



FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO
LTDA
ENGENHARIA CIVIL

LUCIANO DOMINGOS DE PAULA JUNIOR

O BIM NA ELABORAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS AEC E
GESTÕES DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILAR

PORTO NACIONAL-TO

2019

LUCIANO DOMINGOS DE PAULA JUNIOR

O BIM NA ELABORAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS AEC E
GESTÕES DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILAR

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Presidente
Antônio Carlos para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração:
Engenharia de análise e concepção
em projetos de edificações.

Orientador: Me. Douglas Freitas
Augusto dos Santos

PORTO NACIONAL-TO

2019

LUCIANO DOMINGOS DE PAULA JUNIOR

O BIM NA ELABORAÇÃO E ESTUDO DE VIABILIDADES PARA
CONCEPÇÃO DE PROJETOS E GESTÕES DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILAR

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Presidente Antônio Carlos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Projeto de pesquisa apresentado e defendido em ____/____/____ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Professor: Me. Douglas Freitas Augusto Dos Santos. (Orientador)

Professor: Diogo Luiz Quixabeira Camargo

Engenheiro Civil: Pedro Henrique Candido

PORTO NACIONAL-TO

2019

O impossível não é um fato, é apenas uma opinião.

MARIO SERGIO CORTELLA.

Lista de ilustrações

Figura 01- Fases do empreendimento.....	19.
Figura 02- Representação de LOD's.....	23.
Figura 03- Representação 3D.....	28.

Lista de tabelas

Tabela 01- Cronograma da monografia.....33.

Lista de abreviaturas

BIM- Building Information Modeling.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Abrainc- Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias.

FGV- Fundação Getulio Vargas.

CBIC- Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

PIB- Produto Interno Bruto

USP- Universidade de São Paulo.

IFC- Industry Foundation Classes.

AEC- Arquitetura, Engenharia e Construção.

NIBS– National Institute of Building Sciences.

IAI- International Alliance for Interoperability.

NBIMS- The National BIM Standard.

ISO- International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização).

RESUMO

A presente pesquisa de investigação ao analisar o relatório do economista da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a alta do PIB nacional foi inferior às expectativas, o investimento e o mercado de trabalho ainda estão fracos, devido principalmente à perda de dinamismo do setor da construção nos últimos anos. No intuito de aumentar o dinamismo, abordamos os estudos do tema, o uso da tecnologia BIM - (Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção), *com a qual é possível criar digitalmente um modelo virtual preciso de uma edificação*. Justifica-se proceder uma análise deste tema pois trata-se de uma tecnologia que possibilita testar, soluções previamente, a estrutura analisada virtualmente, em um modelo 3D unificado com todas as disciplinas, que profissionais diferentes trabalham simultaneamente em softwares distintos, e posteriormente unificando todos em uma plataforma única em base de dados IFC. Portanto ante o exposto surge um problema de pesquisa: Quais são os benefícios administrativos, tecnológicos, econômicos e humanos do uso da tecnologia BIM? Têm-se como objetivo geral da pesquisa: Analisar a aplicabilidade da tecnologia BIM na engenharia civil. Para estudo de pesquisa investigativa tais variáveis de estudos proporcionadas são administrativas, tecnológicas e humanas. Esses elementos fazem parte do cotidiano dos engenheiros civil em seus projetos de edificações.

Palavras-Chave: Gestão de Projetos; Concepção BIM; Projeto de edificação.

ABSTRACT

This research research, when analyzing the report of the economist of the Brazilian Chamber of Construction Industry (CBIC), the high of the national GDP was below expectations, the investment and the labor market are still weak, mainly due to the loss of dynamism of the construction sector in recent years. In order to increase the dynamism, we approach the studies of the theme, the use of BIM (Building Information Modeling) technology, with which it is possible to digitally create a precise virtual model of a building. It is justified to proceed with an analysis of this theme because it is a technology that allows testing, previously solutions, the structure analyzed virtually, in a unified 3D model with all disciplines, that different professionals work simultaneously on different software, and later unifying all on a single IFC database platform. Therefore, a research problem arises: What are the administrative, technological, economic and human benefits of using BIM technology? The general objective of the research is: To analyze the applicability of BIM technology in civil engineering. For study of investigative research such study variables provided are administrative, technological and human. These elements are part of the daily life of civil engineers in their building projects.

Keywords: Project Management; BIM conception; Building project.

Sumário

1. Introdução.....	12
1.1. Justificativa.....	Erro! Indicador não definido.
1.2. Objetivos	Erro! Indicador não definido.
1.2.1. Objetivo Geral	15
1.2.2. Objetivos Específicos	15
2. Referencial.....	16
2.1. Fluxograma de trabalho.	Erro! Indicador não definido.
2.2. BIM – “Building Information Modeling”	16
2.3. Relevancia na construção civil	18
2.4. Ds do BIM	19
2.5. Interoperabilidade.....	20
2.6. Níveis de LOD	23
2.7. Softwares Disponíveis.	25
2.8. Normativas Brasileiras	Erro! Indicador não definido.
3. Metodologia.	28
3.1. Fluxograma.	Erro! Indicador não definido.
3.2. Projeto Arquitetônico	29
3.3. Projeto Estrutural.....	30
3.4. Projetos Complementares.....	30

3.5. Justificativa.....	31
4. conclusão.....	32
4.1. Resultados Esperados	32
4.2. Considerações Finais.....	Erro! Indicador não definido.
5. Cronograma.....	33
Referencias.....	34

1. INTRODUÇÃO

Um levantamento feito pela Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (Abrainc) em parceria com a Fundação Getulio Vargas (FGV) aponta que o déficit de moradias cresceu 7% em apenas dez anos, de 2007 a 2017, tendo atingido 7,78 milhões de unidades habitacionais em 2017. Nota-se que tem um impacto diretamente na construção civil, com o déficit em crescimento e uma crise econômica na área, a busca por otimização dos processos construtivos e boas práticas na construção civil poderá ser o diferencial, social e econômico para as empresas atuantes na área.

