



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL**

LUAN ALVES DE SOUZA

METODOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

BARBACENA/MG

2020

LUAN ALVES DE SOUZA

METODOLOGIA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do centro universitário Presidente Antônio Carlos – UNIPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Profa. Ma. Deysiane Antunes Barroso Damasceno.

BARBACENA/MG

2020

*Dedico este trabalho a todos que contribuíram direta
ou indiretamente para minha formação acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar pela caminhada.

Agradeço aos meus pais que deram o melhor pra eu me tornar o que sou hoje.

Agradeço a todos aqueles que estiveram ligados de alguma forma a minha evolução, tanto profissional como humana.

RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) vem representando um passo importante na construção civil. Além de abrir novos horizontes na área, vem simplificando os métodos construtivos, tornando-os cada vez mais dinâmicos. Por isso, ressalta-se a importância de discorrer sobre o tema. Apesar das barreiras que ainda existem, os integrantes da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) vêm admitindo o BIM como uma transformação significativa, que traz em sua configuração a interoperabilidade, que é a comunicação mútua dos projetistas e projetos; a parametricidade, que possibilita a edição de objetos complexos; o levantamento de insumos, que se concretiza de forma automática e mais eficaz do que as técnicas remotas, resultando em orçamentos mais confiáveis; a geração de simulações, que opera em um ambiente realístico da edificação antes mesmo de sua construção. Constituindo parte das inúmeras vantagens do BIM, a sustentabilidade vem sendo uma característica fundamental em função do panorama atual. Certamente, no Brasil, não será uma adaptação ágil, mas gradual, que ocorrerá à medida que as exigências do BIM nos projetos forem intensificadas, sendo imprescindível uma ambientação dos *softwares* à realidade brasileira. Haverá necessidade de preparo tanto dos profissionais que já estão estabelecidos no mercado quanto dos que estão se formando, e para isso será indispensável que o ensino superior agregue em sua matriz essa metodologia, além da busca pessoal por mais conhecimento no ramo.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*. Interoperabilidade. Construção civil.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has been an important step in civil construction. In addition to opening new horizons in the area, it has been simplifying construction methods, making them increasingly dynamic. Therefore, the importance of discussing the topic is emphasized. Despite the barriers that still exist, the members of AEC (Architecture, Engineering, and Construction) have been admitting BIM as a significant transformation, which brings in its configuration interoperability, which is the mutual communication of designers and projects; parametricity, which makes it possible to edit complex objects; the survey of inputs, which takes place automatically and more effectively than remote techniques, resulting in more reliable budgets; the generation of simulations, which operates in a realistic building environment even before its construction. Constituting part of the numerous advantages of BIM, sustainability has been a fundamental characteristic due to the current scenario. Certainly, in Brazil, it will not be an agile adaptation, but a gradual one, that will occur as the requirements of BIM in the projects are intensified, being an adaptation of the software to the Brazilian reality essential. There will be a need to prepare both professionals who are already established in the market and those who are graduating, and for that, it will be essential that higher education add this methodology in their matrix, in addition to the personal search for more knowledge in the field.

Key words: *Building Information Modeling*. Interoperability. Civil construction.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA BIM	10
2.1 Modelagem paramétrica	13
2.2 Levantamento de insumos	13
2.3 Interoperabilidade	13
2.3.1 Arquivos IFC	14
2.4 Geração de simulações	14
3 EVOLUÇÃO DO BIM	16
4 COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS CAD TRADICIONAIS E BIM	18
5 SOFTWARES INTEROPERÁVEIS	20
5.1 Revit	20
5.2 ArchiCAD	21
6 VANTAGENS ATRIBUÍDAS AO USO DA METODOLOGIA BIM	24
6.1 União dos setores da construção	24
6.2 Orçamentação otimizada	24
6.3 Estruturação dos cortes do projeto	25
7 SUSTENTABILIDADE E BIM	28
8 OBSTÁCULOS DA CONSOLIDAÇÃO DO BIM NO BRASIL	32
9 VISÃO FUTURISTA DO <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	34
10 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O universo da construção civil está visivelmente ligado ao avanço tecnológico e em constante evolução. Projetar nem sempre é fácil, engloba atividades multidisciplinares e, por vezes, complexas, que podem ser atendidas com o auxílio da tecnologia. As técnicas mais remotas vão deixando de existir ou sendo complementadas à medida que a construção civil vai ganhando uma nova interface.

Há anos os sistemas CAD (*Computer Aided Design* ou Desenho Assistido por Computador) vêm sendo trabalhados pelos engenheiros e projetistas. Desenvolvidos na década de 80, o sistema ganhou força, principalmente no Brasil. Atualmente, a área da construção civil vem admitindo a metodologia BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da informação da Construção), que traz muita praticidade e economicidade quando o assunto é construir.

O advento da metodologia BIM trouxe uma série de transformações nesse mercado vasto da engenharia. Com o intuito de reduzir os impasses que surgem ao longo da fase de construção e vida útil de uma obra, sua implantação ainda enfrenta algumas barreiras, como o alto preço dos *softwares* disponíveis, resistência dos profissionais que ainda estão adeptos ao modelo tradicional de projetar, entre outros. No entanto, essa inovação no setor da construção civil vem se consolidando progressivamente.

A modelagem de informações possibilita portar a obra com riqueza de detalhes antes mesmo de sua construção, o que torna o resultado mais satisfatório, pois a ligação entre todos os projetos se torna mais dinâmica e eficaz. Assim sendo, as alterações são acompanhadas por todos profissionais envolvidos no processo tornando o objeto final mais preciso, assim como a orçamentação.

Muitos profissionais têm inserindo o BIM em sua forma de trabalhar, ampliando seu portfólio, atraindo mais clientes devido ao diferencial oferecido, tornando os projetos mais chamativos e completos.

Segundo Coelho e Novaes (2008, p.3):

Os sistemas baseados na tecnologia BIM podem ser considerados uma nova evolução dos sistemas CAD, pois gerenciam a informação no ciclo de vida completo de um empreendimento de construção, através de um banco de informações inerentes a um projeto, integrado à modelagem em três dimensões.

Nos sistemas CAD, a geometria é baseada em coordenadas para o desenvolvimento de entidades gráficas, formando elementos de representação (paredes, portas, lajes, etc.). A alteração de um projeto desenvolvido em CAD (2D e 3D) implica em diversas modificações “manuais” dos objetos representados.

Os sistemas BIM adotam modelos paramétricos dos elementos construtivos de uma edificação e permitem o desenvolvimento de alterações dinâmicas no modelo gráfico, que refletem em todas as pranchas de desenho associadas, bem como nas tabelas de orçamento e especificações.

Pode-se afirmar que o BIM compreende não só a modelagem de um produto, mas também profusas vantagens no setor da construção civil, na qual se destaca o aumento da produtividade, que é um fator preponderante para o engenheiro civil.

É nessa circunstância que o BIM representa uma longa e progressiva caminhada para atender eficientemente a necessidade aparente da construção civil em reduzir drasticamente as falhas recorrentes das obras, em produzir orçamentos cada vez mais satisfatórios, em manipular grande quantidade de informações com maior clareza e agilidade, integrando várias áreas da construção num modelo em que todos tenham acesso e facilidade de articulação.

