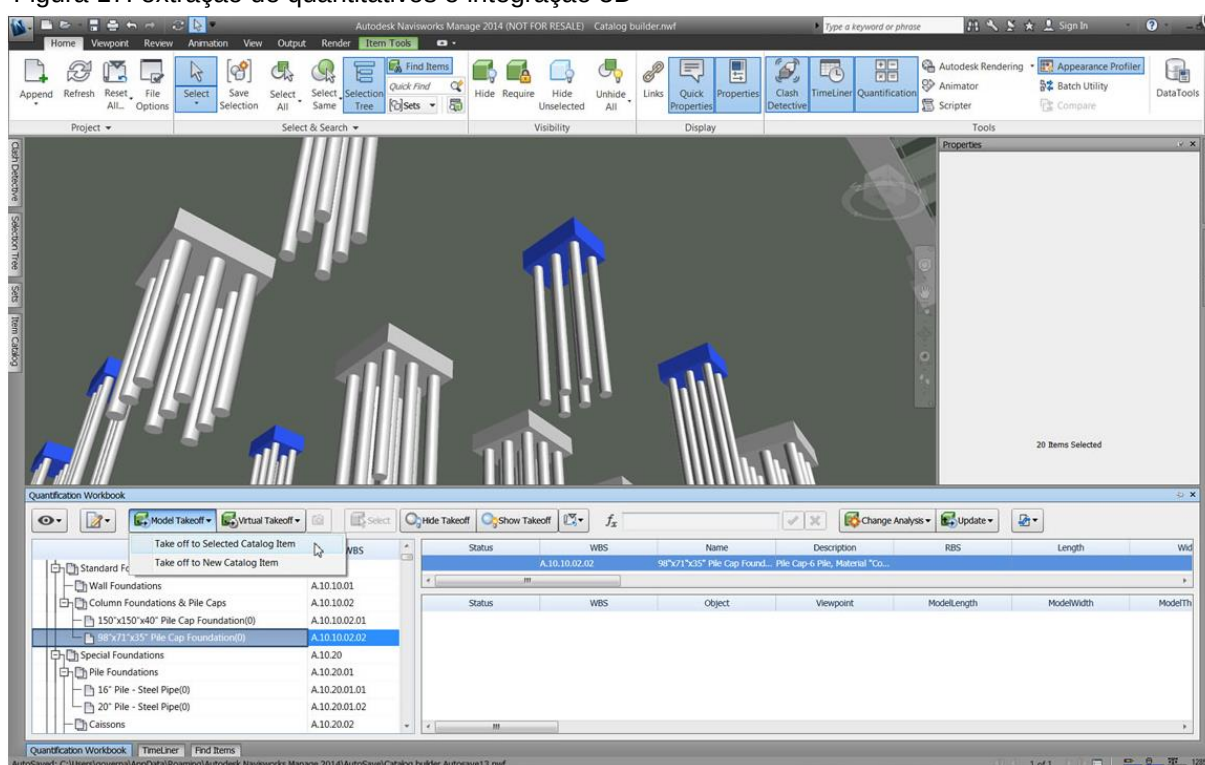
Planejamento e controle da informação

em materiais e mão de obra, gerando muitas vezes problemas financeiros e aditivos de contrato, principalmente em obras públicas. Através do BIM, é possível gerar tabelas de quantitativos de materiais de forma rápida, facilitando o trabalho do setor de compras de construtoras, assim os orçamentos de mão de obra também se tornarão mais precisos. Se aplicado de forma avançada, o BIM permitirá que o modelo seja conectado diretamente a um software de estimativas, que possuem bancos de dados de custos.

Assim, em qualquer mudança de projeto, será possível visualizar os impactos financeiros de forma automatizada e rápida. Para que seja pos-

sível este nível avançado de trabalho, é de vital importância que os projetos sejam modelados de forma detalhada, e que os construtores se adaptem, através de cursos e testes de modelagens, obtendo orçamentos precisos e mais próximos à realidade. Muitos softwares presentes no mercado possuem conexão com bases de preços como SINAPI⁷ e TCPO⁸.

