

**REDE DE ENSINO DOCTUM
UNIDADE JOÃO MONLEVADE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GISELE GOMES DE ALMEIDA
PEDRO AUGUSTO ANASTÁCIO PINTO**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A
PLATAFORMA BIM**

**JOÃO MONLEVADE
2019**

**GISELE GOMES DE ALMEIDA
PEDRO AUGUSTO ANASTÁCIO PINTO**

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A
PLATAFORMA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil no curso de Engenharia Civil, da Faculdade Doctum de João Monlevade.

Orientador: Prof. Eduardo José Quaresma

JOÃO MONLEVADE

2019

GISELE GOMES DE ALMEIDA
PEDRO AUGUSTO ANASTÁCIO PINTO

ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel em Engenheiro Civil no curso de Engenharia Civil, da Faculdade Doctum de João Monlevade.

João Monlevade, 04 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Eduardo José Quaresma – Especialista- (Instituição Doctum) - Orientador


Prof. Bráulio Frances Barcelos - Especialista - (Instituição Doctum)


Douglas Cabral da Cruz - Especialista - (Instituição Doctum)

Agradecemos a Deus em primeiro lugar por ter nos concedido a honra de chegar até aqui, aos nossos pais, irmãos, amigos e familiares, o nosso muito obrigado. Sabemos que novos desafios serão traçados, mas sendo Deus o nosso guia, a vitória é garantida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por ter guiado nossos passos durante essa longa caminhada. Foi um caminho muito árduo que me nos fizeram valorizar ainda mais essa conquista. Agradecemos as nossas famílias, por nos darem todo apoio e por sonhar junto conosco, sabemos que essa conquista é deles também e sem eles nós não teríamos chegado até aqui. Aos nossos amigos que estão conosco em todos os momentos e aos amigos que fizemos durante o curso, no qual vamos levar por toda a vida. Aos professores e coordenadores que são os principais responsáveis pela nossa formação. A todos aqueles que diretamente e indiretamente nos ajudaram a essa missão o nosso muito obrigada. Que Deus abençoe a todos que fizeram parte dessa conquista.

“O conhecimento nos faz responsáveis.”

Che Guevara

RESUMO

A busca constante por facilidade de operação, redução de tempo e custos tem se tornado determinante na nova era tecnológica que se aplica nos tempos atuais. A área da construção civil no Brasil não absteve da tecnologia e vem passando por uma grande transformação devido às novas condições de avanço apresentadas que são diariamente motivadas pela grande competitividade do mercado. A procura por empreendimentos mais racionais se torna constante, a metodologia de produção da construção atravessa uma evolução no desenvolvimento de projetos que pretende minimizar falhas, melhorando a construção, aperfeiçoando recursos e ganhando em produtividade. Sobre esta perspectiva o projeto deste trabalho foi realizado. A demonstração de aplicabilidade da plataforma BIM (Building Information Modeling) está disposta no corpo deste projeto. Sua utilização na Engenharia Civil, bem como seus conceitos, etapas, vantagens e desvantagens, benefícios significativos e contraposição em projetos convencionais de planejamento, encontram-se descritos. Assim, o estudo de caso visa exemplificar o objeto da pesquisa através do princípio da interoperabilidade, por meio da plataforma do BIM, fazendo a junção dos projetos estrutural, elétrico e hidrossanitário de uma edificação de pavimento único. Portanto, o estudo de caso juntamente com a revisão dos conceitos do assunto tratado, comprovam as vantagens no ato da compatibilização de projetos na construção civil com o auxílio da metodologia BIM.

Palavras-chave: Plataforma. BIM (Building Information Modeling). Projetos.

Compatibilização

ABSTRACT

The constant search for ease of operation, reduction of time and costs has become determinant in the new technological age that applies today. The area of civil construction in Brazil has not abstained from technology and has been undergoing a major transformation due to the new conditions of advance presented that are daily motivated by the great competitiveness of the market. As demand for more rational developments becomes constant, the construction production methodology is undergoing an evolution in project development that aims to minimize failures, improve construction, improve resources and gain productivity. From this perspective the project of this work was carried out. The demonstration of applicability of the Building Information Modeling (BIM) platform is arranged in the body of this project. Its use in Civil Engineering, as well as its concepts, stages, advantages and disadvantages, significant benefits and counterposition in conventional planning projects, are described. Thus, the case study aims to exemplify the research object through the principle of interoperability, through the BIM platform, joining the structural, electrical and hydrosanitary projects of a single floor building. Therefore, the case study together with the review of the concepts of the treated subject, prove the advantages in the act of compatibility of projects in the civil construction with the aid of the BIM methodology.

Palavras-chave: Platform. BIM (Building Information Modeling). Projects.
compatibilization

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - BIM, representação virtual/BIM Project	15
Figura 2 - Interoperabilidade BIM	16
Figura 3 - Ciclo BIM	17
Figura 4 - Interface do Revit (2018).....	23
Figura 5 - Interface do Navisworks (2018).....	24
Figura 6 - Modelo 3D de um projeto estrutural desenvolvido no Eberick	25
Figura 7 - Modelo 3D de um projeto hidrossanitário	26
Figura 8 - Modelo 3D de um projeto elétrico desenvolvido no QiElétrico	26
Figura 9 - Projeto estrutural, hidrossanitário e elétrico integrado no QiBuilder	27
Figura 10 - Planta Baixa.....	30
Figura 11 – Render do projeto arquitetônico em 3D	31
Figura 12 - Modelo de um projeto 3D estrutural	32
Figura 13 - Modelo de um projeto 3D hidrossanitário	33
Figura 14- Modelo de um projeto 3D elétrico	33
Figura 15 - Interferência no projeto entre parede, tubulação e viga.....	35
Figura 16 - Interferência de tubulação de água fria com viga	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BDS	<i>Building Description System</i> - Sistema de Descrição da Construção
BIM	<i>Building Information Modeling</i> - Modelagem da Informação da Construção
TI	Tecnologia da Informação
PM	Project Model
DWG	Drawing file extension
DXF	Drawing Exchange Format
CAD	Computer Aided Design
IFC	Industry Foundation Classes

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 JUSTIFICATIVA	13
4 DESENVOLVIMENTO	14
4.1 BIM – CONCEITOS BÁSICOS.....	14
4.2 ETAPAS DO BIM	16
4.2.1 BIM 3D – O BIM do Modelo	17
4.2.2 BIM 4D – O BIM do Tempo	18
4.2.3 BIM 5D – O BIM do Custo	18
4.2.4 BIM 6D – O BIM do Operação	18
4.2.5 BIM 7D – O BIM da Sustentabilidade	18
4.3 PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	19
4.4 COMPATIBILIZAÇÕES DE PROJETOS.....	19
4.5 ETAPAS DE UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO.....	20
4.6 CONTRAPOSIÇÃO DE MÉTODO CONVENCIONAL E BIM.....	20
4.7 BENEFÍCIOS SIGNIFICATIVOS DO BIM.....	21
4.8 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIM	22
4.9 SOFTWARES DO BIM.....	23
4.9.1 Revit	23
4.9.2 Navisworks	23
4.9.3 Eberick	24
4.9.4 QiHidrossanitário	25
4.9.5 QiElétrico	26
4.9.6 QiBuilder	27
5 METODOLOGIA	28
5.1 CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA	28
5.2 OBJETOS DA PESQUISA	28
5.3 MATERIAIS E MÉTODOS	29
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	29
6.1 PROJETO ARQUITETÔNICO.....	30

6.2 PROJETO ESTRUTURAL	31
6.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO	32
6.4 PROJETO ELÉTRICO	33
6.5 PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO	34
7 CONCLUSÃO.....	37
8 REFERENCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais o planejar é cotidiano, seja para evitar desperdícios de tempo e/ou dinheiro, ela é fundamental para a realização de tarefas independente de serem de grande ou pequeno porte. Podem ser eles para afazeres rotineiros até a execução de um projeto em uma construção, suas formas são variadas, mas sabe-se que planejar é preciso.