Assim, falar sobre o BIM é de essencial importância, pois essa metodologia está se consolidando no mercado da construção civil e acredita-se que em pouco tempo será difícil se estabelecer no mercado de trabalho sem ele. Engenheiros civis, arquitetos e projetistas em geral vêm se adaptando a essa inovação.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é difundir informações sobre a metodologia BIM, apresentando suas vantagens e impactos na construção civil, delimitando as dificuldades de sua implantação no Brasil.

2 METODOLOGIA BIM

BIM (*Building Information Modeling*), traduzido para o português como modelagem da informação da construção, compreende o grupo de informações criadas e preservadas no decorrer da vida útil de uma edificação, embora a significação do termo vá muito mais além, e abrange uma série de vantagens desenvolvidas para facilitar a vida dos projetistas.

No QUADRO 1 encontram-se as definições de BIM segundo alguns autores:

Quadro 1 – Definições de BIM.

Fonte	Definição
Eastman, 2014	BIM é usado como verbo ou adjetivo para descrever ferramentas, processos e tecnologias que são facilitadas pela documentação digital e legível pelo computador de uma edificação, seu desempenho, seu planejamento, sua construção e, posteriormente, sua operação.
Succar, 2009	BIM é uma série de tecnologias, processos e políticas que possibilitam que os diversos envolvidos no processo projetem, construam e utilizem um empreendimento de forma colaborativa.
National BIM Standard – United States (NBIMS), 2015	BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção. BIM é um conjunto de informações do empreendimento desde a concepção inicial até a demolição, com colaboração integrada das diversas partes do projeto (construtor, arquitetos, engenheiros, proprietário, etc.).
Ernstrom, 2006	BIM é o desenvolvimento e uso de um modelo de programa de computador para simular a construção e operação de um empreendimento. BIM usa um conceito inteligente e paramétrico de uma representação digital de uma construção onde podemos gerar informação que possa ser utilizada para tomar decisões e melhorar o processo de construção.
Andrade e Ruschel (2009)	O BIM envolve tecnologias e processos que devem ser usados na produção, comunicação e análise dos modelos de construção. Esse tem como meta a busca por uma prática de projeto integrada, num sentido em que todos os participantes da AEC convirjam seus esforços para a construção de um “modelo único” de edifício. A utilização de uma prática baseada no BIM pode ter um papel decisivo na melhoria das fases do projeto, auxiliando na geração de propostas coerentes com as solicitações dos clientes, na integração dos projetos, entre si e com a construção, na redução do tempo e do custo da construção.

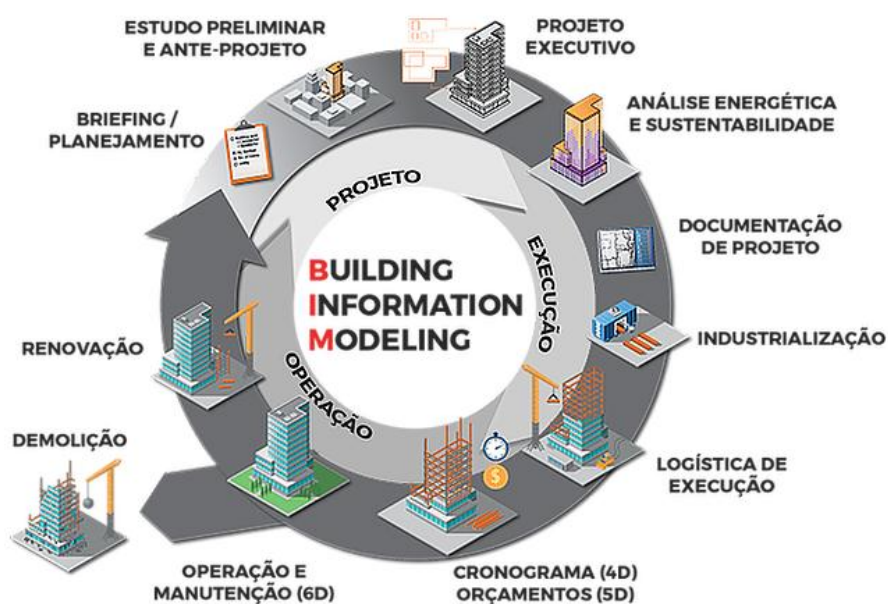
Fonte: Adaptado de Paiva (2016).

De maneira geral, o BIM se comporta como uma ponte entre as diversas fases da construção civil: projeto estrutural e arquitetônico, instalações hidrossanitárias e elétricas, orçamentação, planejamento e controle, entre outros. Assim, ele possibilita que todas as alterações feitas em uma área reflitam em todas as outras, minimizando as divergências que surgem ao longo de todos os processos da construção.

O termo como se conhece hoje só foi oficializado no início da década de 90, quando, começaram a desenvolver novos *softwares*, até chegar ao modelo atual, onde é possível trabalhar um projeto em n dimensões.

Pode-se acompanhar o ciclo de vida BIM em todas as suas fases na FIG. 1:

Figura 1 – Ciclo de vida BIM.



Fonte: Martini (2018).

Nota-se que após planejar o empreendimento sobrevém o estudo preliminar e anteprojeto, onde se define as diretrizes a serem seguidas para a concretização do projeto executivo. A metodologia BIM consiste num aglomerado de informações que permitem a construção da realidade num modelo virtual, assim, toda a base de dados poderá sofrer alterações durante o ciclo de vida do empreendimento, desde o planejamento até sua demolição.

Para que um *software* se vincule ao BIM, ele deve apresentar quatro características fundamentais: a modelagem paramétrica, o levantamento de insumos, a interoperabilidade e a geração de simulações. (MIRANDA; SALVI, 2019).

2.1 Modelagem paramétrica

Andrade e Ruschel (2009) defende que a utilização da modelagem paramétrica traz bastante flexibilidade e possibilidades de soluções de projeto, sem perda de tempo, oferecendo segurança e credibilidade.

A parametricidade assegura a geração de objetos editáveis, passíveis de alteração. Essa característica faculta suporte a plataforma BIM, e sem essa capacidade, o *software* é só um modelador tridimensional (ROSSO, 2011 *apud* MENEZES, 2011, p. 154). Assim, essa ferramenta possibilita que objetos com geometria complexa possuam também informações a si atribuídas, por exemplo, preço, disponibilidade em estoque, dimensões, material constituinte, fabricante, etc. Essas informações são passíveis de manipulação.

2.2 Levantamento de insumos

Essa etapa envolve o levantamento dos serviços a serem executados, seus quantitativos, preços unitários e o preço global do investimento. (SANTOS *et al.* 2014). Compreende a quinta dimensão dos processos, envolve o levantamento de quantitativos que possibilitará a orçamentação do projeto. Um orçamento preciso é essencial para a boa fluência dos procedimentos que incumbem à construção.

O BIM traz essa possibilidade, pois a construção é criada virtualmente, mas fiel à realidade, os objetos trazem informações que tornam ágil o levantamento de insumos, evitando erros que aconteceriam nos sistemas tradicionais, em que todo levantamento ocorre por meio da análise dos projetos, feito manualmente e, portanto, sujeita a falhas. Além, é claro, da economia de tempo propiciada.