Para o economista da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), Luís Fernando Melo Mendes, a alta do PIB nacional foi inferior às expectativas, mas mesmo assim precisa ser relativizada. “Apesar da redução das incertezas e da recuperação da confiança do consumidor e dos empresários, o investimento e o mercado de trabalho ainda estão fracos, devido principalmente à perda de dinamismo do setor da construção nos últimos anos”, explica.

Em estudos desenvolvidos na Escola Politécnica da USP concluíram que as perdas de materiais chegam a 8% e as perdas financeiras, inclusive aquelas relativas a custos de retrabalhos, chegam a 30%. (Matias, Fernandes, Cássia, 2018).

Com os números apresentados e as péssimas estáticas para o ramo, podemos concluir que, as empresas que investem no mercado para conseguirem inovar suas políticas de gestão da qualidade e rentabilidade, de seus investimentos elas devem passar por transformações completas, na gestão e concepções de projetos, para que tenham um verdadeiro avanço no cenário atual. Ao aderir uma nova tecnologia e romper paradigmas conseguiremos sobressair das estáticas.

No cenário atual seja ele acadêmico ou empresarial, o que mais se é discutido, e a relação à qualidade das edificações brasileiras e como alcançar um índice de aproveitamento maior e mais lucrativo, o que mais se destaca são os desperdícios de material e mão de obra, que está diretamente relacionado ao fluxo de trabalho entre o projetado e a execução.

Com isso o projeto se torna o meio de comunicação de informações do empreendimento para ser executado em obra. Porém informações e planejamento do projeto impactam diretamente na execução da obra, o mesmo deve conter todas as informações necessárias para o cumprimento de todas as atividades de maneira já prevista a ser executada, cuja em canteiro não apareça uma atividade que poderá comprometer um orçamento, exigir retrabalho, atrasar a entrega do projeto e alterar a qualidade do serviço.

A complexidade das edificações está em constante crescimento, envolvendo grande quantidade de profissionais e variáveis de projeto. Sendo que, a evolução da área da construção e da amplitude das edificações são fatores responsáveis pela formação de um novo cenário que exige condições para o desenvolvimento das atividades de forma colaborativa, uma vez que o método convencional de trabalho não é capaz de atender com eficiência esta nova demanda do setor (MELHADO, 1994).

A tecnologia BIM, está entrando no mercado da engenharia civil para transforma-la em uma engenharia industrializada e informatizada. Com esse avanço e a facilidade de acesso as informações, todos projetos estão tendo a necessidade de serem mais complexos para atender um público que se torna mais exigente a cada dia, devido a todas as inovações serem compartilhadas na internet os clientes querem essas implementações em seus projetos, tornando-os mais complexos e aumentando seu nível de dificuldade na hora da execução.

A nova tecnologia BIM, vem facilitando os processos de viabilidade técnica e econômica, prevendo erros, retrabalhos, alterações no projeto final, um orçamento global, facilitando visualização e a interpretação das informações. Apontar dentro do projeto, todas as etapas de um empreendimento construtivo, avaliando custo vs benefício, e com isso a arquitetura tem um grande impacto na hora da precificação, a compatibilização das partes estruturais, elétrica, hidráulica, sanitária entre os demais projetos complementares.

Atrasos no cronograma, está relacionado aos projetos incoerentes, que são detectados durante a execução ou muitas das vezes executado de forma inadequada buscando seguir o projeto. O aumento dos custos não previstos na construção, podem

ser tão altos ao ponto de inviabilizar o empreendimento devido a necessidade de retrabalhos provenientes de um projeto mal elaborado.

Redução da qualidade do produto final, com o surgimento de inconsistências do projetado para o executado ou o que está em processo de execução, levam as pessoas a fazerem alterações indevidas, que podem ser de grande impacto para a estrutura e o bom desempenho do mesmo, como exemplo os uma tubulação de esgoto passando dentro de uma viga encima de um pilar, buscando a solução mais fácil e cômoda, as pessoas envolvidas no processo decidem quebrar, furar ou fazer uma serie de conexões que fogem das especificações de norma e fabricante, no intuito de terminarem a obra com menor custo e dentro do prazo.

Com a modelagem 3D, que abrangem os dados geométricos X Y e Z, altura, largura e espessura, dentro das informações dos elementos temos os parâmetros do mesmo, como material, espessura, capacidade térmica, densidade, custo por volume ou metro quadrado, tempo de execução. Todos os elementos do projeto possuindo sua descrição e especificação.

Com isso possibilita o gestor do projeto, transformar todas as informações geradas pela a tecnologia BIM, em dados conseguindo realizar uma estática do empreendimento por completo, e com o mapeamento que e gerado através dessas estáticas, torna-se a administração mais eficiente do empreendimento, com isso aumentando todos os indices de lucratividade, rendimento de trabalho, garantia da qualidade do produto final entre outras como já citado anteriormente, tudo isso possibilita ao gestor ter uma visão mais crítica e detalhada do todo, assim aumentando a eficiência do trabalho da equipe dele.