Através do planejamento é possível, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, tramites, reavaliar processos, evitar desperdícios monetários e organizar ações; entre tantas outras infinitudes que serão utilizadas de acordo com a demanda do que será proposto.

Na construção civil não poderia ser diferente, todavia, o mesmo sofre muito com a falta de planejamento, com isso custos não planejados acabam por romper com o orçamento. Como conta Navarro (2018), “A falta de um adequado planejamento é responsável pelo desperdício de 15% nos custos das obras e no aumento dos níveis de insegurança do trabalho que passam a ter um percentual de probabilidade de ocorrência superior a 22%”. Esses fatores impedem o bom desenvolvimento da obra, gerar gastos excessivos, atrasos na entrega, e até mesmo prejuízos que tem atrapalhado o desenvolvimento de várias empresas.

Diante disso, o profissional tem a função de organizar, orientar e definir qual método construtivo a cada situação. Como ferramenta do planejamento a compatibilização de projetos veio para verificar analisar e constatar o que foi feito anteriormente por projetistas para que não haja interferências no que integra os projetos: elétrico, hidrossanitário e estrutural, por exemplo. Mais do que isso, a compatibilização deve integrar as soluções, desde arquitetônicas até instalações, sendo uma das grandes vantagens de se utilizar o BIM (JUNIOR, 2019).

O BIM vem como um novo conceito para projetos e construções, ele impõe o desenvolvimento de novas formas de colaborar, produzir e compartilhar o conhecimento. Lançado nos anos 2000, ele revolucionou o modo de planejar uma construção. Capaz de abordar o projeto em todas as suas particularidades, ele cria uma resolução 3D que muda totalmente o processo de produção, deixa o trabalho num tipo de realidade virtual.

O BIM é dividido em cinco níveis de plataforma: 3D, 4D, 5D, 6D e 7D. Cada plataforma foca num aspecto específico do projeto, onde há diferentes profundidades de utilização, com diferentes objetivos.

Mediante as interpretações acima descritas, este trabalho tratará das atribuições e competências do BIM em uma construção de pequeno porte que é uma facilidade da engenharia que se apresenta como a principal responsável para melhor definição de orçamento, aumento de produtividade e inibidora de desperdícios. Mostrar como o mesmo pode ser usado em qualquer tipo de empresa seja ela de pequeno ou grande porte, onde resultará em um planejamento detalhado e eficaz que pode resultar em ganhos consideráveis dentro do processo executivo da construção.

Para isso se faz necessário analisar a importância da aplicação do BIM numa edificação de pequeno porte e suas influências sobre a mesma, ao definir custos e evitar desperdícios ou furos no orçamento da obra, por visar sua funcionalidade e modelagem da informação da construção.

Tendo em vista que a importância do engenheiro civil em conhecer BIM como um tipo de ferramenta, a fim de aprimorar os processos de construção, evitando conflitos entre os projetos, reduzindo o custo final da obra e satisfazendo o cliente. Para fazer um bom planejamento atualmente, planejar é garantir de certa maneira a perpetuidade da empresa pela capacidade que os gerentes ganham de dar respostas rápidas e certas por meio do monitoramento da evolução do empreendimento e do eventual redirecionamento estratégico.

O BIM trabalha com a compatibilização de projetos que se resume em um modo de averiguar todos os projetos envolvidos para o desenvolvimento de uma edificação (arquitetônico, elétrico, estrutural, hidrossanitário), com a finalidade de gerar uma interface entre as disciplinas, buscando resolver as possíveis interferências ocorridas em um projeto com o outro, evitando que esses problemas sejam resolvidos durante a obra.

O desenvolvimento nos softwares Revit, Eberick, QiHidrossanitário, QiElétrico, QiBuilder e Navisworks, propiciará em suas análises com base na compatibilização dos projetos com auxílio da ferramenta de aplicação da metodologia BIM.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a importância da aplicação da plataforma BIM no que tange a compatibilização e suas influências sobre ela, destacando a modelagem de uma edificação de pequeno porte.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o BIM como uma ferramenta fundamental no planejamento de uma construção de pequeno porte;
- Analisar as vantagens e desvantagens do BIM numa construção de pequeno porte;
- Analisar a compatibilização de projetos.

3 JUSTIFICATIVA

Justifica-se para esta pesquisa no âmbito social a finalidade de apontar os fatores que desenvolvem um bom planejamento que seja compatível com o orçamento proposto, sendo assim é necessário ter uma boa compatibilização dos projetos que tem sido uma das causas mais problemáticas. Um bom planejamento permite, tomar decisões, alocar recursos, integrar e coordenar esforços e conhecimentos dos envolvidos, definir diretrizes para o projeto e criar bancos de dados, composições e parâmetros de controle de tempo e custo.

Na visão acadêmica o engenheiro civil é o profissional especializado, contratado para fazer um excelente planejamento e executá-lo. Além de ter aprendizado teórico e prático na instituição de ensino em que ele realizou graduação. A boa sobressalência do engenheiro no mercado faz com que a instituição tenda a destacar no meio de mercado de trabalho e conquistar uma melhor posição, mas, além disso, incentivando os acadêmicos conhecer novas ferramentas dando um novo olhar para o futuro da engenharia.

A importância do engenheiro civil em conhecer BIM como um tipo de ferramenta, para fazer um bom planejamento é de extrema importância nos dias atuais. Sendo assim planejar é garantir de certa maneira a perpetuidade da empresa pela capacidade que os gerentes ganham de dar respostas rápidas e certas por meio do monitoramento da evolução do empreendimento e do eventual redirecionamento estratégico.

4 DESENVOLVIMENTO

O trabalho realizado referente ao BIM, com o propósito de conhecer novas ferramentas para aplicar na engenharia civil melhorando ainda mais os desenvolvimentos dos projetos.

4.1 BIM – CONCEITOS BÁSICOS

A iniciação do BIM dá-se através da criação do conceito de BDS (*Building Description System* – Sistema de Descrição da Construção), em 1974, pelo professor Charles M. Eastman do Instituto de Tecnologia da Geórgia, juntamente com uma equipe de estudiosos.

Segundo o Portal Brasil Engenharia (2016), o BIM (*Building Information Model*) é um processo de projeto no qual diversos softwares reúnem em um arquivo 2D em comum todas as informações da obra e do projeto.

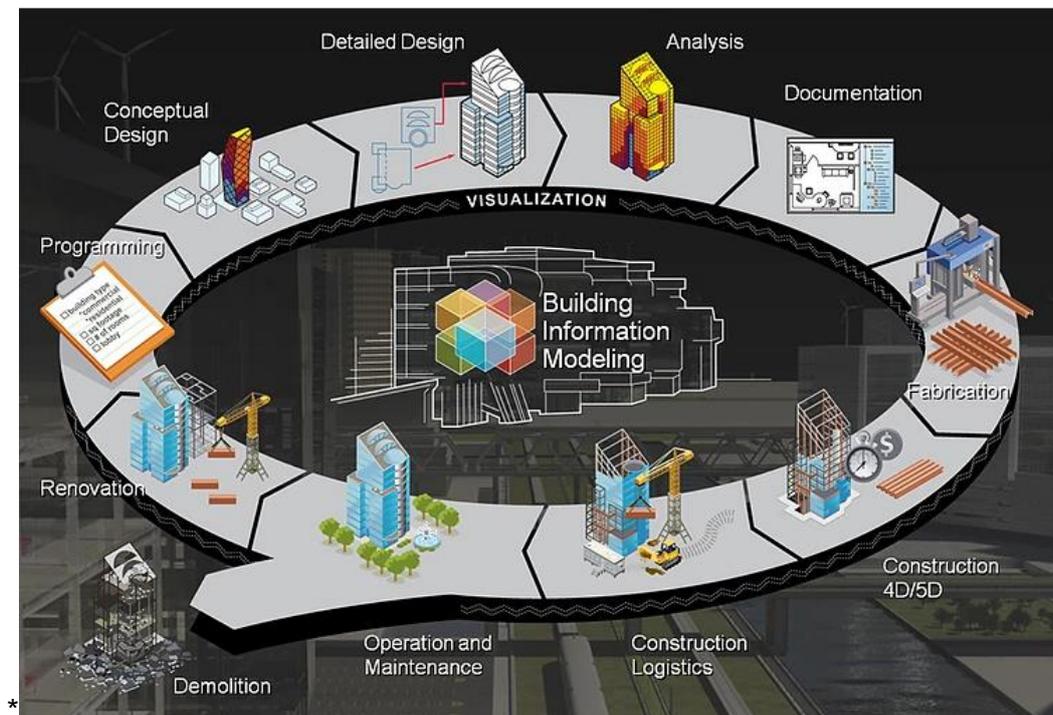
O conceito descrito pelo professor Eastman (1974, p. 5) “define-se pelo sistema iniciado com uma base de softwares de computadores, onde um edifício poderia melhorar pontos de desenho e facilitar a elaboração de um projeto e construção, tal como eliminar as fraquezas apresentadas”, representado na figura 1, onde pode se ter essa noção evidenciada em ilustração.