2.3 Interoperabilidade

Segundo Ferreira *et al.* (2011), a construção, como processo multi-organizacional e multidisciplinar é bastante dependente do compartilhamento de informações complexas.

Portanto, essa ferramenta permite a troca e comunicação de dados entre programas através de uma linguagem universal denominada IFC (*Industry Foundation Classes*), como forma complementar de se desenvolver um projeto, contribuindo para flexibilidade de ideias e soluções, evitando incompatibilizações, já que todos os projetistas poderão compartilhar informações sem perda de dados ou trabalhos já realizados.

Assim, os engenheiros, arquitetos e todos os profissionais envolvidos, poderão interagir entre si, desde que utilizem *softwares* interoperáveis, compartilhando informações e trabalhos de forma instantânea.

2.3.1 Arquivos IFC

IFC (do inglês, *Industry Foundation Classes*) é o tipo de arquivo processado pelos *softwares* da construção civil. “O IFC define um elemento de construção (ou projeto), através de um modelo orientado a objeto, transferível entre aplicativos que operam com esse tipo de extensão.” (Jacoski; Lamberts, 2002, p. 6). Segundo (Bazjanac; Crawley, 1997 *apud* Jacoski; Lamberts, 2002, p. 7) a utilização de arquivos IFC possibilita a integração entre arquivos diretamente e instantaneamente, distribui e transfere informações de interesse comum.

Em 1994 o formato IFC foi criado pelo *BuildingSMART*, que opera dentro de uma organização internacional sem fins lucrativos e posteriormente foi reconhecido pela ISO (*International Organization for Standardization* ou Organização Internacional de Normalização). Esse formato permite a partilha de dados BIM entre *softwares* criados por diferentes empresas (MARTINS, 2011).

Esse grupo de arquivos permite o trabalho em conjunto, resultando em um projeto de alta qualidade, pois além de evitar perdas de informações, admite que todos os envolvidos na mesma finalidade compartilhem dados em tempo real.

2.4 Geração de simulações

A realização virtual da edificação viabiliza simulações, e através delas se torna possível fazer cronogramas mais completos e realistas, além da obtenção de uma melhor relação custo-benefício da obra.

Martins (2011) define a simulação ambiental como uma ferramenta capaz de produzir informações que exemplificam o comportamento da edificação em relação ao meio ambiente, podendo assim, serem usadas para proporcionar conforto térmico, luminoso e acústico. Os benefícios da simulação computacional abrangem a redução ou eliminação de erros, a possibilidade de diversas alternativas de projeto sem aumento do custo, a atribuição ao modelo desenvolvido de qualquer referenciamento geográfico a qualquer tempo, além da transposição da ideia do cliente.

3 EVOLUÇÃO DO BIM

A evolução da metodologia BIM compreende um conjunto de tecnologias, processos e políticas, sua adaptação na construção civil tem sido gradual. Os primeiros *softwares* desenvolvidos para projetistas denominaram-se sistemas CAD (*Computer Aided Design*), conhecido genericamente como desenho assistido por computador, no qual o plano de trabalho era bidimensional e também consideravelmente limitado, isso ainda no início da década de 80. Antes disso, os projetos eram todos manuais, o que envolvia tarefas complexas e grande despendimento de tempo.

Com o decorrer do tempo e maior quantidade de estudos voltados para a computação gráfica, a tecnologia BIM foi sendo inserida nos sistemas CAD.

Foggiatto *et al.* (2007) afirma que com a inserção da modelagem tridimensional de forma paramétrica nos sistemas, as empresas tiveram que adequar-se ao novo modo de operação, além dos investimentos para a qualificação da equipe de trabalho, esse novo paradigma trouxe profundas mudanças na maneira de projetar. A flexibilidade dos modelos tridimensionais justifica toda a energia gasta na transição entre os dois sistemas mencionados.

Destaca-se três gerações de BIM, designadas como BIM 1.0, BIM 2.0 e BIM 3.0. A era BIM 1.0 representa a emergência dos aplicativos baseados em objetos paramétricos cujas principais características são: capacidade de coordenação, rápida produção de documentos e adição de informações aos objetos. (TOBIN, 2008 *apud* ANDRADE; RUSCHEL, 2009, p. 605).

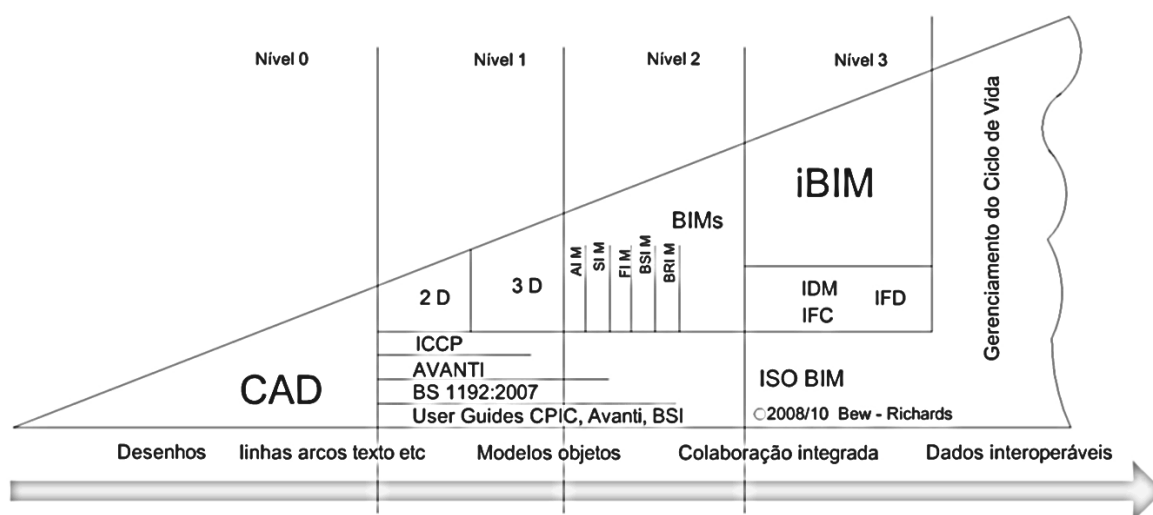
Posteriormente a era BIM 2.0 traz consigo a interoperabilidade em que o compartilhamento de dados se torna mais dinâmico. Apresenta-se uma nova fase em que todos os integrantes do projeto conseguem interagir de forma comum em direção a um objetivo comum. A interoperabilidade definiu as circunstâncias dessa fase evolutiva como um meio de comunicação mais ágil e minimizou drasticamente os conflitos construtivos.

Por fim, a era 3.0 torna possível processar grande quantidade de informações continuamente. Era onde as equipes de trabalho utilizam modelos integrados, construindo um modelo único de edificação, permitindo o desenvolvimento conjunto

desse protótipo, constituindo uma base de dados completa. (TOBIN, 2008 *apud* ANDRADE; RUSCHEL, 2009, p. 606).

A FIG. 2 demonstra a evolução da metodologia fragmentada em níveis, em que o nível 1 representa a transição dos sistemas CAD para o BIM e configura a adoção dos modelos paramétricos. O nível dois foi marcado pela inserção dos trabalhos colaborativos, resultando na interoperabilidade. E o nível três, objeto final da metodologia, é caracterizado pela interoperabilidade e completa integração dos participantes do projeto.

