

BIM MODELAGEM DE INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

WELLINGTON AUGUSTO FERREIRA¹
GABRIEL RIBEIRO SILVA²
PEDRO JOSÉ PAPANDRÉA³
MATHEUS COSTA PEREIRA⁴

RESUMO

BIM significa Modelagem da Informação da Construção, quando aplicada à construção civil não se limita só a modelagem 3D de projetos arquitetônicos e estruturais ela expande esses setores em vasta gama de informações bem maior, que podem ser constatados se comparado a um projeto de edificação convencional. A Modelagem da informação na construção é um dos mais revolucionários e promissores método de desenvolvimento de projeto presente hoje na área da indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção isso se deve ao fato de enxergar que o compartilhamento da informação e sua trabalhabilidade em fase de projeto como um importante método para reduzir de forma efetiva a correção de futuros erros e o retrabalho. Com o objetivo de demonstrar os diversos usos que os levantamento e compartilhamento desses dados obtidos por um modelo BIM podem gerar ao mercado da construção, minimizando através do fluxo e troca de informações o desperdício de recurso sejam eles de material ou de capital. A modelagem em BIM permite a representação digital das características físicas e também uma abordagem o uso dessa tecnologia no processo de modernização do método de construção acompanhado a tendência mundial de industrialização do método construtivo. Por esta razão pode-se constatar que esta mudança já transforma o setor, não afetando só os profissionais do ramo mais toda a cadeia produtiva envolvida no processo de edificação passando desde os fornecedores de matéria prima até a manutenção preventiva do pós-obra.

Palavras-chave: BIM, Industrialização da construção, Tecnologia.

¹ Graduado em Engenharia Civil. Centro Universitário UNA. engenhariacaetanoecruz@gmail.com.

² Graduado em Engenharia Civil. Centro Universitário UNA. gabrielribeirosrjc@gmail.com.

³ Doutor em Engenharia de Produção. Professor na Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL). pedro.papandrea@unifal-mg.edu.br.

⁴ Graduando em Engenharia Mecânica. Centro Universitário UNA. Graduando em Matemática. Universidade Cesumar (UNICESUMAR). matheusc_pereira@hotmail.com.

BIM INFORMATION MODELING IN THE BUILDING INDUSTRY

ABSTRACT

BIM stands for Building Information Modeling, and when applied to construction it is not only limited to 3D modeling of architectural and structural designs, it expands these sectors into a much wider range of information, which can be seen when compared to a conventional building project. Building Information Modeling is one of the most revolutionary and promising design development methods available today in the architecture, engineering, and construction industry. This is due to the fact that sharing information and working with it in the design phase is seen as an important method to effectively reduce future error correction and rework. In order to demonstrate the various uses that the survey and sharing of these data obtained by a BIM model can generate to the construction market, minimizing through the flow and exchange of information the waste of resources, whether they be material or capital. BIM modeling allows the digital representation of the physical characteristics and also an approach to the use of this technology in the process of modernization of the construction method following the global trend of industrialization of the construction method. For this reason, it can be seen that this change is already transforming the sector, not only affecting professionals in the industry but the entire production chain involved in the building process from suppliers of raw materials to preventive maintenance of the post-work.

Keywords: BIM, Construction industrialization, Technology

INTRODUÇÃO

A modelagem de informação vem sendo utilizada a um bom tempo em diversas áreas da engenharia, no entanto, quando se volta o olhar ao setor de construção civil nota-se uma determinada carência neste segmento, por esta razão o sistema BIM (*Building Information Modeling*), que significa Modelagem da Informação da Construção) tem obtido um marketing tão favorável, conseguindo exercer com maestria esta função.

A modelagem aplicada à construção civil não se limita só a projetos arquitetônicos e estruturais na verdade existe uma gama de informações bem maior que podem ser constados em um projeto de edificação, representar digitalmente as características físicas e funcionais de uma instalação através do compartilhamento de conhecimento e informação, obtendo uma base confiável de dados que facilitam as implementações e as tomadas de decisões de determinado empreendimento informações ligadas a diversas áreas de conhecimento como, por exemplo: informações de geologia com especificações sobre o terreno construído, informações ligadas à biologia com dados de determinada vegetação que deve ser realocada para execução da obra entre outra gama de profissionais que podem se beneficiar por este fluxo de informação durante todo o ciclo de vida do projeto.

Com o avanço da tecnologia em um mundo cada vez mais conectado à internet onde a informação é tratada como o novo petróleo do século 21, se fez necessário a adequação de todos os setores a esse novo mundo inclusive o da construção civil que por muito tempo permaneceu estagnado sem muitas inovações tecnológicas em seu processo. Com isso a modelagem BIM surge de forma natural para informatizar o uso dos dados físicos de uma construção em um ambiente digital essa automatização pode ser chamada de “Construção Digital” aonde todas as etapas da construção podem ser simuladas ainda em fase de projeto otimizando assim o custo de retrabalho proveniente de erros. Uma das principais diferenças entre o CAD 2D é a possibilidade de uma melhor visualização das coordenadas tridimensional que um modelo BIM

permite. Assim uma melhor precisão e uma assertividade detalhada de um projeto construtivo.