O novo conceito que havia então acabado de ser exposto abriu caminho para uma nova metodologia na gerência de projetos em formatos digitais ao longo da construção. “O avanço tecnológico permitia a retomada e verificação do processo evolutivo do projeto com o ato inovador que era dado em três dimensões no ambiente virtual, realizadas através de simulações e ferramentas de apoio”. (PENTTILÄ, 2006).

O conceito do BIM pressupõe a interoperabilidade e colaboração entre os profissionais da indústria da Arquitetura Engenharia e Construção (AEC). A ideia que sustenta o uso do BIM, na indústria da AEC, se apoia nos conceitos de parametrização, interoperabilidade e na colaboração entre os diversos profissionais deste setor (ANDRADE e RUSCHEL, 2009).

O BIM é, de acordo com Eastman et al. (2008, p.13), “uma tecnologia de modelagem e um grupo associado de processos para produção, comunicação e análise do modelo de construção”. Com esta definição, o BIM trata de tecnologia e processos que são utilizados num sentido de prática baseada em papel decisivo na melhoria das fases do projeto, conforme figura 1.

Figura 1 - BIM, representação virtual/BIM Project



Fonte: Spera Studio (2017)

A interoperabilidade que ocorre na plataforma BIM, facilita a compreensão e analogia numa troca de informações sem perdas significativas de informação bases do projeto que engloba uma equipe multidisciplinar como evidenciada na figura 2, exposta logo abaixo.

Figura 2 - Interoperabilidade BIM

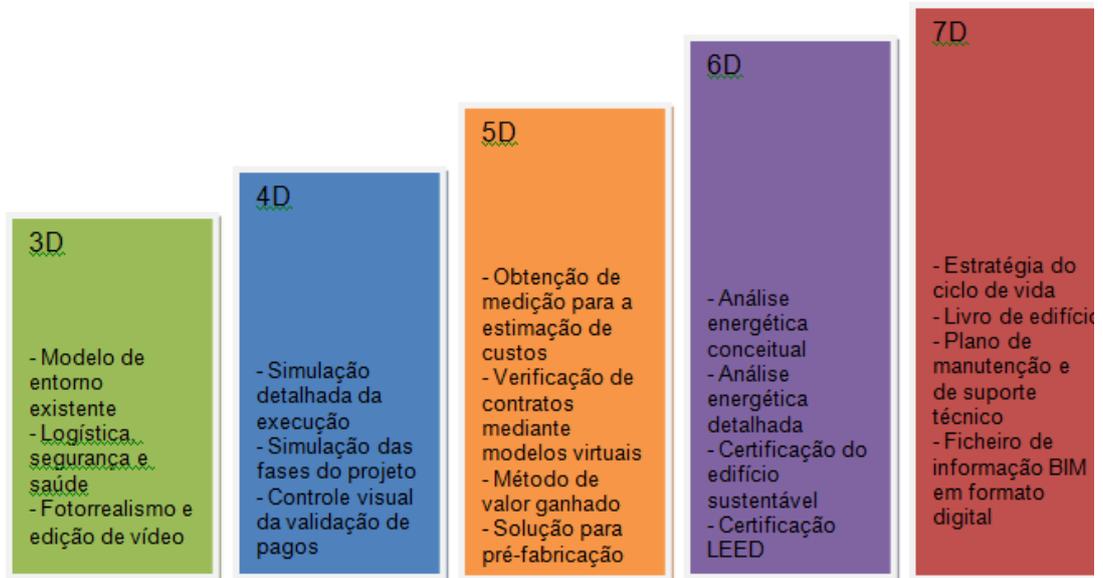


Fonte: QualifiCAD (2018)

4.2 ETAPAS DO BIM

Etapas ou plataformas são os níveis de divisão do modelo BIM. Ele é dividido em 3D, 4D, 5D, 6D e 7D e cada plataforma foca num aspecto específico do projeto, onde há diferentes profundidades de utilização, com diferentes objetivos, como apresentada na figura 3.

Figura 3 - Ciclo BIM



Fonte: Eleftheriadis (2019)

Os vários subconjuntos de BIM são seguidos em linhas de dimensões e Eastman e Karmeedan (2010) definiram essa capacidade multidimensional do BIM como modelagem 'nD', pois há capacidade de adicionar um número maior de dimensões dependendo do modelo de construção.

4.2.1 BIM 3D – O BIM do Modelo

Este nível de BIM foca na visualização em aspecto espacial, permitindo que as alterações realizadas sejam vistas no mesmo instante que são feitas. “O BIM 3D consiste na consolidação do projeto da obra em três dimensões e a utilização de todos os elementos necessários para a sua caracterização e posicionamento espacial”. (MATTOS, 2014, p.1)

4.2.2 BIM 4D – O BIM do Tempo

Esse segundo nível o de BIM, auxilia na gestão de conflitos, antecipando análises que seriam feitas apenas no momento de execução. No Bim 4D, os gráficos podem ser atrelados à obra, através disto torna-se possível ao gestor o acompanhamento do avanço físico da construção. Neste momento também é possível a gravação de pequenos filmes do processo evolutivo da obra. (MATTOS, 2014, p.1)

4.2.3 BIM 5D – O BIM do Custo

Nesta etapa, o orçamentista é de fundamental importância, este momento é dado ao valor monetário. Nesta etapa é possível agregar valores ao projeto no que tange a dados de custo. Ainda é possível realizar alterações físicas, como por exemplo, as de dimensões, que refletirão na alteração de dados de custos, visto que o orçamento é crucial para o planejamento de obra (TERESINHO, 2014).

4.2.4 BIM 6D – O BIM do Operação

Aqui serão trabalhados o consumo de energia da obra. Serão abordadas as *Facilities Management*, que são as Gestões de Facilidade, onde acontecerão os controles através da plataforma. A integralidade entre os gestores da obra torna-se fundamental, e o fornecimento de dados dos equipamentos da obra tornam-se muito relevantes, tais como: garantias dos equipamentos e planos de manutenção, dados e serviços fornecidos (SUCCAR, 2010, p.11).

4.2.5 BIM 7D – O BIM da Sustentabilidade

Nesse nível há um foco na manutenção das instalações, resultando em benefícios como a substituição mais rápida das peças. Tem grande serventia para os líderes de projetos que precisam gerenciar todo o tempo de vida de um empreendimento e aplicar nele as possíveis variáveis que podem interferir no desenvolvimento do projeto em questão. Substituições necessárias são feitas com rapidez sem variar de acordo com a situação de demanda; a escolha sempre será

favorável àquelas que tiverem um comprometimento com o meio sustentável de compromisso com o meio ambiente. Geralmente empresas fornecedoras que não possuem esse vínculo são descartadas do meio de escolha. (CARVALHO, 2017)

4.3 PLANEJAMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Através de um planejamento, situações negativas futuras e possíveis mudanças inclusive para a melhoria, as negativas podem ser evitadas e quando isso não é possível, podem ser contornadas e corrigidas. O planejamento de obras tem como objetivo principal prever os riscos, inconformidades e os impactos positivos e negativos da construção do projeto, seja para a construtora ou para os clientes envolvidos. (ALVES, 2017)

Para Ferreira (2017,p.1), “o planejamento é de fundamental importância, pois executar um projeto implica em realizar algo que nunca foi feito antes. O ideal é que se utilizem padrões de planejamento disponíveis na empresa, o que facilitará bastante o trabalho”.