Figura 17: extração de quantitativos e integração 5D



Fonte: Autodesk

⁷ Sistema nacional de preços e índices para a construção civil

⁸ Tabela de composição de custos de obra





9. As Built

9

As Built

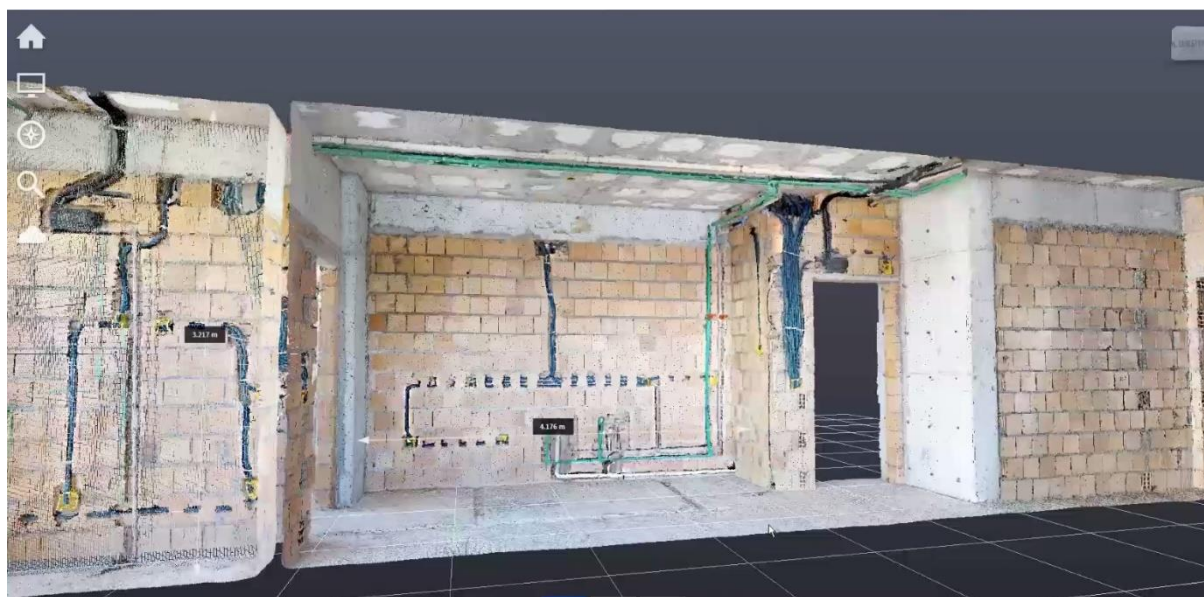
“Graças à tecnologia, os levantamentos e medições de obra deixaram de ser tarefas tediosas e longas (...) passaram a serem feitos de forma muito precisa (...)”

Em uma situação ideal não haveria necessidade de elaboração de projetos “as-built”, ou “como construído”, em obras cujos projetos tenham sido elaborados em BIM. Se todos os componentes da construção foram cuidadosamente modelados em três dimensões, alimentados com informações que foram discutidas e validadas por projetistas, clientes e executores, poderíamos assumir que a obra prova-

alterações durante a execução são inexistentes. Seriam essas afirmações possíveis, assumindo o atual contexto da produção de edificações?

O objetivo desta reflexão é nos conduzir a entender a importância de integrar o BIM ao canteiro de obras e não ter seu ciclo encerrado com a entrega dos projetos executivos. Os modelos BIM, nos fornecem informações que, para serem realmente úteis para a

Figura 18: modelo 3D originado de escaneamento laser



Fonte: MD Plan Arquitetura / Tour Interativo Union3D

velmente será o retrato fiel do que foi planejado. Ao tomarmos isso como verdade, estamos admitindo que o processo construtivo – na maior parte artesanal – é a prova de falhas, bem como