Partindo desta premissa, que o cenário atual da construção civil está em crise, e as empresas precisam de algo para inovarem e consequentemente aumentarem seus ganhos, além de manter a qualidade do produto ou serviço final, conseguindo se manter no mercador e ser referência.

Nota-se que um ponto crítico na construção civil brasileira, que é visto uma deficiência na elaboração e estudo de concepção do empreendimento a ser executado, impactando diretamente no produto final concluído.

Então na busca da solução desses contratempos que acontecem em canteiros de obras, relevando em consideração uma estratégia com uma complexibilidade bem mais elevada com a intenção de resultados de alto desempenho, buscaremos por meio de uma análise de concepção em projetos de edificações, com alicerce da tecnologia BIM

1.1. OBJETIVO GERAL

Realizar o uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) na dimensão 3D, para uma edificação residencial de 04 pavimentos. Levando em consideração a interoperabilidade e a compatibilização, dos projetos arquitetônico, estrutural e complementares.

1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Exemplificar o fluxograma de desenvolvimento de um edifício residencial com base na tecnologia BIM.
- Realizar a elaboração do projeto Arquitetônico, Estrutural e Complementares através de softwares que utilizam a metodologia BIM.
- Realizar a compatibilização entre os projetos, através da ferramenta Naviswork Manage 2020.
- Verificar a Interoperabilidade entre as disciplinas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. BIM – “BUILDING INFORMATION MODELING”

Para Melhado (2001), em um ambiente de gestão de qualidade, o processo de projeto deve estar voltado ao atendimento das necessidades de informação de todos os clientes internos que atuam no ciclo de produção do empreendimento. Para Ferreira (2007), o projeto pode ser visto como uma forma organizada de informações que devem ser compartilhadas pelos intervenientes na construção do objeto.

No simples projeto de um edifício residencial, pode-se chegar a ter mais de 10.000 documentos (TURK et al., 1994).

A demanda por instalações sustentáveis de edifícios com mínimo impacto ambiental está aumentando (BISWAS et al., 2008; AUTODESK, Inc, 2009; AZHAR, 2010; AZHAR et al., 2010a).

O BIM (Building Information Modeling) é, de acordo com Eastman et al. (2008), “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção

BIM são softwares de bases de dados, em formato digital, de todos os aspectos a considerar na edificação de um projeto, permitindo a criação de um modelo visual 3D e facilitando a visualização do resultado final do projeto em estudo. Vem substituir a representação tradicional 2D, implementando visualizações de perspectivas em 3D e informações detalhadas sobre qualquer pormenor que o utilizador queira apontar. Por exemplo, num projeto pode-se querer indicar a utilização de um material, custo, resistência, etc... algo que não é possível nos modelos CAD tradicionais. (CARDOSO et al., 2012)

A Modelagem da Informação da Construção é caracterizado como uma inovação que consiste em um conjunto de ferramentas que possibilitam o desenvolvimento e gerenciamento mais eficaz dos processos relacionados aos setores da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), de forma a reduzir custos e aumentar a produtividade (KOELLN, 2015).

De acordo com Santos (2009), com o BIM é possível criar um modelo digital integrado que abrange todo o ciclo de vida da edificação, e envolve a modelagem das informações do edifício. O projetista alimenta o modelo com as informações de cada elemento durante todo o processo de projeto. Ao final, é possível visualizar o modelo com todas as suas características estabelecidas.

Segundo Souza et al. (2009), o conceito BIM surge como uma modelagem que objetiva a integração de todos os processos de construção do produto. É utilizado durante todo o ciclo de vida do edifício: projeto, construção, manutenção e demolição.

2.3. RELEVANCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

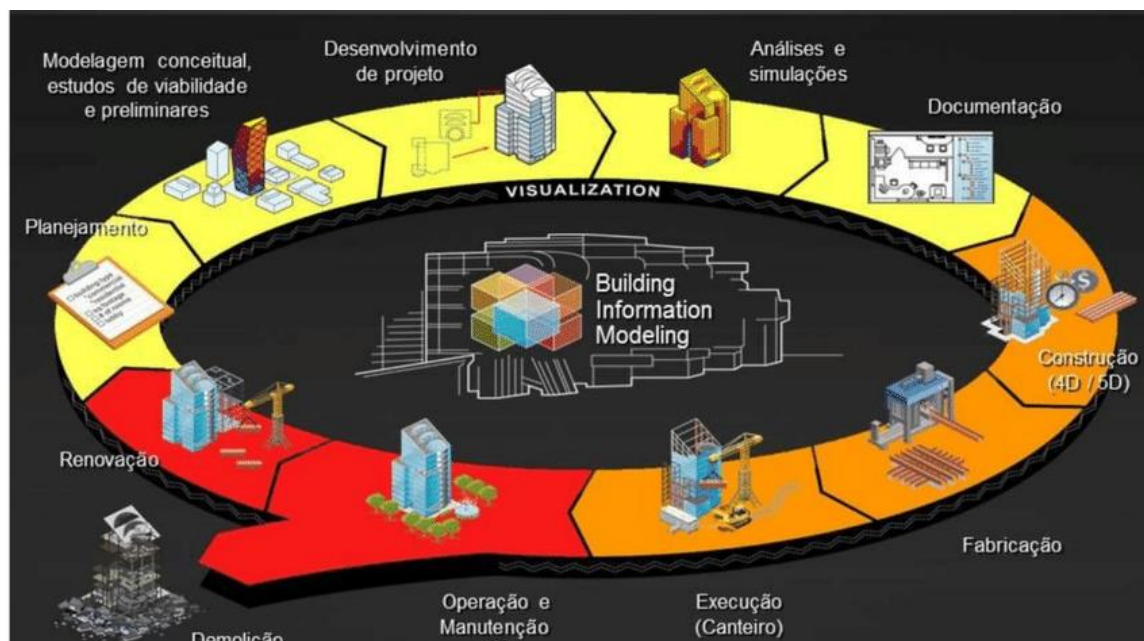
“Grande parte do desenvolvimento do BIM tem sido focada principalmente em atender às necessidades de empresas de arquitetura e engenharia. Uma de suas principais vantagens é a flexibilidade de permitir que os participantes do projeto personalizem elementos existentes ou criem novos, que podem ser incorporados ao design.” (KUBBA, 2012)