Figura 2 – Evolução do BIM representada em níveis.



Fonte: Adaptado de BibLus (2019).

Associando os níveis de BibLus às eras definidas por Tobin, o nível três se iguala a terceira geração, que de acordo com BibLus (2019), visa a integração completa baseada no armazenamento em nuvem, simbolizando então o topo do BIM, essa integração possibilita o monitoramento de todo histórico da edificação.

4 COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS CAD TRADICIONAIS E BIM

Coelho e Novaes (2008) afirmam que o sistema BIM é constituído por um banco de dados que, além de exibir o plano tridimensional geométrico dos elementos, armazena suas atribuições, transmitindo mais informações que os sistemas CAD tradicionais.

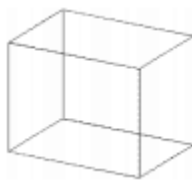
O conteúdo armazenado compreende a representação gráfica, numérica e textual. A ideia é de que um mesmo arquivo de projeto possua todos os dados inerentes ao mesmo, dessa maneira, os conflitos ao longo dos processos de elaboração e concepção dos projetos são reduzidos substancialmente, o que torna o BIM uma ferramenta mais precisa que os sistemas CAD clássicos.

Conforme Eastman *et al.* (2008 *apud* Andrade e Ruschel, 2009, p. 603), a modelagem paramétrica e a interoperabilidade são as duas principais características do BIM que o diferencia dos sistemas de CAD.

A introdução de modelos tridimensionais paramétricos pelo BIM tem oferecido várias vantagens sobre as abordagens bidimensionais (BARAK *et al.*, 2009 *apud* LINO *et al.*, 2009, p. 2). Foi alterado o tipo de documentação de base utilizada na construção, transformando-a de um tipo de documentos legível somente por humanos (desenhos) para novas representações de dados que passaram a ser interpretáveis pelos computadores (JEONG *et al.*, 2009 *apud* LINO *et al.*, 2009, p.2).

O QUADRO 2 demonstra sucintamente as diferenças entre os dois sistemas.

Quadro 2 – Comparativo entre maquete eletrônica (sistema clássico) e modelo da edificação (sistema BIM).

Termos correlatos	ABORDAGENS	
	Maquete eletrônica	Modelo da edificação
Plataforma	CAD convencional	BIM
Característica geral 01	Não orientada a objetos e sem objetos paramétricos	Orientada a objetos com os objetos paramétricos
Característica geral 02	Desenhos técnicos desvinculados à maquete eletrônica	Desenhos técnicos vinculados ao modelo da edificação
Exemplo de <i>software</i>	AutoCAD 2000, 2004, 2006 e 3D Studio	Revit e ArchiCAD
Característica do <i>software</i>	O <i>software</i> não utiliza do BIM	O <i>software</i> utiliza do BIM
Os objetos são	Linhas e Volumes	Paredes, Portas e Janelas
Visualização em 3D de um cubo como exemplo	A mesma nas duas abordagens 	
O <i>software</i> entende uma parede como sendo	Um sólido ou volume em 3D	A representação de uma parede como na edificação pronta
Informações que vão com o arquivo	Informações sobre: • Posição no Espaço • Componentes Linhas ou Volumes • Aparência Textura	Informações sobre: • Geometria 3D • Posição no Espaço • Parâmetros de controle • Custos, Cronogramas • Especificações • Fabricantes • Ordens de compra • Listas de Pessoal • Manuais de Operação • Registros de Manutenção • Registros de Inspeções • Executor

Fonte: Hippert; Araújo (2010).

Como é possível notar, o BIM se destaca como sendo consideravelmente mais completo, onde é possível acompanhar a obra em toda sua existência, uma vez que as informações relacionadas aos projetos estarão armazenadas.

5 SOFTWARES INTEROPERÁVEIS

A AUTODESK é a grande autora dos programas mais conhecidos voltados para a construção civil e dentre os mais trabalhados dentro do sistema BIM está o Revit, sua utilização cresceu de forma ampla nos últimos anos. Outro programa de crescente utilização dentro do sistema BIM é o *ArchiCAD*, que é o precursor do *Building Information Modeling*, desenvolvido pela GRAPHISOFT.

5.1 Revit

O Revit foi criado para ser ornado num ambiente composto por várias dimensões, faz parte do sistema de modelagem da informação. Possui várias ferramentas que possibilitam a modelagem do empreendimento num plano tridimensional, o levantamento de insumos para o cálculo orçamentário, realização de cronogramas efetivos, além de outras funcionalidades.

De acordo com Matos *et al.* (2018):

O *software* Revit é um dos programas mais utilizados neste sistema, proporcionando a concordância completa entre projetos arquitetônicos, estruturais, hidráulicos e elétricos, podendo, assim, ser entendido como uma “evolução” das ferramentas Cad, pois proporciona a análise e simulações de sistemas e estruturas, bem como, compatibilizar e verificar as possíveis interações dos diversos projetos de uma mesma edificação, apontando as interferências e/ou conflitos entre os mesmos.

A FIG. 3 mostra o plano tridimensional do Revit.

Figura 3 – Modelagem tridimensional Revit.



Fonte: Maschio (2019).

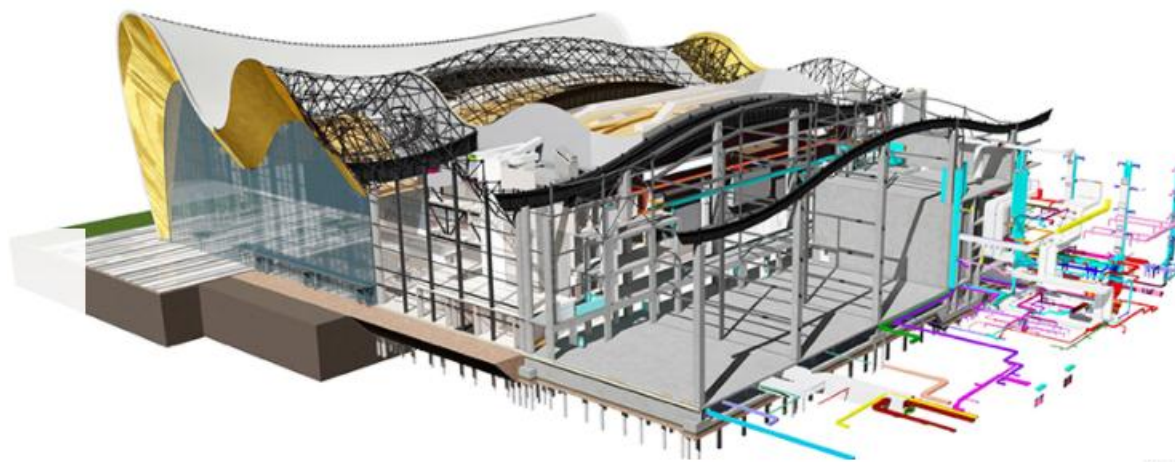
5.2 ArchiCAD

“O ArchiCAD é um dos mais antigos programas de CAD que existem; começou a ser desenvolvido na Hungria, em 1984, pela Graphisoft (que hoje é subsidiária da empresa alemã Nemetschek).” (Gaspar;Turri, 2014).