“O maior problema no planejamento e na construção é a incorreta visualização das informações do projeto (“o diabo está nos detalhes”). Se os projetos não forem totalmente visualizados, compreendidos e comunicados, não podem ser representados corretamente nos contratos e podem, conseqüentemente, criar problemas durante a construção”. (KYMMELL, 2008).

Tomando um exemplo de uma cidade com todas essas informações disponíveis a qualquer profissional a qualquer hora em um banco de dados, parece utópico, no entanto esta tecnologia já existe e ao longo de anos ela vem se popularizando e expandindo entre um grande número de profissionais adeptos a ela. O sistema ao BIM que aplicado à outra tecnologia o GIS (*Geographic Information System*), que significa Sistema de Informação Geográfica, permite a consulta de todos os dados possíveis de um determinado empreendimento em um acervo de dados digitais como o modelo arquitetônico em 3D.

Para Eastman *et. al.* (2008), modelagem da informação de construção é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção. Para Ferreira (2007), o BIM é mais que a modelagem de um produto, já que procura englobar todos os aspectos relativos à edificação: produtos, processos, documentos, entre outros.

A implementação de um sistema BIM em escritório de projeto reflete na alteração do método de trabalho convencional e, através dos recursos disponíveis. Este processo permite integrar de forma sistêmica várias fases do ciclo de vida de um projeto, com o gerenciamento de todas as informações disponíveis no projeto. Um modelo BIM serve como um recurso de conhecimento compartilhado sobre uma construção, formando uma base confiável para tomada de decisões ao longo do ciclo de vida da construção sua premissa básica é a colaboração entre diversas partes interessadas e envolvidas nas diferentes fases do ciclo de vida da edificação.

É preciso compreender o BIM como um amplo espectro de conceitos, atividades, técnicas, ferramentas e autores, reunidos em relacionamentos complexos

e distribuídos por todas as atividades inerentes à indústria da construção (EASTMAN *et. al.*, 2008). Conforme Turk (2001) e Hannus (1991) estudos sobre a BIM podem incluir trabalhos com abordagens tão diversas quanto à definição fenomenológica do termo “modelo” e a estruturação lógica do seu armazenamento em disco.

Este artigo tem como objetivo mostrar como os diversos usos que as informações obtidas por um modelo BIM podem minimizar o desperdício de recursos no mercado da construção civil através do fluxo de informações, representando digitalmente as características físicas e funcionais de uma instalação através do compartilhamento de conhecimento e informação, obtendo uma base confiável de dados que facilitam as implementações e as tomadas de decisões de determinado empreendimento.

1. REVISÃO DA LITERATURA

Este tópico tem como justificativa introduzir conceitos e demonstrar as diversas interações que as informações obtidas pelo uso de um modelo BIM podem agregar as demais tecnologias já existentes no mercado, maximizando dados do setor de construção civil e minimizando o desperdício de recursos.

2. INTERAÇÕES CAD E BIM

Gestão O CAD (*Computer Aided Design* ou desenho realizado pelo computador) é um sistema de desenho virtual amplamente disseminado no meio da construção civil e foi o responsável por uma revolução no modo de se projetar principalmente nas últimas 2 décadas, período em que o setor da computação evoluiu bastante, com o desenvolvimento de programas de softwares gráficos e com a popularização dessa tecnologia, permitiu que o processo que antes era inteiramente manual, começasse a ser feito em computadores tornando este processo muito mais rápido dinâmico e propício a uma taxa menor de erros dimensionais em projetos.

O surgimento dessa ferramenta poderosa permitiu um enorme avanço, desde o processo de elaboração de projetos em 2D (desenhos bidimensionais) até a modelagem em 3D (desenhos tridimensionais).