4.4 COMPATIBILIZAÇÕES DE PROJETOS

Com o mercado da construção cada vez mais acirrado, a compatibilidade de projetos se faz necessária, uma vez que sua consistência é justamente analisar em sobreposição os projetos antecedentemente à construção. Entretanto mesmo com o avanço da tecnologia da construção civil, a falta de compatibilidade entre projetos torna-se recorrente. Ao se apresentar um problema a solução deve ser aplicada. A compatibilização de projetos é justa posta com o objetivo de uma investigação e interferência para que o problema apresentado seja solucionado (MELHADO, 2005).

O BIM proporciona a compatibilização de projetos, uma vantagem alarmante sobre as metodologias convencionais. A plataforma propicia a identificação de interferências entre os projetos automaticamente e ainda comunica as partes que necessitam por mais detalhamento. Tal ferramenta, ao longo do processo de concepção do projeto, impede falhas, perdas de tempo e material, e de execuções

de retrabalhos, porquanto, as interferências foram extintas no início e no desenvolver do projeto (EASTMAN et al., 2008).

O uso da plataforma BIM na preparação de projetos altera de forma positiva a fluidez de informações e execuções, ligação entre os projetistas e o dirigente de projeto, proporcionando uma organização efetiva na metodologia do design, visto como um processo integrador, como dito anteriormente (COSTA, 2013).

4.5 ETAPAS DE UM PROJETO DE CONSTRUÇÃO

Para uma boa execução do projeto de construção, existem critérios a serem avaliados para que suas etapas sejam cumpridas. Nas etapas do planejamento deve estar incluído o plano diretor de toda a obra (longo prazo), estudos de viabilidade, orçamento inicial e um plano de ação com foco nas equipes envolvidas, nos prazos e nos serviços necessários em cada etapa da obra.

Suas subdivisões são: estudo de viabilidade de obra, orçamento de obra, cronograma físico-financeiro, regularização da obra, acompanhamento de atividades da obra, ajustando os prazos, acabamento e licenciamento (SANT'ANA, 2016).

4.6 CONTRAPOSIÇÕES DE MÉTODO CONVENCIONAL E BIM

Fator de grande impacto, a elaboração de projetos é parâmetro que influencia diretamente no valor do empreendimento, e se baseiam na quantidade produzida e tempo trabalhado do profissional AEC.

A prática mais comum em escritórios AEC é fazer uso de programas computacionais baseados em tecnologia CAD 2D e 3D. Para elaboração dos projetos através deste método são feitos uso dos programas mais utilizados por profissionais da construção civil, de maneira a realizar a avaliação tanto quanto mais fiel possível. (NUNES, 2015)

A modelagem BIM é associada à interoperabilidade e compartilhamento de informação. Permite representar, de maneira consistente e coordenada todas as informações e etapas de uma construção: do estudo preliminar à demolição. (LEÃO, 2013)

Melhora do desempenho da edificação, cronograma detalhado e eficaz que reduz o tempo de obra, estimativa de custos confiáveis e controle da edificação são

categorias de benefícios proporcionados ao cliente ao utilizar um modelo BIM. (EASTMAN et. al. 2014)

4.7 BENEFÍCIOS SIGNIFICATIVOS DO BIM

A definição de Succar (2004) de BIM destaca sua visão holística da natureza, que inclui não apenas software que permite a modelagem geométrica e a entrada de informações, mas também ferramentas e processos relacionados ao gerenciamento de projetos (PM). Assim sendo, tendo uma perspectiva holística do BIM coloca-o firmemente no domínio de construção PM. Tem um uso potencial para construção gerentes de projeto para melhorar a colaboração entre as partes interessadas, reduzindo o tempo necessário para a documentação do projeto e, portanto, produzir resultados benéficos do projeto.

Ao se tratar de BIM é sabido que se trata de uma tecnologia emergente e que melhora o desempenho e funcionalidade de projetos de obras de construções. Os benefícios da implementação de processos BIM e tecnologias têm sido amplamente adotadas e incluem: “uma redução custos de construção, melhoria da qualidade das informações de projeto, integração de sistemas de projetos, dados e equipes, uma propensão reduzida à mudança pedidos, interoperabilidade aprimorada e gerenciamento de ativos de ciclo de vida completo”. (LOVE et al., 2014, p.1)

As gerências que trabalham com a plataforma BIM relatam que “o processo de organização e gestão dos potenciais de benefícios decorrentes do investimento em mudança são realmente alcançados”. O BIM é um ciclo de realizações composto pela integração (que é a mudança de gestão, é ela que condiz acerca interoperabilidade), capacidade (que é o momento de governança, os gestores dos projetos), benefícios (visualização do desempenho que é dado ao longo do projeto, tendo inclusive percepções de situações futuras) e alinhamento (que são as partes interessadas, os investidores, os proprietários de ativos). São ações que trabalham juntas e que possuem a função da realização com benefícios sob a função da plataforma de projetos, importando-se com a percepção e valorização dos ativos empregados pelos proprietários investidores.

Cada uma das partes do ciclo de realizações (governança, medição de desempenho, gerenciamento de mudanças e gerenciamento de partes interessadas), funciona como suporte e um papel de fundamental capacitação do

BIM, na determinação do valor do negócio, e na aplicação de ativos estratégicos. Seus pontos de benefícios ficam assim definidos:

- um mandato claro e escopo (por exemplo, plano de execução BIM);
- linhas explícitas de prestação de contas (por exemplo, departamento de TI pode ser responsável);
- para a implementação e integração de um modelo de construção na organização, mas não os benefícios;
- medição de desempenho (por exemplo, identificar os resultados para medir e determinar como eles serão medidos e tomar medidas com base);
- em medições através do processo de governança;
- alinhamento com um esquema de recompensa / incentivo. (LOVE et al., 2014, p.5)

4.8 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIM

Um das maiores vantagens apresentadas a utilização da tecnologia BIM, está empregada nos monitoramentos de erro e a possibilidade de alteração do projeto, com informações associadas a parametrização dos objetos. Tal ação propicia a correção automática, baixando ou evitando perda tempo e desgaste financeiro (SOUZA et al., 2009).

Ferreira (2001) evidencia que as benevolências apresentadas pelo BIM ultrapassam aspectos básicos diversos de uma modelagem de empreendimento, alcançando os aspectos pertinentes do empreendimento, alcançando seus produtos e processos, e até mesmo a documentação.

Por fim para Oliveira (2015), sua potencialidade notável aplica-se a possibilidade de alterações em cronograma de obra e alterações de planta, que acarretam na diminuição de tempo comparado a uma mudança manual dos desenhos.