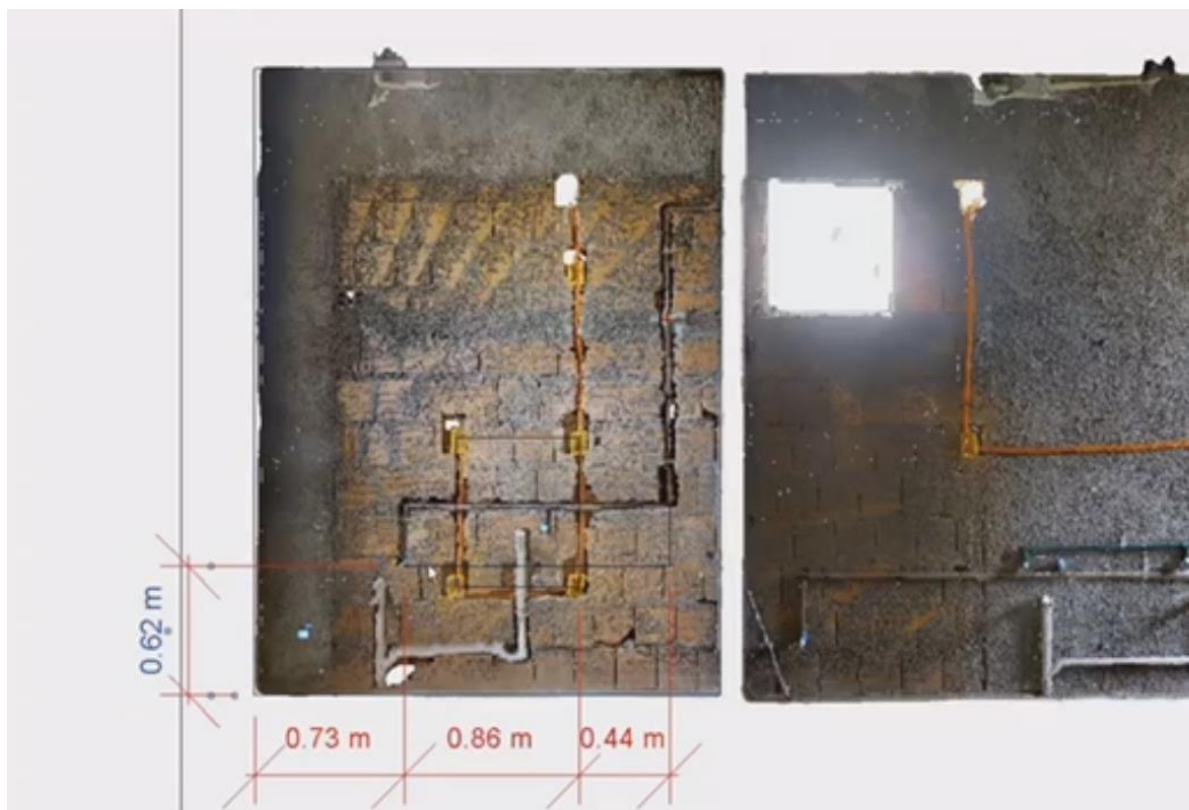
engenharia e compensatórios para o cliente, devem ser retroalimentados como qualquer outra referência ou benchmark⁹ do controle de qualidade. Ao compararmos o projetado X realizado podemos enxergar eventuais “furos”,

⁹ Padrão; Modelo

sejam eles de projeto ou execução, e promover as melhorias necessárias. Aos projetistas e ao executor, cabem identificar essas inconformidades e relatá-las ao cliente para auxiliar na tomada de decisão. Se as diferenças forem propositais, como alterações de projeto, o modelo em BIM pode e deve ser atualizado conforme ocorram as alterações, assim o projeto “as-built”,

ners” são como câmeras que “capturam” o ambiente construído e o convertem para um modelo virtual 3D, num formato de arquivo compatível com a maioria dos softwares BIM. Desta forma, é possível sobrepor o modelo projetado em BIM com o modelo efetivamente construído, com precisão milimétrica.

Figura 19: coleta de informações a partir de escaneamento *in loco*



Fonte: MD Plan Arquitetura / Tour Interativo Union3d

concluído junto com a obra, servirá então como importante base de dados para o pós-obra e usuário final.

Graças à tecnologia, os levantamentos e medições de obra deixaram de ser tarefas tediosas e longas, delegadas a estagiários munidos de pranchetas e trenas, passaram a ser feito de forma muito precisa com o auxílio de novos equipamentos. Os “laser scan-

A principal aplicação desse escaneamento laser, mundialmente falando, tem sido em edificações do patrimônio histórico, para preservar detalhes arquitetônicos em um arquivo 3D virtual. No caso de deterioração ou danos acidentais, a reposição ou reconstrução ficam facilitadas. Em segundo lugar, as indústrias enxergaram uma possibilidade de prever a alteração de suas plantas fabris a qualquer tipo de altera-

ção. Na construção civil, esta tecnologia é a que mais tem crescido dentre as principais inovações relacionadas ao setor. Ela permite que os projetistas BIM verifiquem, com auxílio de softwares específicos, onde estão os “furos”.