Gaspar e Turri (2014) defendem o *software* como sendo o precursor do *Virtual Building*, que parte da ideia de uma modelagem da edificação inteiramente tridimensional, para que com o modelo desenvolvido sejam extraídas as vistas de documentação. Esses foram os primeiros passos do que mais adiante seria denominado *Building Information Modeling*, ainda em 1987.

A FIG.4 mostra o plano tridimensional do ArchiCAD:

Figura 4 – Modelagem tridimensional no ArchiCAD.



Fonte: Graphisoft.

No QUADRO 3 são citados outros *softwares* interoperáveis e seus respectivos fabricantes e atribuições.

Quadro 3 – Softwares que trabalham BIM.

<i>Software</i>	Fabricante	Atribuições
Revit Architecture	Autodesk	Projetos Arquitetônicos
Revit Structure	Autodesk	Projetos Estruturais
Revit MEP	Autodesk	Projetos de Instalações
Archicad	Graphisoft	Projetos Arquitetônicos e Plug-ins para Instalações
Vector Works	Nemetschek	Projetos Arquitetônicos
Navis Works	Autodesk	Gerenciamento e Compatibilização
Bentley Architecture	Bentley	Projetos Arquitetônicos
3d CAD Architecture	Ashampoo	Projetos Arquitetônicos
Multi BIM	Multiplus	Todos os Projetos
Active 3D	Archimen	Projetos Arquitetônicos
Risa 3D	Risatech	Projetos Estruturais
Tekla BIM	Tekla	Arquitetura e Estrutura
Robot	Autodesk	Estrutura

Fonte: Farinha (2012).

De acordo com Silva (2015), a escolha do *software* não será exclusiva, pois utilizando a linguagem IFC, é possível um modelo de intercâmbio em três dimensões, ou seja, não é necessário utilizar apenas um desses programas,

podendo compartilhar projetos e informações entre todos eles. Cada projetista escolherá o programa que melhor se adaptar.

6 VANTAGENS ATRIBUÍDAS AO USO DA METODOLOGIA BIM

6.1 União dos setores da construção

Como já mencionado algumas vezes, umas das principais vantagens do BIM é que ele traz um ambiente de trabalho colaborativo, em que os setores energético, hidráulico, estrutural, arquitetônico e os demais envolvidos podem interagir e compartilhar dados. Essa união dos setores tem elevada importância, pois por meio dela os resultados são melhores e o empreendimento caminha congênere com a ideia concebida inicialmente, isso quer dizer que essa união torna o projeto um caminho uno, reduzindo radicalmente as incorreções que podem surgir.

Essa colaboração parte de uma base de dados unificada compartilhada. Scheer *et al.* (2007) *apud* Farinha (2012) sustentam que com essa base de dados vários projetistas conseguem trabalhar de maneira conjunta. Quando se altera algo no projeto arquitetônico, exemplificando, todos os outros projetos integrados nessa base de dados se modificam também à medida que o modelo vai sendo atualizado.

6.2 Orçamentação otimizada

A viabilidade de um empreendimento está estreitamente ligada à disposição orçamentária do cliente, nesse ponto de vista, lançar um orçamento consistente sem variações relevantes, transmite confiança para ambas as partes envolvidas.

Segundo SABOL (2008) *apud* SANTOS (2009, p. 30):

Estimativa de custos para projetos de construção, tradicionalmente começa com uma quantificação, processo intensivo de registro dos componentes de conjuntos de desenhos impressos, ou mais recentemente, desenhos CAD (*Computer Aided Design*). A partir destas quantidades, orçamentistas utilizam métodos de planilhas de custos para produzir aplicações do projeto estimado. Este processo está sujeito a erro humano e tende a propagar imprecisões. A quantificação também é demorada e pode exigir 50% a 80% de uma estimativa de custo de tempo em um projeto.

É nesse momento que o BIM surge para aprimorar as técnicas utilizadas até então, pois a utilização de técnicas obsoletas leva a um orçamento inconsistente e quanto mais detalhado e certo ele for, melhor será para o proprietário do empreendimento, que se organizará com mais cautela e para o orçamentista, que obterá mais segurança e confiabilidade. Koelln (2015) descreve duas ferramentas relativas ao estudo da geração de custo por meio do BIM: a primeira valida a modelagem da edificação, assim como o levantamento quantitativo do modelo, a segunda fundamenta-se no modelo criado para obter as quantidades dos elementos de custo direto das diferentes posições de um orçamento.

“As quantidades de elementos construtivos, a exemplo de portas e janelas, elementos de instalações, como metragem de tubulação hidrossanitária, ou ainda de determinados materiais, podem ser extraídas de um modelo BIM 3D.” (KOELLN, 2015, p. 13). Ainda segundo Koelln (2015), há diversas possibilidades de extrair essas quantidades do modelo, seja por geração de planilhas ou no aprofundamento do uso de ferramentas BIM nos processos de gerenciamento de custos.

Koelln (2015) defende que a mais importante condição dentro da modelagem de informação é a consistência do modelo desenvolvido. E deverá ser trabalhado de maneira uniforme e diligente, para que o levantamento quantitativo seja possível e a orçamentação viável. Ainda na linha de raciocínio de Koelln (2015), é admissível a utilização de um fator de multiplicação, ou seja, é possível modelar as paredes de um pavimento de um prédio de cinco andares, para posteriormente multiplicar por cinco, sendo importante anotar todas as regras e padrões utilizados na elaboração do modelo.

Esse método de abordagem da quinta dimensão traz uma economia de tempo considerável, já que os quantitativos serão levantados automaticamente em um mesmo conjunto de informações que servirá de orientação para o orçamentista finalizar seu trabalho com eficiência e agilidade.