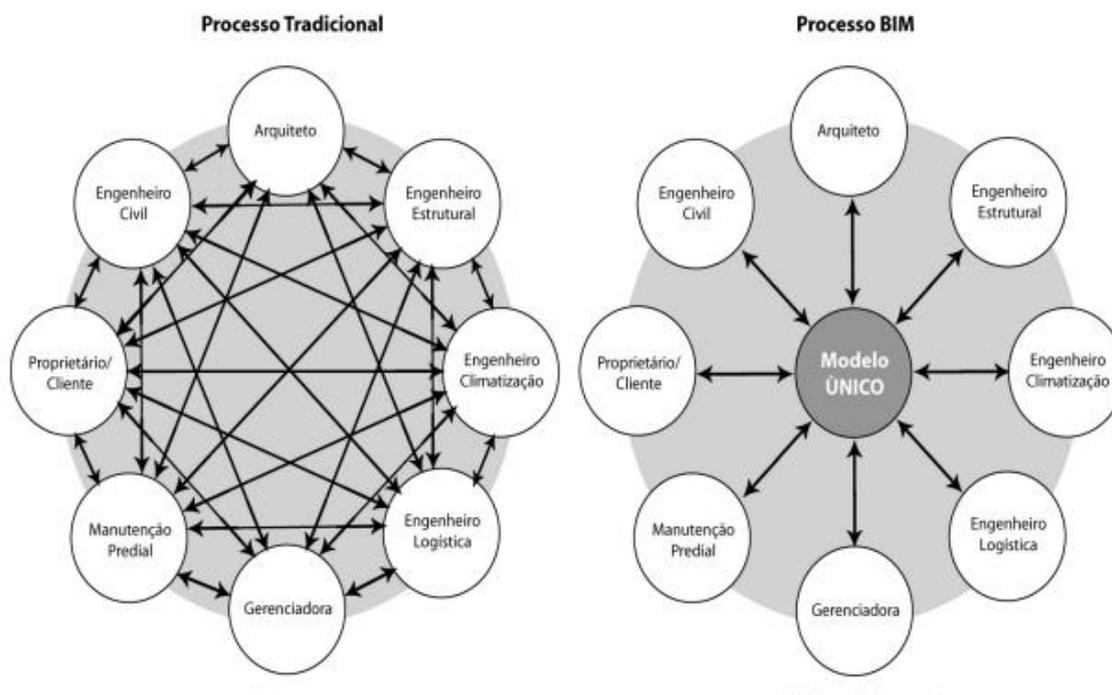
Apresentando vantagens em relação aos projetos feitos de maneira manual, melhorando a documentação e a apresentação do projeto como produto, incluindo no processo:

- Diminuição de tempo;
- Melhor gerenciamento;
- Consequentemente um aumento de produtividade.

Recentemente outra tecnologia tem obtido grande destaque e dividido os holofotes com o CAD, a tecnologia baseada em BIM, que trouxe grandes mudanças ao processo de projetar, desenvolvida sobre a plataforma CAD, o BIM nasceu como uma evolução do primeiro.

Proporcionando aperfeiçoar o trabalho em ambiente 3D e buscando integrar todas as fases do processo de produção em um só modelo, possibilitando uma análise mais profunda de toda a cadeia do processo de construção, antes que o projeto seja executado, já que ele permite a verificação de possíveis interferências, que são atualizadas conforme a introdução das alterações (REZENDE, 2008).

Figura 1 - Processo BIM como contraponto ao processo tradicional de projeto.



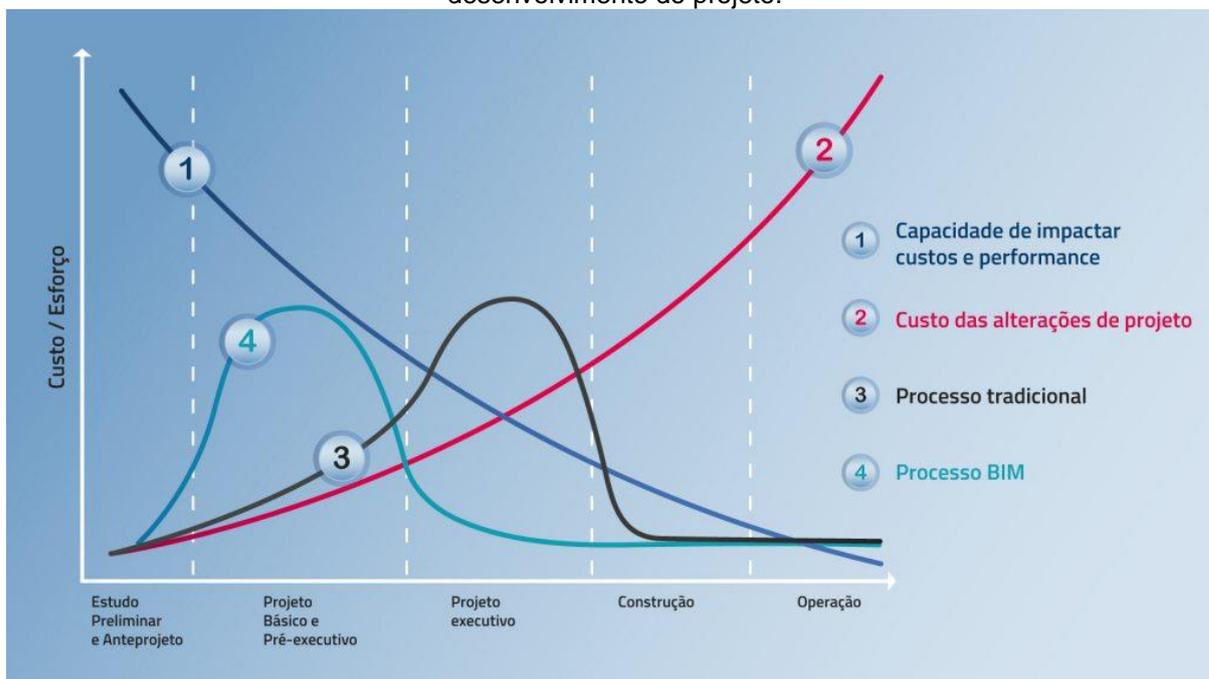
Fonte 1 - GOES e SANTOS (2011).