Por exemplo: pode-se identificar a espessura de uma parede de alvenaria que está diferente da projetada, ou uma tubulação que está passando alguns centímetros afastada do local planejado. Essas diferenças, mesmo que pareçam pequenas, podem ocasionar divergências imensas na orçamentação. Outra possibilidade do escaneamento é a geração da documentação pós obra. Visto que a obra executada fica preservada em ambiente virtual, pode-se utilizar o modelo como complemento ao relatório de vistoria de entrega ao usuário. Por exemplo, no caso de dúvidas futuras sobre o estado de entrega de qualquer detalhe de acabamento, pode-se acessar e comprovar por meio de uma imagem de alta definição, datada, o real estado da peça.

Este mesmo modelo pode ser disponibilizado ao usuário final num formato “amigável” e facilmente acessado por smartphones e intuitivos na sua utilização, que adota o sistema de “tour virtual 3D”, que a maioria dos usuários já estão familiarizados.

A integração com o BIM permite inserir informações importantes nessa interface como, por exemplo, a especificação de materiais e produtos. Pode-se fazer constar nome de fabri-

cantes, prazos de garantia e telefones de contato. O objetivo é encurtar o caminho da comunicação entre o usuário e o responsável de fato por qualquer componente da construção. Por fim, podemos atestar que o BIM está promovendo uma revolução sobre o que conhecíamos sobre projetos “as-built”. Assim como nas etapas de criação e coordenação em BIM, o valor real do serviço/produto contratado está cada vez menos físico (impresso), e mais concentrado em ambiente virtual, compartilhado. Porém, o volume de informações adicionados incomparavelmente maior.

10. Benefícios



“(...) BIM permite que as equipes colaborem e se comuniquem de maneira mais eficaz. Ao dedicar mais tempo e esforços para aplicar boas práticas e soluções ao projeto ainda nas fases iniciais (...)”

Há muitos benefícios e possibilidades existentes no uso do BIM, tanto para os proprietários quanto para as equipes de projeto. A tecnologia BIM possibilita captar e organizar o máximo de dados de uma obra e seus processos, assim aumenta a colaboração e troca de informações entre engenheiros, arquitetos, construtores e demais participantes. Com tal interação são reduzidos os erros e modificações em obra, o processo de entrega se torna mais eficiente e confiável ao mesmo tempo que tem seu custo e tempo reduzidos.

Atualmente, o BIM é reconhecido como uma metodologia inovadora que pretende modernizar a indústria da AEC¹⁰. Seu conceito geral visa proporcionar uma metodologia de elaboração de projetos, integrada a uma série de tecnologias, políticas e processos colaborativos de apoio a gestão de projetos de construção. Através de um modelo digital é possível construir e gerenciar virtualmente o projeto durante todo o seu ciclo de vida.

10.1 Concepção

Análises de viabilidade e design conceitual, permitem elaborar estudos preliminares mais precisos, o que melhora a compreensão das ideias que

norteiam a edificação. Uma das funcionalidades do modelo tridimensional é a maior aproximação à realidade, possibilitando visualização exata do que está sendo projetado, por mais complexa que seja. Este recurso torna possível detectar conflitos durante o processo de desenvolvimento dos modelos, permitindo verificar erros em ligações, sobreposição e omissão de elementos, assim como confrontar as informações de diferentes disciplinas de projeto para eliminar interferências.

A detecção de conflitos redução de riscos ainda nas fases iniciais do projeto consiste em prever e rever soluções, assim se evita retrabalhos, garante maior qualidade das informações e do controle dos custos da obra. Os modelos também são capazes de realizar extração de quantidades e materiais do modelo. Essa função traz consistência, precisão e agilidade de acesso as informações, além de possibilitar a integração tanto com sistemas de orçamentação quanto com softwares de planejamento e controle. O processo de extração de quantidade é, na sua maioria, resultado direto do que foi modelado no projeto.

¹⁰ Arquitetura, engenharia e construção

10.2 Planejamento, construção e operação

A possibilidade de poupar tempo e dinheiro é, incontestavelmente, uma grande vantagem da implementação da metodologia BIM. Apesar de sua existência relativamente curta o BIM se tornou inestimável para os construtores, especialmente durante a fase de planejamento. Esse crescimento é alimentado pela constatação de maiores chances de evitar erros e problemas durante a construção, aumentando a produtividade, evitando conflitos e melhorando o desempenho tanto no cronograma quanto no orçamento. O planejamento 4D concentra-se em vincular os modelos 3D ao tempo.