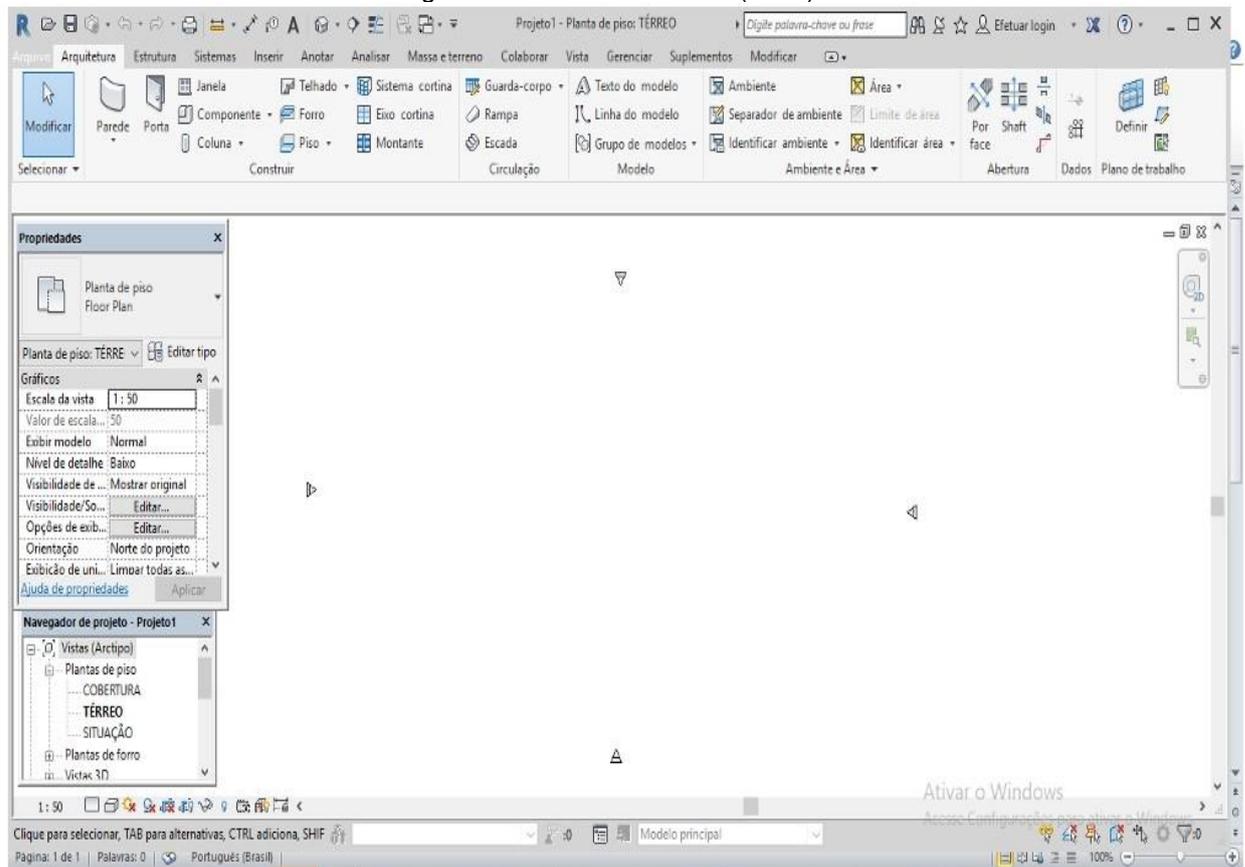
Todavia a desvantagem apresentada pelo BIM concentra-se na utilização de softwares, na aceitação do usuário em trabalhar com a plataforma, bem como seu alto custo de aquisição, softwares com padrões construtivos internacionais, e necessidade de mão de obra qualificada e treinada (SOUZA et al., 2009).

4.9 SOFTWARES DO BIM

4.9.1 Revit

Produzido em 2000 pela *Autodesk*, este software fundamenta-se na modelagem e documentação de projetos no que tange a desenhos e tabelas para construção. Esse software propicia ao operante o desenvolvimento da construção desde a concepção até a elaboração (CADS, 2015; BORTOLOTTI, 2014), Interface representada na figura 4.

Figura 4 - Interface do Revit (2018)

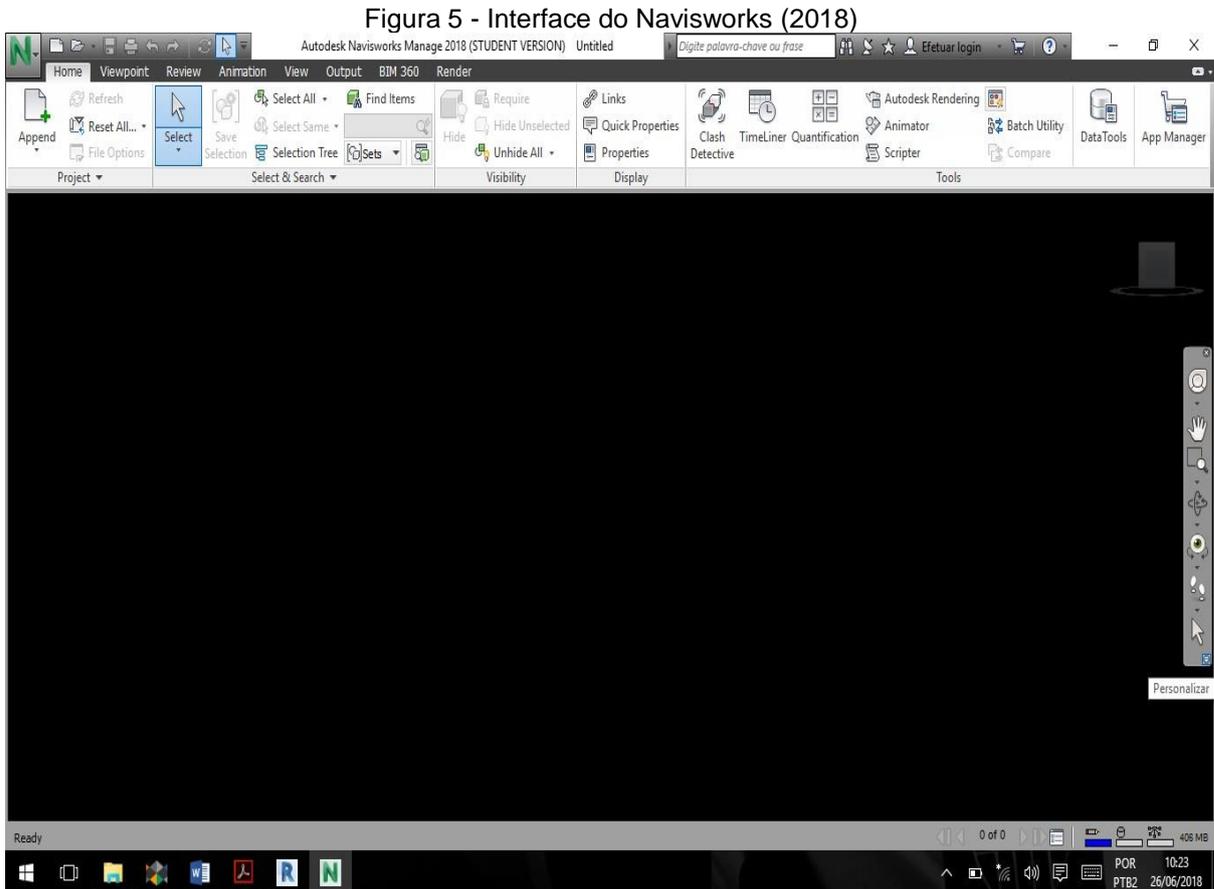


Fonte: Programa Autodesk Revit (2018)

4.9.2 Navisworks

Esse software também produzido pela *Autodesk*, possibilita a visualização em 3D e intervém nas fases de todo o projeto na plataforma BIM. Semelhante software possibilita a navegação e a visualização virtual de forma integrada dos modelos.

Segundo a Autodesk (2017), as ferramentas do Navisworks propiciam uma melhor administração, ao identificar e ordenar conflitos e interferências, propiciando a visualização de possíveis problemas antes do início do empreendimento, Interface representada pela figura 5.



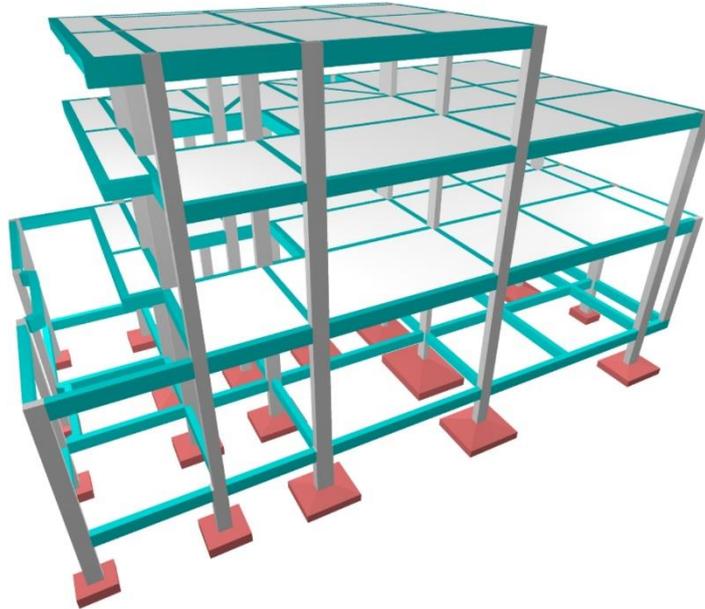
Fonte: Programa Autodesk Navisworks (2018)

4.9.3 Eberick

Conhecido como o software do cálculo no BIM, criado pela AltoQI, é composto por um sistema gráfico, em que são lançados dados do projeto estrutural, ferramentas de análise e diversos recursos de dimensionamento e detalhamento. O projeto da estrutura da edificação, é definida e apresentada em pavimentos, os lançamentos dos elementos é realizado de maneira gráfica, diretamente sobre a planta arquitetônica, possibilitando estabelecer várias hipóteses de cálculo referente ao modelo. Este modelo de software é baseado nas normas brasileiras, e os elementos acompanham padrões usuais do mercado brasileiro (CARVALHO, 2018).