Eastman et al. (2014) analisam e definem aplicações do BIM a partir de quatro principais pontos de vista, sendo eles: anteprojeto, integração de serviços de engenharia, modelagem ao nível da construção e integração do projeto com a construção em si.

O BIM tem grandes benefícios. Uma é a capacidade das ferramentas BIM de detectar “colisões”, isto é, recursos de design incompatíveis e em conflito. Por exemplo, suponha que um cano de água projetado pelo engenheiro mecânico seja instalado de forma a passar por uma viga de aço projetada pelo engenheiro estrutural. O BIM permite que as equipes de projeto e construção identifiquem essas colisões eletronicamente, em vez de descobrir a colisão no local da construção. O resultado é economia de tempo e redução de pedidos de alteração de construção e custos relacionados. (SINOPOLI, 2010)

Com a tecnologia BIM, permite a construção da edificação inteira digital desde a suas concepções iniciais até a demolição ou renovação, com a possibilidade de colaboração integral da equipe, trabalhando com a interoperabilidade e compatibilização de todas as partes construtivas do empreendimento, até mesmo a gestão administrativa, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 01 – Fases do empreendimento.



Fonte: Basto (2016)

2.4. DIMENSÕES DO BIM

Os modelos BIM mais ambiciosos dizem-se "nD". Esta designação caracteriza o âmbito dimensional que vai além das clássicas três dimensões do espaço euclidiano. A quarta dimensão de um modelo BIM é o fator tempo. A capacidade de retratar o ciclo de vida da construção, estratificando o modelo por fases de execução da construção, permite uma visão única da evolução do edifício ao longo do tempo. (MONTEIRO, MARTINS, 2011).

BIM- 3D, gira em torno de um modelo de dados integrados a partir do qual as várias partes interessadas trabalham, tais como arquitetos, engenheiros, construtores, fabricantes. É o protótipo virtual da edificação. Aqui, todos os projetos estão representados em três dimensões, e seus elementos possuem informações que poderão ser utilizadas nas próximas etapas da concepção da edificação, como: planejamento, orçamento, gestão, operação, entre outros. Sendo que, este tipo de modelagem tem aplicação nos mais diversos métodos de concepção de projetos, trazendo vantagens significativas uma vez que o processo característico do BIM seja implantado (MASOTTI, 2014).

BIM- 4D é usado para atividades relacionadas com planejamento local de construção. A quarta dimensão do BIM permite que os participantes para extrair e visualizar o progresso de suas atividades por meio do ciclo de vida do projeto. A utilização da tecnologia 4D-BIM pode resultar em melhor controle sobre a detecção de conflitos ou sobre a complexidade das mudanças que ocorrem durante o curso de um projeto de construção. 4D BIM fornece métodos para gerenciar e visualizar informações de status da construção, alterar impactos, bem como apoiar a comunicação em várias situações, como informar a equipe de construção ou advertência sobre os riscos. HAMED (2015)

BIM- 5D orçamento. Após vincular o modelo ao planejamento com sequenciamento de tarefas e tempos, a próxima etapa é efetuar composições utilizando códigos dos sistemas de orçamentos como tcpo, caixa a partir dos quantitativos extraídos do modelo. Essa ação permite adicionar informações dos custos da obra aos elementos modelados. Entre os maiores benefícios gerados pelo uso da plataforma BIM estão a facilidade de compartilhamento de informação, melhor design, simulações 4D (Planejamento) e 5D (BIM 5D – Orçamento), rapidamente produzidas e com precisão, maior controle dos custos de vida da construção, maior previsibilidade do desempenho ambiental, documentação automatizada e melhor atendimento das requisições dos clientes devido à precisa visualização do projeto (AZHAR, HEIN e SKETO, 2008).