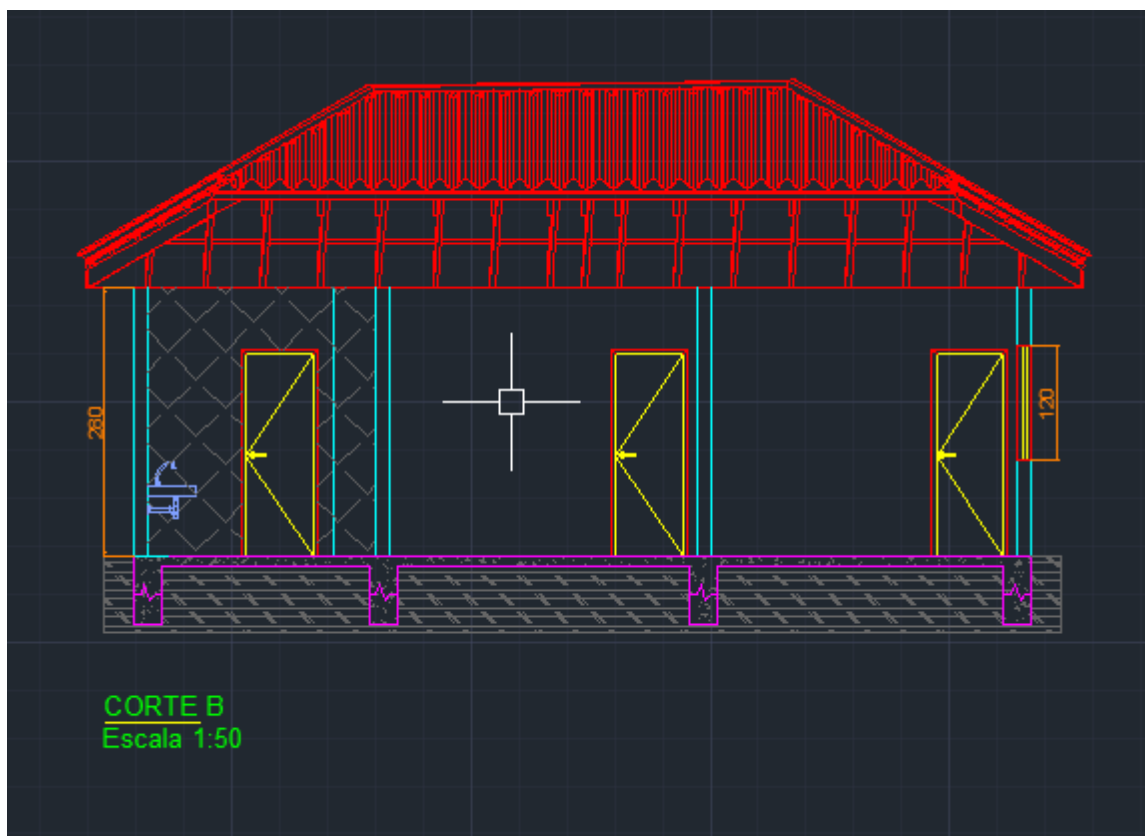
6.3 Estruturação dos cortes do projeto

Na fase inicial dos projetos da construção civil são definidos os cortes que facilitarão a visualização da obra. Os sistemas bidimensionais trazem cortes pouco detalhados visualmente e sem riqueza de informações. Através dos *softwares*

interoperáveis é possível extrair esses cortes com mais praticidade, como se pudessem realmente visualizá-lo dentro da própria construção.

Nas FIGs. 5 e 6 é possível notar a diferença das visualizações dos cortes em *software* tradicional e interoperável, respectivamente.

Figura 5 – Corte bidimensional utilizando AutoCAD clássico.



Fonte: Autor (2020).

Figura 6 – Corte tridimensional utilizando Revit.



Fonte: André (2018).

7 SUSTENTABILIDADE E BIM

A sustentabilidade dentro da construção civil é um tema relevante, uma vez que o setor é responsável pela geração de grandes volumes de resíduos em razão de fatores adversos, dentre eles o retrabalho, que ocorre quando algo que não foi previsto na fase de projeto, ou não foi alterado ainda em projeto, precisa ser refeito no decorrer da obra, gerando desperdício de materiais e, consequentemente, mais entulhos, além de atrasos no cronograma e alteração no orçamento previsto.

Nas FIGs. 7 e 8 subsequentes é possível notar a quantidade de material que é desperdiçado no canteiro de obras:

Figura 7 – Desperdício de materiais na construção civil.



Fonte: Redação pensamento verde (2013).

Figura 8 – Desperdício de materiais na construção civil.



Fonte: Portal 44 arquitetura (2016).

Um dos principais objetivos da metodologia BIM é aprimorar os projetos, compatibilizando-os a fim de prevenir erros e retrabalhos. Assim, pode-se deduzir que promover a sustentabilidade é uma das vantagens relacionadas a essa metodologia.

Além disso, como destaca Antunes (2013), eficiência energética e sustentabilidade devem se fundir. Nesse contexto, surgem projetos com finalidade de minimizar substancialmente o consumo de recursos energéticos e tornar sua utilização mais consciente. Várias ferramentas, baseadas na metodologia BIM, capazes de acompanhar desde a concepção até a manutenção e exploração da edificação, tem despontado nesse aspecto.

Para a obtenção de edificações de alta eficiência energética desenvolveu-se novos *softwares* que incorporaram o BIM e permitiram simulações energéticas sem o trabalho de transferir manualmente o projeto. Com esse grande passo se tornou possível obter um alto desempenho energético com o menor gasto de materiais e desperdício de energia.

Estudando os aspectos que interferem na construção, como os elementos de sombreamento, as sombras e a movimentação do sol, os vãos, interação dos ventos com a edificação, torna-se possível o aperfeiçoamento energético. Viabilizando o arrefecimento passivo eficiente por ventilação natural; análises da luminosidade

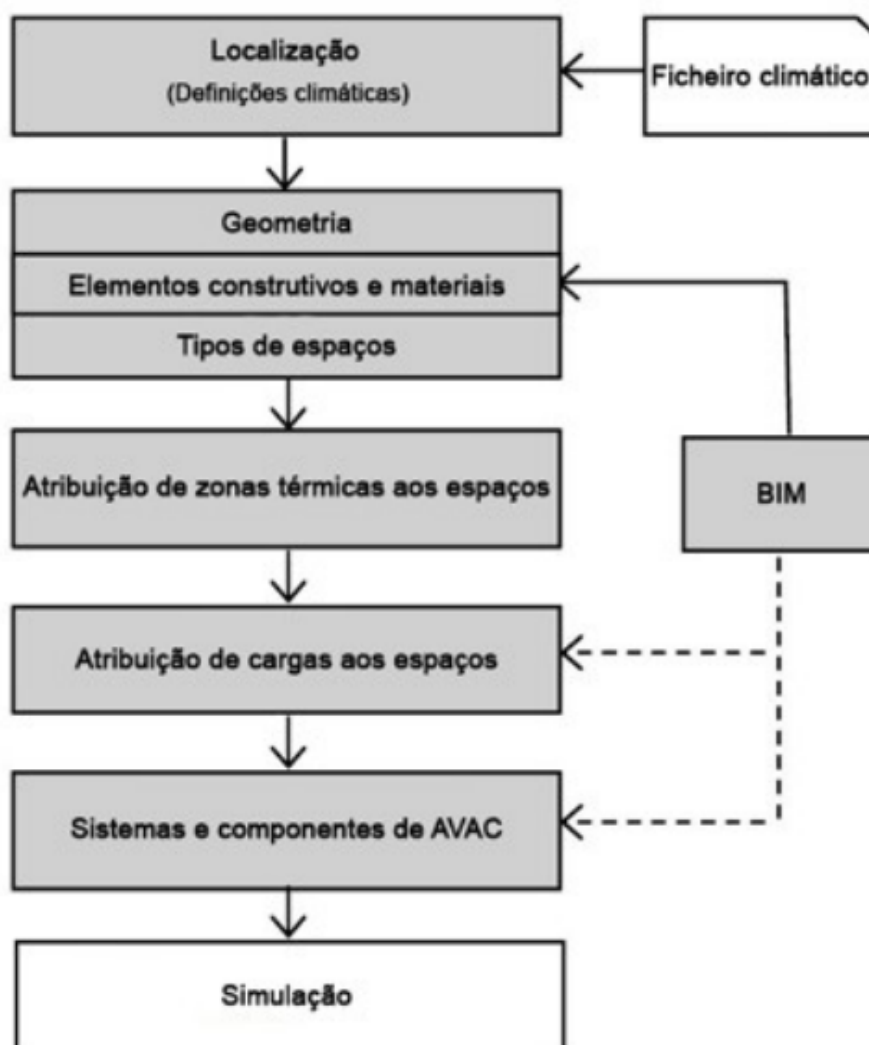
entre os quais o fator luz do dia, economizando na iluminação artificial; análise e previsão das transferências de energia e radiação solares para o desempenho térmico, lumínico e de utilização de energia. Outra vantagem do BIM traduz-se na sua utilização para a certificação de obras sustentáveis, poderá dispor de informações para os sistemas de certificação disponíveis, findando numa melhor classificação de sustentabilidade (AZHAR *et al.*, 2011 *apud* SANTOS;COUTO, 2015, p. 177).