Modelo 3D de um projeto estrutural de uma edificação representada pela figura 6.

Figura 6 - Modelo 3D de um projeto estrutural desenvolvido no Eberick

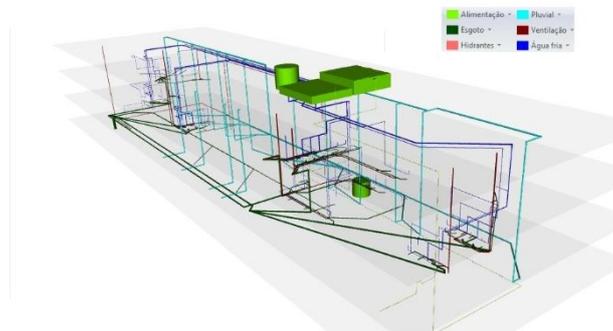


Fonte: AltoQi (2018)

4.9.4 QiHidrossanitário

Projetado pela AltoQi, o software é o que atualmente trabalha com a plataforma BIM com a finalidade de desenvolver projetos de instalações hidráulicas e sanitárias. Tal software também acompanha as adequações segundo as normas brasileiras. Ele apresenta o lançamento dos componentes hidráulicos e simplificam a visualização das interferências entre os projetos. Modelo 3D de um projeto hidrossanitário de uma edificação representada pela figura 7.

Figura 7 - Modelo 3D de um projeto hidrossanitário



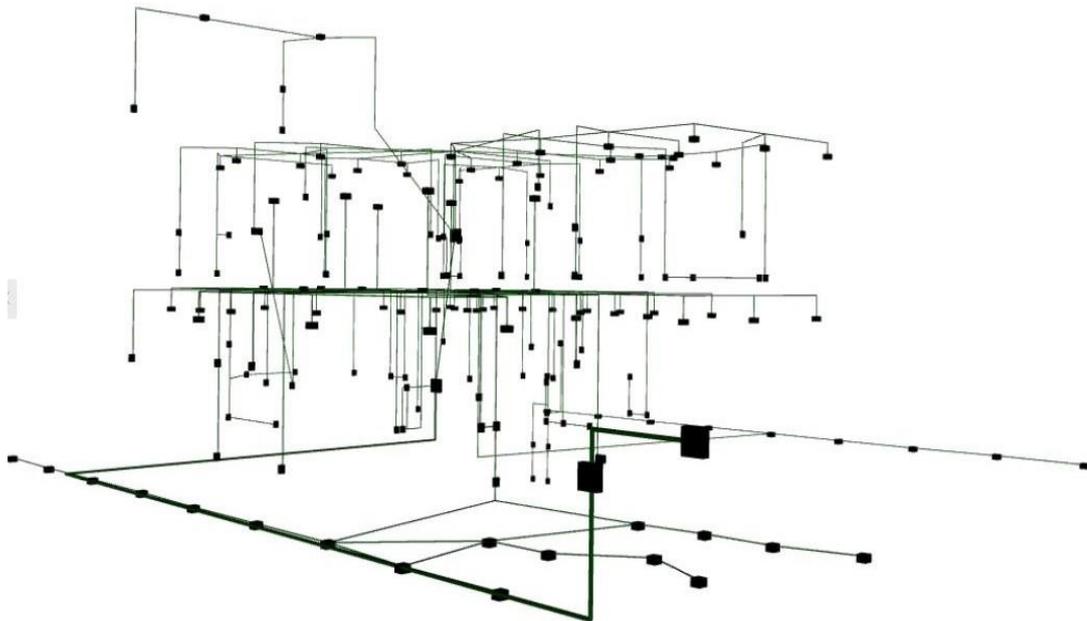
Fonte: AltoQi (2018)

4.9.5 QiElétrico

Desenvolvido pela AltoQi, é utilizado para a concepção de projetos elétricos de baixa tensão, também está adequado segundo as normas brasileiras do BIM, onde nele são possíveis as contemplações do lançamento de elementos elétricos, com recursos de cálculo, modelagem, dimensionamento, compatibilização e detalhamento do projeto na parte elétrica. Este software insere em uma única aplicação os condutores fundamentais para a ligação de todos os pontos do projeto.

Modelo 3D de um projeto elétrico de uma edificação representada pela figura 8.

Figura 8 - Modelo 3D de um projeto elétrico desenvolvido no QiElétrico

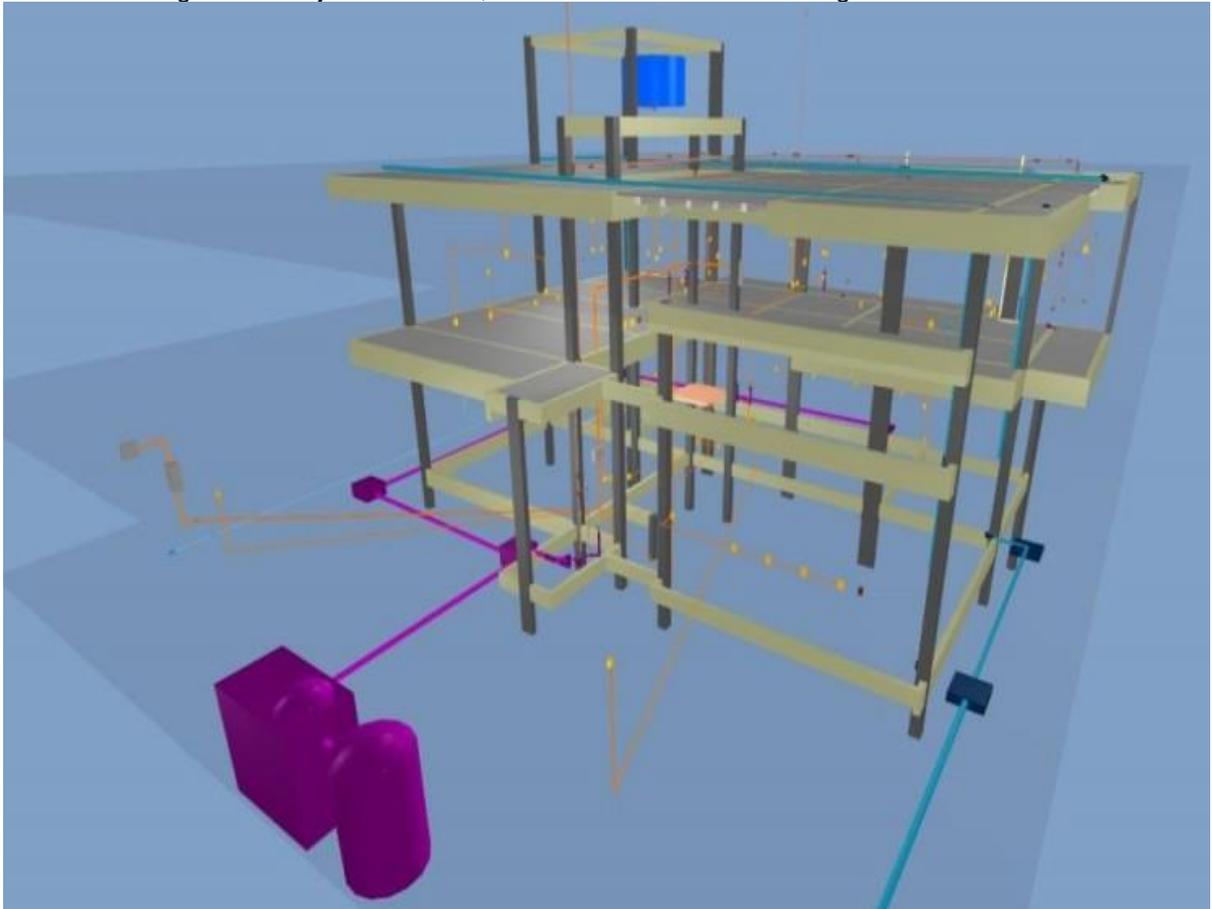


Fonte: AltoQi (2018)