De acordo com Eastman *et. al.* (2008), é importante ressaltar que o BIM não é uma coisa ou tipo de *software*, mais sim uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção.

Pode-se definir essa nova técnica como uma maneira eficiente de reunir todas as informações de uma construção de forma integrada e organizada.

Além da possibilidade de integrar todas as informações em um único local a modelagem da informação da construção é mais que somente um desenho em 3D parametrizado, trata-se então, de uma forma para ordenar as informações através de um banco de dados.

Figura 2 - Curva de esforço do fluxo CAD x fluxo BIM: impactos das alterações no ciclo de desenvolvimento do projeto.



Fonte 2 - Guia AsBEA – Boas práticas em Bim.

Existem vários fatores que fazem com que os escritórios optem na adoção do BIM, por exemplo, a melhoria da qualidade do projeto, a redução de erros, a facilidade de modificação e apresentação do projeto e a diminuição no prazo de entrega do mesmo (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009).

No entanto Justi (2008) afirma que baseado em seu experimento no qual fez várias visitas a escritórios de arquitetura brasileiros, concluiu que a falta de um padrão para uso da tecnologia é um obstáculo para sua implantação.

No Brasil, tecnologia BIM ainda é pouco disseminada se comparada ao CAD, isso devido à resistência das empresas do setor em migrar para uma nova técnica e à escassez de profissionais qualificados no manuseio dos programas.

3. INTERAÇÕES SIG E BIM

Os Entre os recursos computacionais utilizado para gestão da informação e tomada de decisão, o Sistema de Informação Geográfico (SIG) ou *Geographic Information System* (GIS) destaca-se como um instrumento eficiente e bem difundido, se estabelecendo como principal instrumento na gestão da informação pública sendo utilizada nos meios da produção geográfica, cartográfica e de planejamento urbano e regional.

Por se tratar de uma base de dados digitais com múltiplas finalidades no qual se utiliza um sistema de coordenadas espaciais com referências e por conseguir aglomerar dados textuais (dados tabulares) e bases gráficas georreferenciadas (mapas, fotos aéreas e afins), consagra-se este como um sistema eficaz na tomada de decisão, ao possibilitar a livre manipulação dos dados através de pesquisas (queries) e combinação variada sempre sustentada por representação gráfica vetorial ou *raster* (FOOTE & LYNCH, 1995).

O BIM compartilha do mesmo princípio de integrar e consolidar um banco de dados, mas com enfoque no ciclo de vida de uma construção e sua relação com os demais componentes, amplamente utilizado com finalidade de otimizar a produtividade nas áreas de arquitetura, engenharia e construção (AEC), este programa tem característica colaborativa que lhe posiciona como um processo com grande potencial agregador a outras tecnologias já existentes no mercado (CRESPO; RUSCHEL, 2007; SUCCAR, 2013).

A interação entre o BIM e o GIS tem um grande potencial já comprovado por diversos autores em vários artigos científicos ao redor do mundo. Em especial pode-se citar que essa interação pode resultar em um sistema de mão dupla capaz de permitir obter dados mais precisos do consumo de recursos, da geração de resíduos, dos impactos nas redondezas da edificação e melhoria na gestão do empreendimento.

O objetivo dessa integração é estabelecer uma forte base durante os períodos de tomada de decisões sobre o planejamento urbano, revisão legal ou gestão de

crises urbanas, atribuindo assim com o surgimento de uma nova vertente para o setor da construção civil; o de realizar projetos e obras com mais celeridade e mais equilíbrio em relação ao ambiente. Autores como Cruz & Campos (2005), Oliveira (2009), Hergunsel (2011) e Nour (2011) confirmam em suas pesquisas que a capacidade de interação da informação que circula entre os dois processos pode ser facilmente estabelecida, com isso se obtém uma relação nítida entre ambos os métodos.

É possível delinear um vasto campo de aplicações entre as interações possíveis de BIM e GIS, são tão vastos que ainda não existe um procedimento padronizado e de consenso internacional. Abaixo a figura representa o fluxo contínuo de informação na integração do GIS mais o BIM.

Figura 3 - Fluxo contínuo de interação GIS + BIM.



Fonte 3 – Google imagens.

Filier (2019) afirma que a transformação que a sociedade está passando é um processo de evolução contínua tornando-se por consequência cada vez mais digital e orientada por dados. Esta mudança está diretamente apoiada ao melhoramento contínuo dos hardwares e o desenvolvimento de novas ferramentas de softwares.

Possibilitando uma melhor integração de processos e dados entre o BIM e o SIG como resultado se alcança mais eficiência uma melhor sustentabilidade e habitabilidade nas cidades, campi e locais de trabalho.