Segundo Amorim (2010) *apud* SANTOS e COUTO (2015, p. 177), as ferramentas BIM otimizam a sustentabilidade dos empreendimentos, através da análise dos elementos construtivos e do desempenho energético, resultando projetos mais detalhados e fidedignos, reduzindo a perda de recursos naturais e impactos na obra.

Portanto, o uso do BIM permitirá a previsão dos consumos energéticos e seus custos de utilização com credibilidade, usando de estimativas mais realistas na fase inicial de projeto, assegurando decisões antecipadas que mudarão todos os processos de construção positivamente. (SANTOS; COUTO, 2015).

A FIG. 9 representa o melhor fluxo de trabalho para desenvolver simulações energéticas utilizando BIM.

Figura 9 - Fluxo de trabalho para simulações energéticas utilizando BIM.



Fonte: Santos; Couto (2015).

8 OBSTÁCULOS DA CONSOLIDAÇÃO DO BIM NO BRASIL

No cenário atual brasileiro, o BIM ainda é pouco trabalhado entre os pequenos profissionais, somente algumas empresas adotaram o sistema em sua forma de trabalhar. O alto preço dos *softwares* e dos *hardwares* que executam os programas BIM é um fator que influencia nesse déficit de adesão ao sistema.

Outro aspecto que dificulta muito a consolidação do BIM é a falta de engajamento das universidades, que não contemplam o tema e/ou disciplinas de modelagem em BIM em suas matrizes curriculares. Dessa forma, o futuro profissional precisa buscar cursos extraclasse para se atualizar.

Somando-se a esses fatores, alguns profissionais ainda estão adeptos ao modelo tradicional de projetar. Falta um conhecimento mais aprofundado sobre as vantagens que o BIM pode oferecer, para que com esse conhecimento possam perceber que os benefícios dessa metodologia de trabalho são superiores as exigências de sua implementação.

A indústria da construção civil brasileira, sendo tradicional e conservadora, ainda não se igualou aos outros setores industriais, mesmo que mudanças tenham acontecido nas últimas décadas (NASCIMENTO; SANTOS, 2003 *apud* KOELLN, 2015, p. 23)

Koelln (2015) afirma que outro problema proeminente para que o BIM seja implantado efetivamente é a discordância com a realidade brasileira. A origem da maioria dos programas disponíveis é estrangeira, conseqüentemente seus padrões e normas de programação também são, sendo necessária uma adaptação às normas nacionais. Porém esse cenário vem sofrendo mudanças positivas e há esforços para gerar tecnologia BIM de origem nacional, além da inclusão de características brasileiras em *softwares* de procedência estrangeira.

Na mesma linha, é imprescindível uma mudança cultural por parte das organizações. As empresas se assustam com a promessa de mudança significativa em sua organização interna e na forma de se relacionar com outras empresas.

A consolidação do BIM no Brasil ocorre de forma gradual e lenta, é necessária uma reeducação e reestruturação dos profissionais e empresas. Como é

uma metodologia aplicada recentemente no país, ainda é evidente que há um enorme caminho para avançar.

9 VISÃO FUTURISTA DO BIM

O setor da construção civil sempre foi acompanhado pelo avanço tecnológico. O BIM e a tecnologia que o complementa vem deixando suas marcas para um futuro promissor na construção civil. A partir de 2021 será exigido, no Brasil, o uso do BIM nos projetos, conforme o decreto 9.377 de 2018, sancionado pela câmara dos deputados.

DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018

Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, *caput*, inciso VI, alínea "a", da Constituição,

DECRETA:

Art. 1º Fica instituída a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil - Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em *Building Information Modelling* - BIM e sua difusão no País.

Parágrafo único. Para os fins do disposto neste Decreto, entende-se o BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, como o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção.

Art. 2º A Estratégia BIM BR tem os seguintes objetivos específicos:

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

Assim, as empresas precisarão se atualizar de forma expedita em relação ao BIM, adaptando suas equipes a essa nova forma de trabalhar. Além disso, os novos profissionais precisarão se qualificar para garantirem seu espaço no mercado de trabalho.

10 CONCLUSÃO

Conclui-se que apesar dos fatores que delongam a implantação do BIM no Brasil, existe um esforço importante para que o contexto construtivo seja atualizado. Sendo assim, poder-se-á ver num futuro não distante as edificações sendo projetadas num ambiente composto por várias dimensões, o que trará uma sucessão de benefícios quando o quesito é projetar com eficiência, sem desperdício de tempo, orçamentar de modo fidedigno, compartilhar dados dinamicamente, sem muitas perdas e incompatibilidades. Aproximando ao máximo a ideia do cliente a construção executada, além de oferecer mais segurança e confiabilidade.

Portanto, o gerenciamento de obras será fortemente enriquecido quando o BIM se expandir no mercado. Haverá um acompanhamento real das fases da construção e aprimoramento dos procedimentos aplicados. As simulações contribuirão fortemente para conter a perda de recursos, o que refletirá nitidamente na sustentabilidade.

Nenhuma técnica é perfeita, os sistemas de projeção precisam ser aperfeiçoados de forma contínua. Os *softwares* ainda não são 100% interoperáveis, as simulações não são totalmente representativas do comportamento da edificação, mas o BIM representa um passo essencial para se alcançar os objetivos visados pelo setor construtivo. Essa metodologia representa atualmente uma porta de entrada para futuro da construção civil.

REFERÊNCIAS

DE ANDRADE, Max Lira Veras X.; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências.** *In*: IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, nº 9, 2009, São Carlos – SP. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Universidade de São Paulo (São Paulo): p. 602- 613.

ANDRÉ, Luis. **CORTE PERSPECTIVADO NO REVIT.** Disponível em: <<https://qualificad.com.br/corte-perspectivado-no-revit/>> Acesso em: 14 set. 2020.

ANTUNES, Daniel Alexandre Estilita. **Integração de modelos BIM com redes de sensores num edifício.** 2013. (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e computadores) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa (Portugal), 2013.

AMORIM, Sergio. BIM – Building Information Modelling: Uma tecnologia para o futuro imediato da construção. Sinduscon-Rio. 2010, pp. 13-31 apud SANTOS, Luís M.; COUTO, João Pedro. **Ferramentas e processos bim de avaliação e otimização energética em edifícios BIM.** Porto (Portugal): 2015. 174-178 p.

AZHAR, Salman, et al. Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis. Automation in Construction. 2011, Vol. 20, pp. 217-224 apud SANTOS, Luís M.; COUTO, João Pedro. **Ferramentas e processos bim de avaliação e otimização energética em edifícios BIM.** Porto (Portugal): 2015. 174-178 p.

BARAK, R. [et al.] (2009). **Unique Requirements of Building Information Modeling for Cast-inPlace Reinforced Concrete.** Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 23, pp. 64-74 apud LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. *In*: BE2012-ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL, 2012, Porto (Portugal): 2012. p. 1-10.