4.9.6 QiBuilder

Interoperante de projetos estruturais da plataforma BIM, o software QiBuilder, foi desenvolvida pela AltoQi com o intuito da possibilidade de desenvolver projetos hidráulicos, sanitários, elétricos, preventivo de incêndio, SPDA, gás, cabeamento estruturado e alvenaria estrutural em apenas um sistema. Tal interação possibilita a verificação da compatibilização entre eles. A Figura 9 evidencia a interoperabilidade dos projetos estrutural, hidrossanitário e elétrico com auxílio da ferramenta BIM integrado no software QiBuilder.

Figura 9 - Projeto estrutural, hidrossanitário e elétrico integrado no QiBuilder



Fonte: AltoQi (2018)

5 METODOLOGIA

O presente estudo apresenta um modelo pesquisa que tem o caráter descritivo (Estudo de Caso) de revisão bibliográfica e aplicação de projeto com enfoque na plataforma BIM com seus recursos, planejamento, e compatibilização de projetos. Além de sites e livros de engenharia que contemplem a atividade da plataforma BIM com suas particularidades.

As pesquisas descritivas conforme Antônio Carlos Gil (2002) tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno, e vários estudos podem ser classificados nesse tema, sendo as mais significativas à utilização de técnicas. O presente trabalho se enquadra no desenvolvimento de método racional da pesquisa, aplicando-se a métodos de realidades abstratas, ou seja, as realidades que não podem ser experimentadas, quanto aos objetivos neste tópico por tratar de uma coleta de dados pode-se dizer que tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias com levantamentos bibliográficos, análises de exemplo e desempenho, que será realizado um estudo de caso.

5.1 CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA

O presente trabalho teve como base uma temática ainda pouco abordada. Tomaram-se como fundamento as poucas pesquisas desenvolvidas na área da compatibilização de projetos através da plataforma BIM e suas vantagens sobre o modelo convencional. Uma revisão de literatura foi executada, e relatos de vantagens e desvantagens da plataforma, bem como, seus conceitos, contraposições e etapas foram evidenciados para melhor compreensão do assunto.

O principal foco do estudo da compatibilização de projetos, utilizando a plataforma BIM, almeja-se demonstrar a relevância do processo e as possíveis interferências entre os projetos envolvidos, destacando os benefícios da tecnologia BIM.

5.2 OBJETOS DA PESQUISA

O estudo de caso é referente a um projeto de pavimento único que condiz a interoperabilidade na plataforma BIM em projetos de construções. O projeto é

pertencente à Prefeitura Municipal de Barão de Cocais. A exemplificação do projeto tornou-se evidente durante o trabalho para que pudesse salientar de forma mais clara e objetiva a compatibilização.

O projeto arquitetônico trata-se de uma Capela Velório que será construída em Cocais distrito pertencente a Barão de Cocais – MG, contendo 1 sala de vigília com 36,60m², 1 banheiro feminino com 3,15m², 1 banheiro masculino com 3,15m², 1 DML com 1,75m², 1 copa 3,41m², 1 área de circulação com 5,67m², 1 sala de descanso com 8,88, 1 Hall com 23,86m² totalizando 87,47m² de área construída.

5.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foi desenvolvido o projeto arquitetônico no Software Autodesk Revit 2018, tomando base o projeto já existente em formato dwg em seguida o projeto estrutural foi realizado com o auxílio do Software AltoQi/Eberick 2018.

Posteriormente, foi elaborado o projeto hidrossanitário utilizando o software o QIhidrossanitário ao finalizar a parte de projetos foi realizado a modelagem do projeto elétrico no Software QIelétrico.

O processo de desenvolvimento deste trabalho baseou-se na elaboração dos projetos apresentados acima. Deve-se ressaltar que foram utilizados softwares computacionais que são de versões originais ou de versões originais acadêmicas.

Posteriormente, utilizando o conceito da interoperabilidade, através do BIM, foram agrupados todos os projetos desenvolvidos em um único modelo, no software da AltoQi o QiBuilder e no software da Autodesk o Navisworks, assim foi obtido uma representação virtual da edificação completa, englobando ambos os projetos e então foram verificadas as interferências entre os projetos, e as vantagens e desvantagens, neste processo de compatibilização.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

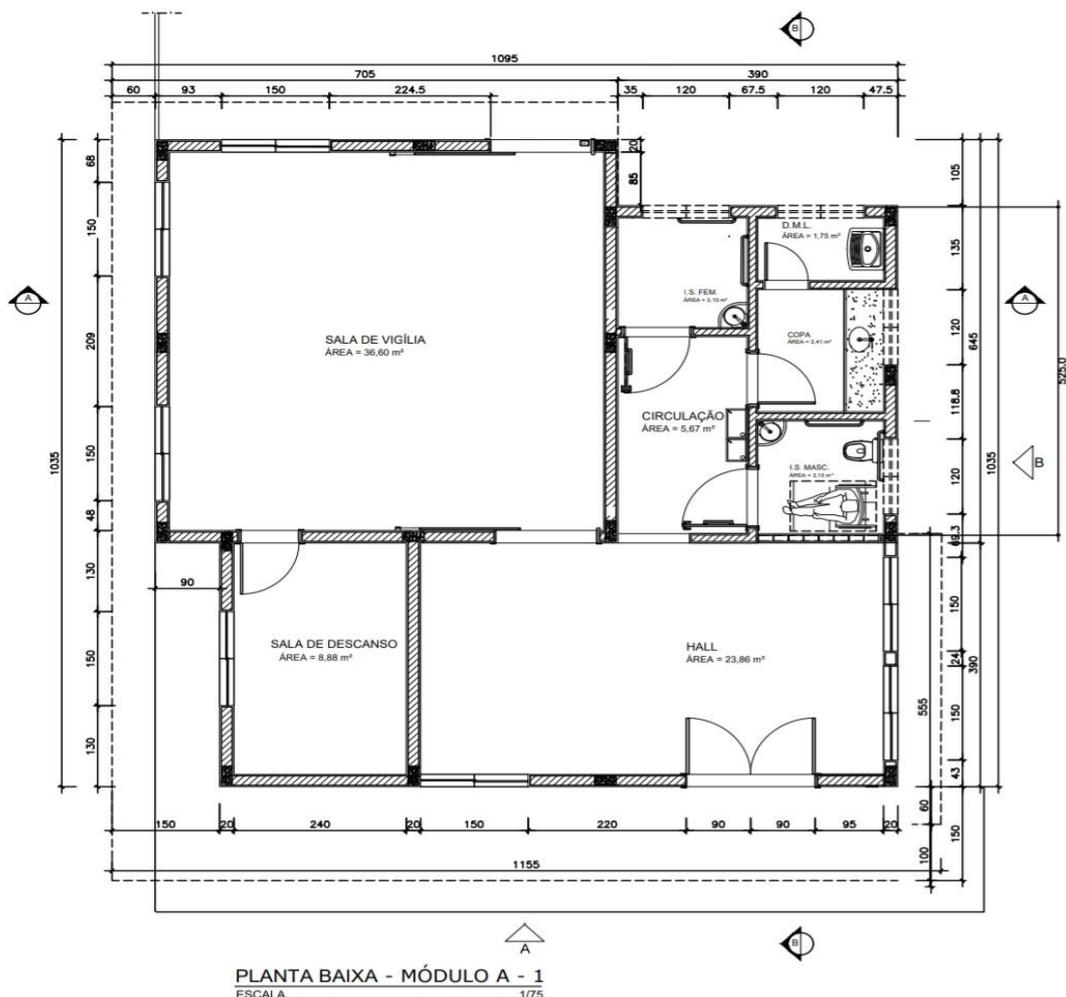
Com o intuito de correlacionar às vantagens da compatibilização de projetos na Engenharia Civil com uso da tecnologia BIM, utilizou-se Softwares dos fabricantes AutoDesk. Para a realização deste estudo foram cedidos projetos pela Prefeitura Municipal de Barão de Cocais – MG. Os softwares utilizados foram Revit, QIelétrico, QIhidráulico e Eberick 2018. Os projetos elaborados pela secretaria

Municipal de Projetos da cidade de Barão de Cocais ainda estão em fase de licitação, sendo este trabalho elaborado apenas para fins acadêmicos.