Para um maior entendimento entre essa interação entre estas 2 tecnologias Filier (2019) afirma também que se deve assumir cinco considerações são elas a seguintes:

- Explorar conceitualmente a letra “B” da sigla BIM – No inglês a letra B tem com significado a palavra “*Building*”, que representava o substantivo “construção” para uma melhor adequação deve se interpretá-lo como verbo neste contexto “Construir”;
 - A inexistência de um padrão, intercambiável e interoperável entre o GIS e BIM;
 - Os objetos BIM não oferecem necessariamente feições automáticas em SIG;
 - Inexistência de um formato único entre o BIM e o SIG;
- Possibilidade de uso direto do conteúdo BIM no GIS.
projeto.

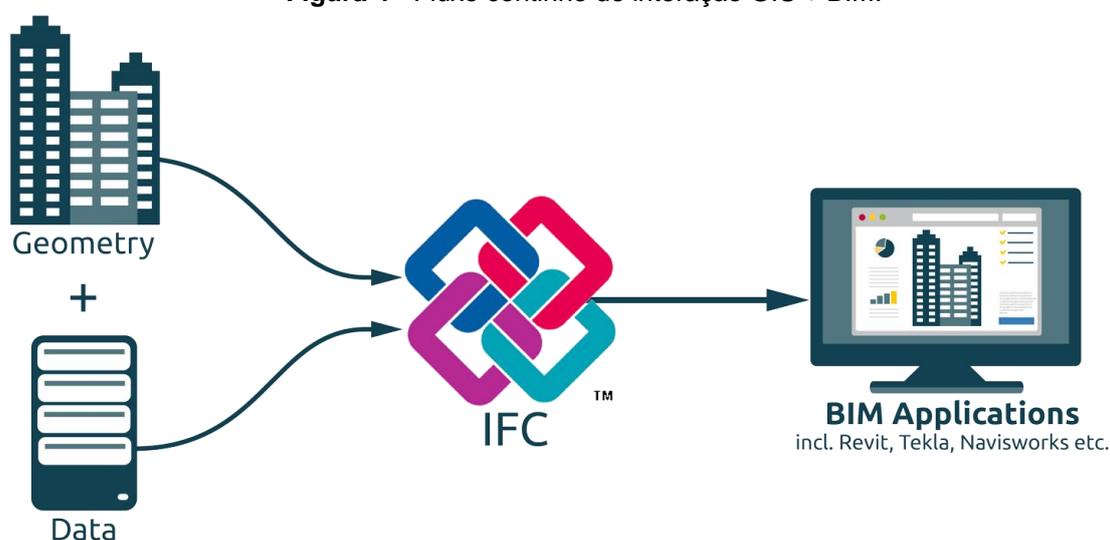
4. OPEN BIM E SUA INTERAÇÃO COM O IFC

O *Building Information Modelling* (BIM) é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção conforme foi definido pelo *National Institutes of Building Science* (NIBS).

Ele permite o armazenamento e o compartilhamento dos dados (informação) referentes ao projeto em um único modelo, que pode ser acessado e modificado a qualquer momento por qualquer integrante do processo independente do software utilizado pelo usuário, neste contexto o “*Open BIM*” surgiu como forma de garantir que acha comunicação entre todas as partes envolvidas do projeto de forma democrática, aberta e eficiente. Esse conceito iniciou uma série de padronizações entre as tecnologias digitais dá informação até chegar a um senso padrão o (IFC).

Devido à grande variedades de soluções que a tecnologia BIM disponibiliza aos seu usuários houve a necessidade da criação de um padrão único que permitisse a interoperabilidade destas informações com o objetivo de otimizar o processo e melhorar a colaboração entre equipes em um determinado empreendimento, sua popularidade se dá ao fato de ser utilizado por mais de 300 empresas do setor construtivo em diversos níveis tornado o open BIM por sua vez a solução mais popular da atualidade para e nicho de mercado.

Figura 4 - Fluxo contínuo de interação GIS + BIM.



Fonte 04 - Bim community, IFC: Why now?

O *Industry Foundation Classes* (IFC) é um padrão comum para o intercâmbio de informações nas indústrias da construção, esta extensão de arquivo permite aos profissionais da construção compartilhar informações independentemente do software que está usando.

Por se tratar de um padrão de arquivo neutro, aberto e sem fins lucrativos se torna uma alternativa muito interessante para o fluxo garantido assim uma linguagem única e uma maior possibilidade de colaboração entre vários profissionais. O formato foi criado pela *Building SMART International* e conta com o certificado como padrão

internacional oficial ISO 16739:2013, resumindo o IFC e o BIM estão tão entrelaçados que seus conceitos de definição se confundem como uma única tecnologia.

5. METODOLOGIA BIM NO SISTEMA DE ENSINO

Neste tópico abordaremos o uso da tecnologia BIM no processo de modernização da construção no Brasil e a lacuna existente no ensino da formação de novos profissionais da área. Apresentando através de revisão bibliográfica existem diversos artigos científicos sobre a experiência do BIM no sistema de ensino e sobre um diagnóstico parcial dessa metodologia no país e evidenciando a abrangência dos esforços da sua implementação neste contexto.