BIM 6D sustentabilidade. Com o modelo rico em informações dos seus elementos constituintes, chegou à etapa da análise de eficiência energética da edificação, que auxilia na tomada de decisão durante o processo de concepção de um edifício para que seu resultado seja o mais sustentável possível. Diversas ferramentas possibilitam essa ação, e o projetista pode simular distintos cenários para avaliar os resultados das suas definições e o impacto técnico e financeiro de forma rápida e econômica. (GONÇALVES JR, 2017)

BIM- 7D é utilizado pelos gestores na operação e manutenção das instalações durante todo o seu ciclo de vida. A sétima dimensão do BIM permite que os participantes para extrair e rastrear dados de ativos relevantes, tais como status do componente, especificações, manutenção / manuais de operação, datas de garantia etc. A utilização da tecnologia 7D-BIM pode resultar em mais fácil e rápida substituição

de peças, cumprindo e otimizado uma gestão racionalizada ciclo de vida de ativos ao longo do tempo. 7D BIM proporciona processos para o gerenciamento de subcontratante / fornecedor, facilitando a manutenção durante todo o ciclo de vida da construção. Nesta etapa, ainda não muito usada no Brasil, é que se enquadra a norma de desempenho para edificações, a NBR 15575. (HAMED, 2015)

2.5. INTEROPERABILIDADE

O modelo IFC foi desenvolvido com base num pressuposto de interatividade com o utilizador. O âmbito do modelo é demasiado abrangente para incluir todas as especificações existentes a nível mundial na indústria da construção, logo, o modelo foi estruturado de forma a possibilitar a entrada de informação de forma expedita. A alteração de entidades nucleares do modelo só pode ser feita segundo um rigoroso processo de avaliação e certificação, no entanto, a adição de propriedades pode ser realizada por cada utilizador sem precisar de submeter as especificações à buildingSMART, visto que todo o processo se desenvolve ao nível das aplicações de modelação BIM (MONTEIRO e MARTINS, 2011)

O processo de projeto envolve muitas fases e diferentes participantes. Estes necessitam trocar informações ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, da construção e do uso. Porém, dificuldades na troca da informação, devido à baixa interoperabilidade, aparecem como fatores limitantes do uso do BIM no processo de projeto. A interoperabilidade é aqui entendida como a capacidade de identificar os dados necessários para serem passados entre aplicativos (EASTMAN et al., 2008)

Os primeiros esforços no desenvolvimento do IFC surgem entre as doze principais organizações americanas ligadas à AEC, por meio da Industry Alliance for Interoperability, em 1994. Em seguida é expandido para a International Alliance for Interoperability (IAI) que é um consórcio internacional de empresas comerciais e instituições de pesquisa. Esta, inicialmente contava com sete países consorciados. Hoje conta com pelo menos vinte países (INTERNATIONAL ALLIANCE FOR INTEROPERABILITY, 2008a).

Portanto, o BIM é uma abordagem universal para projetos realizados em colaboração, sendo elaborados e gerenciados por padrões e fluxos de trabalhos

abertos. O IFC, por sua vez, é a extensão do arquivo que permite essa interoperabilidade. (Gonçalves, 2017).

IFC é um formato não proprietário, de arquitetura aberta, uma linguagem comum, utilizada para a troca entre modelos de diversos fabricantes. (ROUX et al., 2010)

O formato de arquivo IFC é certificado pela ISO e utilizado para viabilizar a interoperabilidade e o trabalho colaborativo na plataforma BIM. A ISO 10303-21:2016, ISO 10303-21: 2016, ISO 10303-21: 2016, ISO 16739-1: 2018.

2.6. NÍVEIS DE LOD

Em primeiro lugar, a especificação do LOD, Level of Development (em português, Nível de desenvolvimento), é uma ferramenta de referência criada para melhorar a qualidade de comunicação entre os usuários de BIM, Building Information Models (em português, Modelos da Informação da Construção), sobre as características dos elementos nos modelos. Os níveis mudam de acordo com as informações disponibilizadas em cada etapa. Estes níveis definirão o produto. (DAROS, 2019).

O conceito de LOD especificamente utilizado na tecnologia BIM foi inicialmente entendido como nível de detalhamento (Level Of Detail). Atualmente, o termo tem sido mais citado como nível de desenvolvimento (Level Of Development), o que significa uma ampliação do conceito inicial. (CBIC, 2016)

O LOD identifica qual a quantidade de informação que será obtida relativamente a um objeto do modelo, num dado momento. Esta quantidade de informação dos objetos de modelação cresce normalmente à medida que o projeto se aproxima da sua efetiva concretização. (ESTEVEES, 2012)

Por isso, os profissionais devem estabelecer um limite de detalhamento para que consigam realizar seu trabalho da melhor maneira. O LOD quantifica o nível de detalhamento que os elementos do projeto terão. Conforme a figura 2.

Figura 02- Representação de LOD's



Fonte: BESSONI (2013).

ND 100: O elemento do modelo pode ser graficamente representado como um símbolo ou outra representação genérica, mas não satisfaz os requerimentos para o ND 200. Informações relacionadas a outro

elemento do modelo (por exemplo, custo por metro quadrado) pode ser derivada.

ND 200: O elemento de modelo é graficamente representado como um sistema genérico, objeto, ou montagem com quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não-gráficas também podem ser anexadas ao elemento do modelo.

ND 300: O elemento do modelo é graficamente representado como um sistema específico, objeto ou montagem em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não-gráficas também podem ser anexadas ao elemento do modelo.

ND 350: O elemento do modelo é graficamente representado como um sistema específico, objeto ou montagem em termos de quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e interfaces com outros sistemas construtivos. Informações não-gráficas também podem ser anexadas ao elemento do modelo.

ND 400: O elemento do modelo é graficamente representado como um sistema específico em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação, com detalhamento, informações para pré-fabricação e detalhes de instalação. Informações não-gráficas também podem estar ligadas aos elementos do modelo.