A visualização das etapas usando o BIM 4D, se combinada com outros métodos de planejamento, facilita a comunicação e as tomadas de decisões. A elaboração de um modelo 3D durante as fases iniciais do projeto pode evitar as inconveniências em todo o seu ciclo de vida permitindo uma melhor gestão dos processos construtivos através da detecção antecipada de potenciais erros e omissões do projeto. Trata-se de uma poderosa plataforma de visualização e comunicação que pode dar à equipe de projeto, incluindo o proprietário, uma melhor compreensão das etapas e planos de construção, muito antes de qualquer coisa ser construída.

Se o planejamento 4D for usado com sucesso, essa ferramenta será

comprovadamente um ativo valioso em termos de tempo e custo. Ele pode reduzir o gasto de tempo no retrabalho, pois o modelo pode agregar todas as informações necessárias em uma única fonte e identificar os conflitos de tempo imprevistos antes, minimizando o custo. Portanto, BIM 4D é uma condição direta e imperativa para o BIM 5D que incorpora custos. As mudanças de planejamento podem ser rapidamente incorporadas no modelo e então simuladas para análise e revisão. É possível vincular dados de custo ao planejamento, no entanto a precisão de um orçamento depende das informações contidas no modelo, logo quanto maior for o nível de detalhamento do projeto maior será o grau de precisão das informações dele extraída.

Todos os benefícios citados ajudam a seguir o cronograma, organizar as compras, fazer orçamentos, gerenciar a mão de obra, vender o projeto para o cliente entre outras vantagens.

10.3 Construção

Ao reunir todos os documentos de um projeto em uma única visão, o BIM permite que as equipes colaborem e se comuniquem de maneira mais eficaz. Ao dedicar mais tempo e esforços para aplicar boas práticas e soluções ao projeto ainda nas fases iniciais, logo, no momento da construção se reduz as remediações de problemas decorrentes justamente da falta de revisão de

projeto. De modo que o tempo de execução da obra pode ser reduzido, melhorando a eficiência no canteiro de obras uma vez que muitos dos problemas que apareceriam no decorrer da execução serão resolvidos durante a fase de projetos. Além disso é possível criar uma simulação do canteiro de obra a fim de prever as melhores áreas de armazenamento de materiais, acessos ao canteiro e posicionamento de equipamentos. Os modelos podem incluir componentes temporários da construção como: grua, caminhão betoneira, guindastes, instalações do canteiro e outros equipamentos necessários. Os modelos são excelentes recursos para operações de manutenção e conservação. O fato de toda a informação relativa à edificação estar acessível através de um só local aumenta a fiabilidade, rapidez e precisão na consulta da informação.

EASTMAN, C et al. **Manual de BIM**: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporadores. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ACONTECE IMOBILIÁRIOS. **Por que o BIM é a mais importante inovação na construção civil?**. 2017. Disponível em:
<<http://www.aconteceimobi.com/3/importancia-do-bim-para-construcao-civil>>. Acesso em: 01 de maio 2018

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 389 f. Tese (Doutorado em engenharia de construção civil e urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia Simultânea: qual é a melhor solução?**. Gestão & Tecnologia De Projetos, São Paulo, v. 3, n. 1, 2008. Disponível em:
<<http://www.iau.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/63>>. Acesso em: 20 de abril de 2013.

NAKAMURA, Juliana. **Construtoras apostam no BIM 4D para melhorar assertividade do planejamento de obras**. 2014. Disponível em:
<<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/213/construtoras-apostam-no-bim-4d-para-melhorar-assertividade-do-planejamento-335226-1.aspx>>. Acesso em: 01 de maio de 2018.

DURANTE, Fábio Kischel. **O uso da metodologia BIM (building information modeling) para gerenciamento de projetos**: Gerente BIM. 2013. 106 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia civil) – Faculdade de engenharia civil, Universidade estadual de Londrina, Londrina, 2013.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso Carlos. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. 2008. - Unicamp, Universidade de Estadual de Campinas, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO_2008.pdf>

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Coletânea de Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**: Volume 2 – Implementação BIM. Brasília: CBIC, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Coletânea de Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**: Volume 3 – Colaboração e integração BIM. Brasília: CBIC, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Coletânea de Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**: Volume 5 - Formas de contratação BIM. Brasília: CBIC, 2016.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. **GUIA 1 – Processo de Projeto BIM**. Brasília: ADBI, 2017.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. **GUIA 4 – Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia**. Brasília: ADBI, 2017.