É importante entender que o BIM não é apenas uma tecnologia, defini-lo assim é uma visão simplificada de seu paradigma, dessa maneira e preciso enfatizar que o ensino deve ir além de somente uma capacitação em instrumentos de informática.

Como já mencionado ao longo de deste artigo o BIM traz inúmeras vantagens no processo de construção civil, independente de qual fase a obra se encontre (projeto, execução, manutenção) toda a cadeia se beneficia com sua aplicação. Ainda que o alto custo de implementação seja hoje um dos principais empecilhos para os que desejam adotar essa tecnologia, é importante enfatizar que o investimento feito com essa tecnologia acarreta numa maior produtividade. Porém outra característica dificulta a sua disseminação é a falta de profissionais qualificados a utilizar essa técnica inovadora.

Com a crescente difusão no cenário nacional, abre-se um precedente para discussão sobre as melhores formas de se integrar a metodologia BIM às práticas de ensino das grades curriculares das Instituições de Ensino Superior (IES). Mesmo esse programa estando em estágio de amadurecimento algumas instituições já começam a abordar o tema em seus cursos, porém na maioria dos casos o BIM é abordado como uma matéria isolada tendo exceções como, por exemplo, a que ocorre

quando se integra disciplinas de projeto arquitetônico e a de projeto estrutural (RUSCHEL; GUIMARÃES FILHO, 2008; RUSCHEL *et al.*,2010).

Segundo Moreira (2013) *apud* Salgado *et al.* (2014), as Instituições de Ensino Superior são fundamentais para o processo de inclusão do BIM no país, pois poderiam agregar à sua matriz curriculares preceitos teóricos e práticos para que a demanda por profissionais qualificados fosse atendida. Já para Ruschel *et al.* (2011), o primeiro passo é uma nova discussão dos currículos dos cursos de arquitetura e engenharia civil, para consolidação do BIM no ensino.

Segundo Checcucci (2014), a análise das matrizes curriculares dos cursos vigentes de graduação, deve ser feita de maneira a identificar as disciplinas nas quais o BIM pode ser incluído para ser discutido e trabalhado, além de auxiliar na inserção desta modelagem nestes cursos. Sacks e Barak (2010) asseguram que o ensino do BIM deve iniciar já nos primeiros anos da graduação e se estender durante todo o ciclo de formação do estudante.

Barison e Santos (2010) propõem uma classificação que relaciona o nível de especialidade e competência em BIM que um aluno deve possuir na prática, com esta estratégia de aprendizagem é possível nortear através de níveis de desenvolvimento dos cursos relacionando a complexidade em que os conceitos são abordados. Desta maneira os autores classificam os cursos em 3 níveis são eles: introdutório, intermediário e avançado.

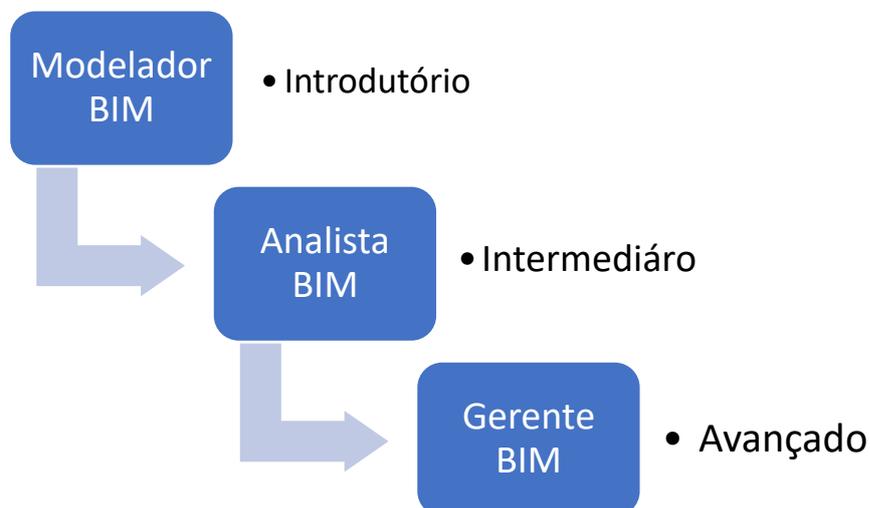
No nível introdutório ou modelador (facilitador): a finalidade está na capacitação dos alunos nas habilidades de modelagem e pode ser ministrado através de disciplinas de representação gráfica, neste modulo são abordados conceitos como extração de quantitativos, alteração de modelos, criação de componentes e princípios básicos de comunicação e interoperabilidade. Neste modulo sugere-se a prática de aulas com a modelagem simples de um edifício e a definição dos conceitos BIM.

No nível intermediário também mencionado na literatura como analista, neste nível o aluno já possui conhecimento de no mínimo uma ferramenta BIM e a disciplina deve conter um projeto multidisciplinar, projeto esse que deve ligar-se com a matéria

de tecnologia da construção. O conceito deste módulo é o aperfeiçoamento na utilização de técnicas de modelagem avançando na confecção de modelos focando nas técnicas de projeção que utilizem os métodos generativos e fórmulas com regras paramétricas, o que por sua vez exige conhecimento como o *scripting* ou programação computacional. Também se pode focar na análise ambiental ponderando decisões de redução do custo do projeto. Para tal é necessário que os alunos interajam em grupo de forma colaborativa.