ND 500: O elemento do modelo é uma representação de campo, verificada em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Informações não-gráficas também podem estar ligadas aos elementos do modelo. (BESSONI, 2013)

2.7. SOFTWARES DISPONÍVEIS.

A Autodesk, empresa norte-americana que desenvolveu o AutoCAD, solução mais utilizada na indústria da construção civil para desenhos 2D, também é a atual líder no mercado de softwares BIM no Brasil. Os seus produtos são mais especificamente direcionados para uso em fluxos de trabalho BIM no segmento de edificações.

Autodesk® Revit (modelação 3D), Autodesk® Robot™ Structural Analysis Pro (análise estrutural), Autodesk® Navisworks® Manage (análise de projetos), Autodesk® AutoCAD® MEP (projetos mecânicos).

ArchiCAD foi um dos primeiros softwares BIM desenvolvidos para arquitetos, em 1984, pela Graphisoft, empresa Húngara sediada em Budapest, que foi adquirida no ano de 2006 pelo grupo Nemetschek. A Nemetschek é uma empresa Alemã sediada em Munique e fundada em 1963 pelo professor Georg Nemetschek, que fez seu “IPO” em 1999, adquiriu o Vectorworks no ano 2000; a Graphisoft e o Scia em 2006; a Data Design System (DDS-CAD) em 2013; o BlueBeam em 2014; e o Solibri em 2015.

Scia Engineer NEMESTSCHEK (cálculo de estruturas), Allplan NEMESTSCHEK (modelação 3D), Solibri NEMESTSCHEK (análise de projetos), Archicad MEP Modeler (projetos mecânicos),

A Trimble é um conglomerado norte-americano fundado em 1978, listado na NASDAQ Stock Exchange, com sede em Sunnyvale, na Califórnia. Possui escritórios em 35 países e faturou 2.4 bilhões de dólares americanos em 2014. Ela atua nos setores da agricultura, construção civil, transportes, telecomunicações, mapeamentos, dentre outros, e declara-se líder no segmento de soluções baseadas em geolocalização utilizando as tecnologias GPS, laser, instrumentação óptica e dispositivos inerciais. O grupo tem um impressionante histórico de aquisições de empresas. Dentre as mais recentes relacionadas diretamente à plataforma BIM, estão: Tekla (2011), StruCad, Plancal, Sketchup e Vico Software (2012), Manhattan e Gehry Technologies (2014).

SketchUp (modelação 3D), Tekla – Tekla Structures (modelação de estruturas), Trimble Connect (software de compartilhamento), Trimble PipeDesigner 3D (modelação 3D)

A Bentley é uma empresa norte-americana fundada em 1984 que se declara líder no fornecimento de softwares para arquitetos, engenheiros, profissionais que atuam na área geoespacial, construtores e proprietários- investidores. Possui mais de 3 mil funcionários atuando em mais de 50 países e fatura mais que \$ 600 milhões de dólares americanos por ano. Desde 2006 já investiu mais de \$1 bilhão de dólares em pesquisas e desenvolvimentos e aquisições.

Autobid (Mechanical and SheetMetal) (projeto mecânico), AECOsim Building Designer -Architecture (modelagem 3D), AECOsim Building Designer -Structures (projeto estrutural), AECOsim Building Designer -MEP (projeto mecânico).

TQS (O TQS é um software brasileiro especializado em estruturas de concreto armado. A empresa foi fundada em 1986 por dois engenheiros associados, Nelson Covas e Abram Belk.

A Synchro Ltda. é uma empresa inglesa fundada em 2001 e sediada em Birmingham, no Reino Unido. Possui escritórios próprios em Boston, San Francisco, Rowayton e Londres e representações em diversos países. No Brasil, seu produto é representado pela Verano (<<http://www.verano.com.br>>), que também atua no Peru, no Equador, no México e na Colômbia. O Synchro é uma solução com alta capacidade de desenvolvimento de cronogramas e planejamento 4D baseado em BIM. É capaz de associar recursos às atividades programadas (mão de obra, equipamentos, materiais, etc.), realizar análises de riscos, verificação de folgas no planejamento das atividades, animações, comparações entre atividades planejadas e efetivamente executadas, dentre outras funcionalidades complexas. Além disso, integra-se com todas as principais ferramentas específicas de planejamento (MS-Project, Primavera, etc.).

Synchro (planejamento 4D)

A Archibus Inc. é uma empresa norte-americana sediada em Boston/USA que possui uma grande rede de parceiros em mais de 190 países e utiliza sua solução em

mais de 30 línguas. A empresa se declara líder no fornecimento de soluções para o mercado corporativo focadas para o CRE/FM (Corporate Real Estate/Facilities Management). A solução da empresa – de nome ARCHIBUS e que se intitula uma solução de EIM (Enterprise Information Modeling) – e que se integra às demais soluções BIM através de COBie e plug-ins para softwares proprietários como Autodesk Revit. As informações BIM são integradas a dados corporativos como financeiros, compliance, políticas internas, etc. e são distribuídas aos usuários de forma transparente para permitir segurança na tomada de decisões acerca dos ativos da empresa através da integração de todas as informações na forma de painéis situacionais, indicadores de performance, fluxos de trabalho automatizados, etc.

Archibus (gestão de facilites)

O Archibus fornece sistemas abrangentes para otimizar o seu ambiente construído, se você está acompanhando o crescimento, reduzindo os custos do portfólio ou otimizando o ambiente para trazer o melhor de seu pessoal. Comece simples e evolua para um sistema que mantém sua organização na vanguarda da inovação.