BAZJANAC, V.; CRAWLEY, D. B.. The implementation of Industry Foundation Classes in simulation tools for the building industry. Building Simulation 1997. Disponível em: <<http://www.hvac.okstate.edu/pdfs/bs97/papers/P125.PDF>>. Acesso em: 05 jun. 2002 apud JACOSKI, Claudio Alcides; LAMBERTS, Roberto. A utilização de arquivos IFC para a integração de dados junto à Indústria da Construção. *In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL*, Curitiba. **Anais...** Curitiba-PR: UFPR, 2002.

BIBLUS. Level BIM: nível de maturidade de 0 a 3. Disponível em: <<http://biblus.accasoftware.com/ptb/level-bim-nivel-de-maturidade-de-0-a-3/>> Acesso em: 16 set. 2020.

CÂMARA DO DEPUTADOS. **Legislação Informatizada - DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018 - Publicação Original**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html>> Acesso em: 16 set. 2020.

COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso Carlos. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. *In: Anais do VIII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios*, São Paulo, 2008.

EASTMAN, Chuck et al. Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman Editora, 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008 apud DE ANDRADE, Max Lira Veras X.; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM**: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. *In: IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios*, nº 9, 2009, São Carlos – SP. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Universidade de São Paulo (São Paulo): p. 602- 613.

ERNSTROM, Bill et al. The contractors' guide to BIM. Associated General Contractors of America, Arlington, VA, 2006.

FARINHA, Marcel Cassandri Romero. **Exemplo de compatibilização de projetos utilizando a plataforma BIM (Building Information Modeling)**. 2012. 115 fohas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2012.

FERREIRA, Bruno Filipe Vieira *et al.* **Aplicação de conceitos BIM à instrumentação de estruturas**. 2011. 128 folhas. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto (Portugal), 2011.

FOGGIATTO, José Aguiomar; VOLPATO, Neri; BONTORIN, Ana Carolina Bueno. Recomendações para modelagem em sistemas CAD-3D. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 2007. p. 91.

GASPAR, João; TURRI, Natália. **ArchiCAD passo a passo**. 1ª edição. São Paulo: ProBooks, 2014. 307 p.

GILDA LÚCIA BAKKER BATISTA DE MENEZES. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Natal: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, 2011. 152-171 p.v.18.

GRAPHISOFT. ARCHICAD. Disponível em:
<<https://graphisoft.com/br/solucoes/produtos/archicad>> Acesso em: 6 set. 2020.

HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz; ARAÚJO, Thiago Thielmann. A contribuição do BIM para a representação do ambiente construído: análise e representação em contextos diversos: projeto, técnica e gestão do ambiente construído. *In*: I ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2010, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2010. v. 1, p. 1-20.

JACOSKI, Claudio Alcides; LAMBERTS, Roberto. A utilização de arquivos IFC para a integração de dados junto à Indústria da Construção. *In*: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, Curitiba. **Anais...** Curitiba-PR: UFPR, 2002.

JEONG, Y.-S. [et al.] (2009). **Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete**. Automation in Construction, Vol. 18, pp. 469-484 apud LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. *In*: BE2012-ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL, 2012, Porto (Portugal): 2012. p. 1-10.

KOELLN, Friedrich Pfeifer. **Tecnologia BIM na construção civil**: composição de custo direto. 2015. 92 folhas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2015.

LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. *In*: BE2012-ENCONTRO NACIONAL BETÃO ESTRUTURAL, 2012, Porto (Portugal): 2012. p. 1-10.

MARTINI, Gustavo. BIM e as políticas públicas no Brasil. Disponível em: <<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DO-BRASIL>> Acesso em: 24 set. 2020.

MARTINS, Paola Caliori Ferrari. **A interoperabilidade entre sistemas BIM e simulação ambiental computacional: estudo de caso**. 2011. 229 folhas. (Programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo) - Faculdade de arquitetura e urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

MASCHIO, J. R. BIM e sua importância na Construção Civil. Blog tecnológico. Disponível em: <<https://www.eng.com.br/artigo.cfm?id=6320&post=bim-e-sua-import%C3%A2ncia-na-construcao-civil>>. Acesso em: 05 set. 2020.

MATOS, Arilson et al. Aplicabilidade do software revit em projetos de engenharia e arquitetura. *In*: 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE, n. 1, 2018, Pampa. **Anais...** Pampa: 2018, v. 10.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2019.79-98 p.v.7.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.3, n. 1, p. 69-81, jan./mar 2003 apud KOELLN, Friedrich Pfeifer. **Tecnologia BIM na construção civil**: composição de custo direto. 2015. 92 folhas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2015.

NBIMS, National BIM Standard - United States, Disponível em: https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_FactSheet_2015.pdf, acesso em outubro, 2016.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos**: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora. 2016. 23 folhas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2016.

PORTAL 44 ARQUITETURA. Resíduos na construção civil: arquitetos podem mudar este cenário. Disponível em: <<http://44arquitetura.com.br/2016/05/residuos-na-construcao-civil-arquitetos-podem-mudar-este-cenario/>> Acesso em: 11 set. 2020.

REDAÇÃO PENSAMENTO VERDE. A importância da reutilização de materiais na construção civil. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-reutilizacao-materiais-construcao-civil/>> Acesso em: 10 set. 2020.

ROSSO, S. M. **Especial - BIM**: quem é quem. São Paulo: jul. 2011. v. 208 apud GILDA LÚCIA BAKKER BATISTA DE MENEZES. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Natal: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, 2011. 152-171 p.v.18.

SABOL, L. Challenges in cost estimating with Building Information Modeling. IFMA World Workplace. 2008 apud **A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. Santa Catarina: IJIE – Iberoamerican Journal of Industrial Engineering / Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, 2009. Semestral. ISSN 2175-8018.

SANTOS, Luís M.; COUTO, João Pedro. **Ferramentas e processos bim de avaliação e otimização energética em edifícios BIM**. Porto (Portugal): 2015. 174-178 p.

SCHEER, Sergio et al. Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura. 2007. 07f. Workshop Brasileiro de Gestão de Projetos da Construção Civil. Curitiba, 2007. Disponível em: ><http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-30.pdf>>. Acesso dia: 18/09/2011 apud FARINHA, Marcel Cassandri Romero. **Exemplo de compatibilização de projetos utilizando a plataforma BIM (Building Information Modeling)**. 2012. 115 fohas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2012.

DA SILVA, Fabiana Dias; SALGADO, Mônica Santos; DA SILVA, Carolina Mendonça. Plataforma BIM, retrofit e sustentabilidade ambiental: estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro. *In*: VII Encontro de tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, n. 2, 2015. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015. p. 1-12.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction*, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

TOBIN, J. Proto-Building: To BIM is to Build. AECbytes, 28 mai. 2008. Disponível em: < <http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html> > Acesso em: 3 out. 2008 apud DE ANDRADE, Max Lira Veras X.; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM**: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. *In*: IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, nº 9, 2009, São Carlos – SP. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. Universidade de São Paulo (São Paulo): p. 602- 613.

A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Santa Catarina: IJIE – Iberoamerican Journal of Industrial Engineering / Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, 2009. Semestral. ISSN 2175-8018.