No nível avançado ou gerente, neste nível o conteúdo deve focar na abordagem do gerenciamento da construção. A essa altura o aluno deve possuir o conhecimento das principais ferramentas BIM, os materiais de construção e as tecnologias construtivas. Este módulo tem como foco instruir o aluno de como este método deve o auxiliar no gerenciamento da construção focando-se na composição de equipes multidisciplinares que utilizem várias ferramentas de gerenciamento de maneira simultânea. Para um melhor entendimento se desenvolveu a figura 3 a fim de ilustrar todo o conceito.

Figura 3: Níveis de Maturidade BIM.



Fonte: Próprio autor deste artigo.

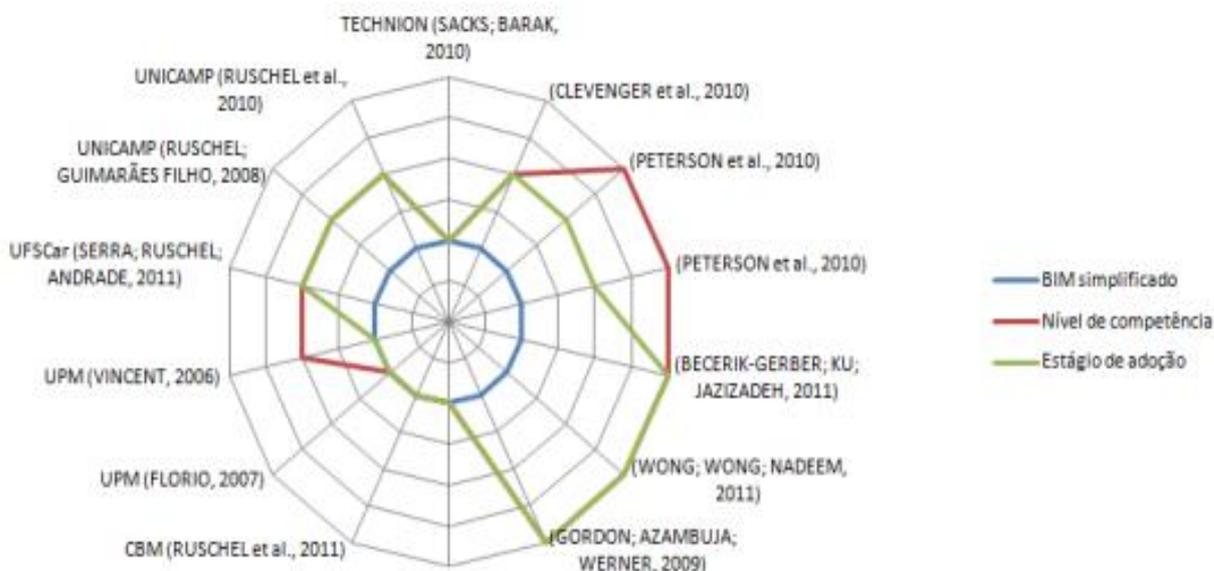
Sruccar (2009) faz referência em seu estudo à definição de que todas as fases do processo de projeto e disciplinas envolvidas como estágios para adoção do BIM caracterizando o processo em consequentes níveis de mudança em diversas áreas como nas políticas, processos e tecnologias.

O primeiro estágio da adoção, neste modulo se destaca a modelagem paramétrica, no segundo estágio de adoção, a ênfase se concentra no compartilhamento de informações multidisciplinares do modelo entre uma ou duas fases do projeto, englobando duas disciplinas e agentes diferentes, como, por exemplo, arquitetura e ao gerenciamento de custos.

No terceiro estágio de adoção de BIM, o foco está na criação compartilhada e colaborativa desses modelos de projeto, em toda a vida do empreendimento, envolvendo as fases de concepção, construção e operação, e as múltiplas disciplinas da área da AEC.

Para fechar a discussão e concluir este pensamento é importante ressaltar que as universidades têm um importante papel neste cenário, o de fazer com que a próxima geração de profissionais entenda BIM como uma tecnologia que agrega e suporta o trabalho colaborativo (LOCKLEY, 2011).

Figura 5: Classificação geral das experiências de ensino de BIM avaliadas ao nível de competência e estágio de adoção em comparação a uma visão restritiva da implementação de BIM.



Fonte 5: UFAL Andrade, 2007.