3. METODOLOGIA.

Analisar a concepção e compatibilização de um projeto de edificação residencial de 4 pavimentos com a metodologia BIM. Com o intuito de otimizar a compatibilização dos projetos, será adotado o software Revit da Autodesk, para a modelação arquitetônica, que será o primeiro passo para podemos prosseguir com o fluxo de trabalho das demais disciplinas.

Como se trata das fases iniciais do projeto, não é necessário que toda a arquitetura fique pronta para só depois dar início as demais etapas, o engenheiro de estruturas e complementares poderá iniciar a concepção e já comunicar possíveis interferências. Porém, como no Brasil ainda não é comum ter uma equipe multidisciplinar trabalhando em um mesmo ambiente, iremos adotar o fluxo comum nas maioria dos escritórios. Sendo assim, inicia-se pela arquitetura e após finalização, os projetos complementares e estrutural. O protótipo do projeto arquitetônico é apresentado conforme a Figura 3.

Figura 03- Representação 3D.



Fonte: Autoria Própria (2019)

A concepção estrutural será iniciada no Revit, após isso será exportado para o Robot Structural Analysis (ROBOT). Nesta fase, pode-se trabalhar com o IFC ou exportar diretamente através de um plug-in que pode ser encontrado no App Store da Autodesk, denominado Structural Analysis Toolkit. Este plug-in permite que exista uma conexão direta do Revit com o Robot, sendo que após a análise pode-se sincronizar para que os dados obtidos na análise sejam enviados para o Revit.

Os valores adotados na elaboração do projeto estrutural serão obtidos pela norma brasileira, entretanto é necessário configurar o programa, visto que, o ROBOT ainda não adotada em suas configurações padrões a NBR 6118 (2014). O projeto estrutural não será otimizado, devido o objetivo do trabalho ser a verificação de interferências, através da compatibilização e a interoperabilidade.

Os projetos complementares, que nesta edificação se enquadra o elétrico e a instalação hidrossanitária, será realizado no software Autodesk Revit MEP, que com a metodologia das famílias e hospedeiros nos possibilitara analisar com mais precisão a incompatibilidade com os elementos estruturais.

Após o termino dos projetos, com o software Autodesk Navisworks Manage, será navegado todos os projetos em uma única plataforma, possibilitando a verificação de interferências entre as disciplinas, e assim, realizando a compatibilização. Caso seja encontrado alguma interferência, o programa emitirá uma informação e com isso possibilitará um reajuste e correção ainda na fase do projeto, com um retrabalho e custo insignificante em comparação se fosse constatado na execução.

3.2. PROJETO ARQUITETÔNICO

Partindo-se da premissa de elaborar uma edificação residencial virtual, trabalhando no software Revit da Autodesk, com isso possibilita uma representação 3D real do que se busca construir, com vários níveis de detalhamento de acordo com a necessidade.

A Autodesk define o Revit, como solução desenvolvida especificamente para BIM, que permite o desenvolvimento de modelos com recursos para modelagem (arquitetônica, estrutural, sistemas prediais), anotação, documentação (layout e

impressão), levantamento de quantitativos, geração de legendas e tabelas, geração de câmeras e renderizações e geração de passeios interativos (“walkthroughs”). Possui capacidade de Associação Bidirecional: uma alteração em um ponto específico é uma alteração global. Neste software, todas as informações de modelos são armazenadas em um único banco de dados coordenado.

As revisões e alterações efetuadas nas informações são automaticamente atualizadas em todo o modelo, reduzindo significativamente a quantidade de erros e omissões. Esses componentes oferecem um sistema gráfico aberto para considerações de design e criação de formas, ao mesmo tempo em que fornecem a oportunidade de ajustar e expressar a intenção de design em níveis cada vez mais detalhados.

3.3. PROJETO ESTRUTURAL

A Autodesk define o Robot Structural Analysis Professional, o software como um navegador completo que oferece aos engenheiros estruturais, recursos avançados de análise e simulação de estruturas. O software oferece um fluxo de trabalho fácil, possibilitando que os engenheiros realizem com mais agilidade a simulação e a análise de diversas estruturas. Além de entregar um detalhamento preciso, sendo um software BIM possibilita a interoperabilidade com os outros softwares, sendo assim possibilitando um estudo de caso mais complexo de planejamento, desenhos em 3D entre outras facilidades que os demais softwares disponibilizam aos seus usuários.

3.4. PROJETOS COMPLEMENTARES

Autodesk® Revit® MEP auxilia os projetistas elétricos e hidráulicos, na representação do modelo que é concebido para o empreendimento em plantas 2D e 3D, impondo os conceitos da tecnologia BIM, que certos objetos necessitam de hospedeiros e os mesmos são especificados no projeto arquitetônico, com isso a coordenação dos materiais de construção que são aplicados nas paredes, temos todas as especificações e incompatibilidade de sobreposição dos mesmos. Sendo realizado o lançamento completo temos um modelo 3D que será avaliado a compatibilidade com o estrutural.

Autodesk® Navisworks® Manage é um navegador de projetos, após todos os projetos estarem completos, é feita a transição para o Navisworks, que analisa todas as famílias e objetos entre os projetos e unificando os mesmos. Com essa ferramenta a família dos materiais hidráulicos e elétricos não são permitidos ser colocados no mesmo lugar das famílias estruturais, que são os pilares, vigas etc. Caso ocorra essa junção destes itens é alertado automaticamente pelo o software, essa analisa todas as disciplinas.