RADUNS, Caroline; Pravia, Zacarias. BIIM: o BIM da infraestrutura: Os benefícios da adoção do Building Information Modeling (BIM) às fases de projeto, execução, operação e desativação de empreendimentos horizontais. **Infraestrutura Urbana**, v. 30. Set. 2013. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/30/biim-o-bim-para-obras-de-infraestrutura-os-beneficios-294311-1.aspx>> Acesso em: 18 jun. 2018.

BIM - Um salto na engenharia de projetos. In: Engenharia de Projetos. **Blog engenharia de projetos**. Joinville, 16 nov. 2016. Disponível em: <<http://blogengenhariadeprojetos.blogspot.com/2016/11/bim-um-salto-na-engenharia-de-projetos.html>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

MATCON SUPPLY. Tecnologia no canteiro de obras: Entenda mais sobre o sistema BIM. Disponível em: <<http://matconsupply.com.br/tecnologia-no-canteiro-de-obras-entenda-mais-sobre-o-sistema-bim/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

BAIA, Denize Valéria Santos. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BIOTTO, Clarissa Notariano; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. **Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente construído, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, junho. 2015.

AZEVEDO, Orlando José Maravilha de. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras**. 2009. 114 f. Dissertação (mestrado em reabilitação, sustentabilidade e materiais de construção) - Escola de engenharia civil, Universidade do Minho, Minho, 2009.

POÇAS, Ana Rita Fernandes. **Planeamento e controlo de projetos de construção com recurso ao BIM**. 2015. 147 f. Dissertação (mestrado) – Escola de engenharia, Universidade de Minho, Minho, 2015.

DOMAIN FRIENDLY. **Domain sales report for September 8, 2017. Top transaction was Maihao.com sold for \$24501**. Disponível em: <<https://domainfriendly.com/domain-sales-report-for-september-8-2017-top-transaction-was-maihao-com-sold-for-24501/>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

SELCUK CIDIK, Mustafa. **What dos the “I” in BIM mean?**. 2014. Disponível em: <<http://blogs.bcu.ac.uk/bsbe/what-does-the-i-in-bim-mean/>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

LEBSON, Cory. **Strategies for successful UX freelancers**. 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/learning/strategies-for-successful-ux-freelancers/keeping-your-freelance-pipeline-full>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

BALLARD, John-Paul. Teaching techniques: Writing effective learning objectives. 2016. Disponível em: <<https://www.lynda.com/Higher-Education-tutorials/Write-Effective-Learning-Objectives/441605-2.html>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

CONSTRUCTION MANAGER MAGAZINE. **Danes launch first augmented reality app for mobiles**. 2017. Disponível em: <<http://www.constructionmanagemagazine.com/technology/danish-firm-launches-first-augmented-reality-app-m/>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

CARDIAL, Ricardo. **Apresentação BIM 360 Team e Collaboration for Revit**. 2016. Disponível em: <<http://autocad-revit-arquitetura.typepad.com/revitplus/2016/10/apresenta%C3%A7%C3%A3o-bim-360-team-e-collaboration-for-revit.html>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

CONSTRULIGA. **Projetar em BIM é muito mais do que desenhar em 3D!**. 2017. Disponível em: <<https://www.construliga.com.br/blog/projetar-em-bim-mais-que-desenhar-em-3d/>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

CONSTRUÇÃO LATINO AMERICANA. **BIM na Colômbia**. 2018. Disponível em: <<https://www.construcaolatinoamericana.com/bim-na-colombia/132128.article>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

ARCHDAILY. **How do you know if BIM is worth the investment for your firm?**. 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/793443/how-do-you-know-if-bim-is-worth-the-investment-for-your-firm>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

BUILTWORLDS ONE. When 3D laser scanning meets 3D printing|AEC Hackathon – Chicago. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=emZRByVI520>>. Acesso em: 11 de julho de 2018.

McPhee, Antony. **What is this thing called LOD**. 2013. Disponível em: <<http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>>. Acesso em: 06 de agosto de 2018.

AEC (UK). **AEC (UK) BIM Protocol: Version 2.0** - Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and construction industry. AEC (UK), 2012.