6. CONCLUSÃO

Levando-se em conta os aspectos argumentados ao longo deste artigo pode-se concluir que a modelagem da informação na construção civil surge para revolucionar de uma vez, o segmento da construção, seja, por sua integralidade a outras técnicas já existentes, ou seja, por suas inúmeras vantagens ao ser comparado aos modelos atuantes no mercado atual. Uma coisa é certa, o BIM surgiu para revolucionar o modo de se construir. Esta mudança já transforma o setor, não afetando somente os profissionais já atuantes no mercado mais também aqueles em formação; por esta razão é imprescindível que as instituições de ensino superior enxerguem a modelagem, não como algo para um futuro longínquo e sim uma realidade já presente no cotidiano dos profissionais de ponta do ramo. Citando o pensamento de Lockley

2011 como referência é importante ressaltar que as universidades têm um importante papel neste cenário, o de fazer com que a próxima geração de profissionais entenda o que é o BIM e como trabalhar a integralidade das diversas informações relacionadas à construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. L. V. X. **Computação Gráfica Tridimensional e Ensino de Arquitetura: uma experiência pedagógica**. In: GRAPHICA 2007: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 7., Curitiba, 2007. Anais... Curitiba: UFPR, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. (AsBEA). **Guia AsBEA – Boas Práticas em BIM. Fascículo II**. 2015. São Paulo. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>> . Acesso em: 26 de setembro de 2021

BIM COMMUNITY, **IFC: Why now**. Zigurat global institute of technology. Disponível em : < <https://www.bimcommunity.com/news/load/910/ifc-why-now> > Acesso em : 04 de outubro de 2021.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. TIC2007 - III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, RS: 1-9 p. 2007.

CRUZ, I.; CAMPOS, V. B. G. **Sistemas de Informações Geográficas aplicados á análise espacial em transportes, meio ambiente e ocupação do solo**. Rio de Transportes III. Rio de Janeiro, Brasil 2005.

COSTA, G. C. L. R da; et. al. **Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM**, Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, n. 2, p. 11-18, 2015 – ISSN 0101-5001.

FOOTE, K. E.; LYNCH, M. **Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts, and Definitions**. Boulder, USA, 1995. Disponível em: <<http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/intro/intro.html>>. Acesso em: 15 maio 2018.

EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken: Wiley, 2008, 490 p.

FERREIRA, S. L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa**. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais. Curitiba, 2007. CD-ROM.

FILIER, V. (2019). **5 Mitos e 5 fatos da Integração GIS e BIM**. Imagem/Esri. Obtido 26 de setembro de 2019, de <https://blog.img.com.br/transformacao-digital/5-mitos-e-5-fatos-da-integracao-gis-e-bim/>

GOES, Renata Heloisa; SANTOS, Eduardo Toledo. **Compatibilização de projetos: comparação entre o BIM e o CAD 2D**. In: TIC2011: 5º Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Construção Civil. Salvador, 2011.

HANNUS, M. **Implementation of object oriented product model applications**. In: **CIB W78 Workshop: The Computer Integrated Future**, 1991, Eindhoven. Disponível em: <<http://itc.scix.net/cgi-bin/works/Show?w78-1991-10>. Acessado em: 30 abril 2018.

HERGUNSEL, M. F. **Benefits of Building Information Modeling for construction managers and BIM based scheduling**. 2011. 95 (MSc). Civil & Environmental Engineering, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, UK.

JUSTI, A. R. **Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 3, n. 1, p. 140-152, maio 2008.

LEUSIN, Sérgio. Gerenciamento e coordenação de projetos BIM. 1. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2018

LOCKLEY, S. BIM and education. In: **RIBA ENTERPRISES LTD**. Building Information Modeling Report March 2011. London: NBS, 2011, p. 20-21. Disponível em: <http://www.thenbs.com/pdfs/bimResearchReport_2011-03.pdf > . Acesso em: 18 maio 2018.

NOUR, A. M. **The Potential of GIS Tools in Strategic Urban Plannig Process**; as an Approach for Sustainable Development in Egypt, Journal of Sustainable Development, v, 4, n,1, p.15, 2011. Disponível em <http://ccsenet.org/journal/index.php/jsd/article/view/8239/6820>. Acesso em: 16 maio 2018.

OLIVEIRA, M. R. **Potential of Building Information Modeling (BIM) system**. Innovative Developments in Design and Manufacturing: Advanced Research in Virtual and Rapid Prototyping. BARTOLO, P. J. D. S.; JORGE, M. A., *et al.* Leiria, Portugal: CRC Press: 695-700 p. 2009.

REZENDE, Paulo Emílio de. **Integração projeto-produção no processo de desenvolvimento de projeto: uma alternativa para melhoria da qualidade no setor da construção de OAE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SACKS, R.; BARAK, R. **Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education**. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. ASCE, v. 136, n. 1, 2010. p. 30-38. ISSN:1052-3928.

Disponível em: [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)EI.19435541.0000003](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)EI.19435541.0000003).
Acesso em: 18 maio 2018.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

SOUZA, Livia L. Alves de; AMORIM, Sérgio R. Leusin; LYRIO, Arnaldo de Magalhães. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 4, n. 2, p. 26-53, nov. 2009.

TURK, Z. **Phenomenological foundations of conceptual product modelling in architecture, engineering and construction**. Artificial Intelligence in Engineering, v. 15, n. 2, 2001, p.83-92.