3.5. JUSTIFICATIVA

A utilização dos softwares da linha Autodesk está na disponibilidade gratuita para acadêmicos e professores, por meio da versão estudantil, como a empresa trabalha com uma gama abrangente de produtos que trabalham com a tecnologia BIM isso facilitará o uso das ferramentas para o desenvolvimento deste projeto.

4. CONCLUSÃO

4.1. RESULTADOS ESPERADOS

Obter uma compatibilização dos projetos das diversas disciplinas do edifício, realizando a verificação de interferências entre as disciplinas e reparando a, buscando soluções prévias sem impactar atrasos durante a execução, comprometer orçamento com processos de retrabalho e desperdícios de materiais ocasionado por inconsistências com a mal compatibilização entre as disciplinas do projeto.

5. CRONOGRAMA

Cronograma de desenvolvimento e andamento da monografia. Conforme a Tabela 01.

Tabela 01-Tabela de cronograma.

Período	2019/2					2020/1				
Atividade	Meses					Meses				
	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Concepção do Projeto										
Revisão da literatura										
Metodologia										
Defesa do Projeto										
Desenvolvimento Arquitetônico										
Desenvolvimento Estrutural										
Desenvolvimento MEP, Hidráulico e Elétrico										
Interoperabilidade										
Compatibilização										
Análise dos Resultados										
Conclusão										
Redação Final										
Legendas		Executado			Em andamento			A executar		

Daros, 2019, Building Information Modeling, Revit, Tecnologia, O que é LOD em um projeto BIM?, (<https://utilizandobim.com/blog/o-que-e-lod-bim/>), acesso em 16 de novembro de 2019.

Definição de interoperabilidade de acordo com o Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Definição do American Institute of Steel Construction – AISC

EASTMAN et al. (2008), 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.

Everton (2014), (<https://chegamaispessoal.wordpress.com/category/obras-da-construcao-civil/>), acessado em 18 de novembro de 2019.

FARIA, RENATO. Construção Integrada. Techne. São Paulo, n. 127, p. 44-49, outubro 2007.

Fernando Melo, Eduardo Lima, AGÊNCIA CBIC 28/02/2019, PIB nacional cresce 1,1% em 2018, mas setor da construção encolhe pelo quinto ano consecutivo, (<https://cbic.org.br/33505-2/>) Fonte: IBGE

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.

HAMED (2015) BIM DO 3D AO 7D,

HAMED, 2015. BIM DO 3D AO 7D, Publicado em 12 12+00:00 outubro 12+00:00 2015 por Luciano Hamed, (<https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>), acessado em 17 de novembro de 2019.

HIPPERT, ARAÚJO, 2009. A contribuição do BIM para a representação do ambiente construído

Implementação BIM - Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção. - Brasília: CBIC, 2016.

INTERNATIONAL ALLIANCE FOR INTEROPERABILITY. BuildingSMART: Regional Alliances, 2008a. Disponível em: Acesso em: 14 mar. 2009

JAMES SINOPOLI, em Sinopoli, em Sistemas inteligentes de construção para arquitetos, proprietários e construtores, 2010 (<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/building-information-modeling>)

KOELLN, F. P. Tecnologia BIM na Construção Civil: Composição de Custo Direto. 2015. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2017.

Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para, 2014 (Por Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston)

MATIAS, FERNANDES, CÁSSIA, 2018. DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL Revista Campo do Saber – ISSN 2447 - 5 017

Melhado 1994 (Catálogo USP). Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.

MELHADO, S. B. Gestão, coordenação e integração para um novo modelo voltado a qualidade do processo de projeto na construção de edifícios. 2001. Tese (Livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MONTEIRO, MARTINS, 2011. Building Information Modeling (BIM) - teoria e aplicação.

NATSPEC 2011, p.24., BSA Singapore, 2012.USACE 2006. Rose, Margaret. 2015. "Interoperability". Tech Target for WhatIs.com.

O que é BIM? O presente ou o futuro? PUBLICADO POR INBEC EM MERCADO | ATUALIZADO [09/04/2019] CRIADO [09/04/2019] (<https://www.inbec.com.br/blog/o-que-bim-presente-futuro>), acesso em 16 de novembro de 2019.

Raic (2019), <https://twitter.com/rycardoantunes/status/1090744743640948737>, acessado em 18 de novembro de 2019.

RUSCHEL, R; DE ANDRADE, M; DE MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013. SOUZA, L.; AMORIM, S.; LYRIO, A. Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura – oportunidades no mercado imobiliário. Gestão & Tecnologia de Projetos, vol 4, nº 2, novembro 2009

Sam Kubba Ph.D., LEED AP , em Handbook of Green Building Design and Construction, 2012 (<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/building-information-modeling>)

SANTOS, Eduardo T. Building Information Modeling você realmente sabe o que é? In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios WBGPPCE, Curitiba, 2007, Disponível em: . Acesso em: 04 jul. 2009.

Seu futuro espaço de trabalho está evoluindo. Prepare-se para o sucesso na sua carreira com a Autodesk (<https://www.autodesk.com.br/education/free-educational-software>) Autodesk 2019.

Sistemas de automação industrial e integração - Representação e troca de dados do produto - Parte 21: Métodos de implementação: Codificação de texto não criptografado da estrutura de troca acessado em 17 de novembro de 2019.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M.. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. Revista Gestão & Tecnologia de Projetos – IAU USP, São Carlos, v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009.