6.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico trata-se de uma Capela Velório que será construída em Cocais distrito pertencente a Barão de Cocais – MG, contendo 1 sala de vigília com 36,60m², 1 banheiro feminino com 3,15m², 1 banheiro masculino com 3,15m², 1 DML com 1,75m², 1 copa 3,41m², 1 área de circulação com 5,67m², 1 sala de descanso com 8,88, 1 Hall com 23,86m² totalizando 87,47m² de área construída, exposto logo abaixo na figura 10.

Figura 10 - Planta Baixa



O projeto arquitetônico foi desenvolvido no Revit atendendo os parâmetros exigidos pelas normas: ABNT NBR 13532:1995 - Elaboração de projetos de edificações de arquitetura e a ABNT NBR 6492:1994 – Representação gráfica de projetos de arquitetura.

Em softwares BIM é fundamental fornecer todas as informações para parametrizar os objetos, neste projeto, os estilos de paredes, pisos, portas, janelas, e os demais objetos envolvidos, foram utilizados os que já estavam presentes e os que não existiam foram criados por nos mesmo, sendo editados conforme as premissas projetistas das atualidades, como podem ser observadas na figura 11.

Figura 11 – Render do projeto arquitetônico em 3D



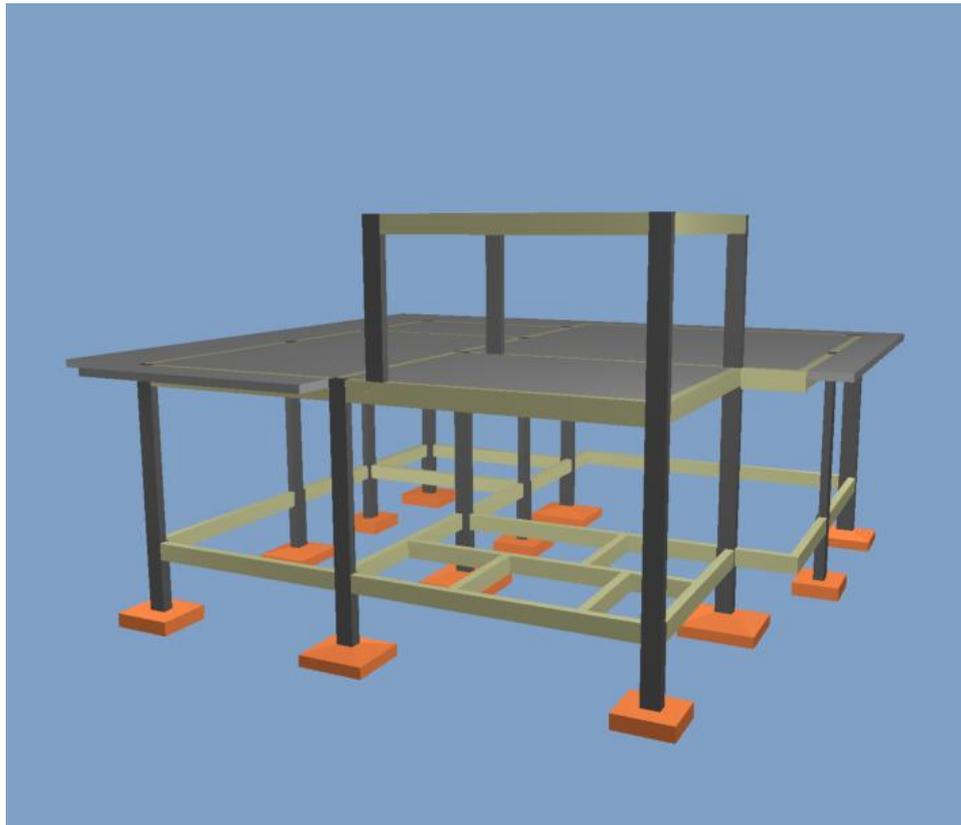
Fonte: Acervo Próprio (2019)

6.2 PROJETO ESTRUTURAL

O modelo estrutural foi elaborado no software Eberick da AltoQi com base nos arquivos 2D, exportados para o formato dxf. As fundações serão compostas por sapatas e blocos, com dimensões e locações de acordo com projeto. As armaduras utilizadas devem ser aços do tipo CA-50 ou CA-60, de acordo o projeto e com as prescrições da norma NBR 7480 (ABNT, 2007).

A figura 12, a seguir apresenta o modelo 3D do projeto estrutural da edificação desenvolvida no software Eberick.

Figura 12 - Modelo de um projeto 3D estrutural



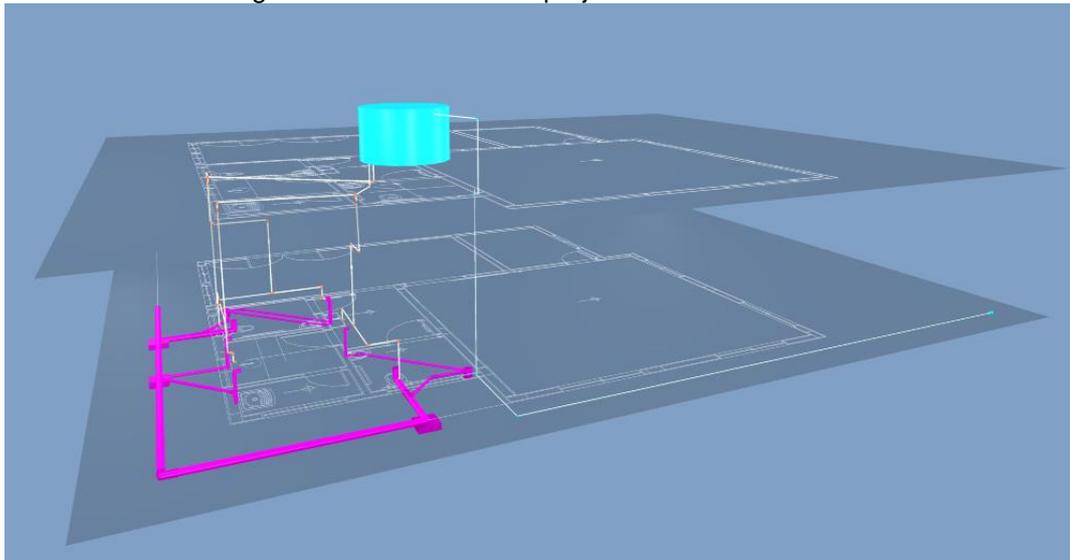
Fonte: Acervo Próprio (2019)

6.3 PROJETO HIDROSSANITÁRIO

O projeto hidrossanitário foi desenvolvido no programa QiHidrossanitário da AltoQi. O primeiro passo na elaboração deste projeto foi criação da edificação, se exportou de um formato dxf. As instalações hidráulicas da edificação serão embutidas nas alvenarias e executadas conforme determinadas em projeto.

A Figura 13 a seguir apresenta o modelo 3D do projeto hidrossanitário da edificação desenvolvida no software QiHidrossanitário.

Figura 13 - Modelo de um projeto 3D hidrossanitário

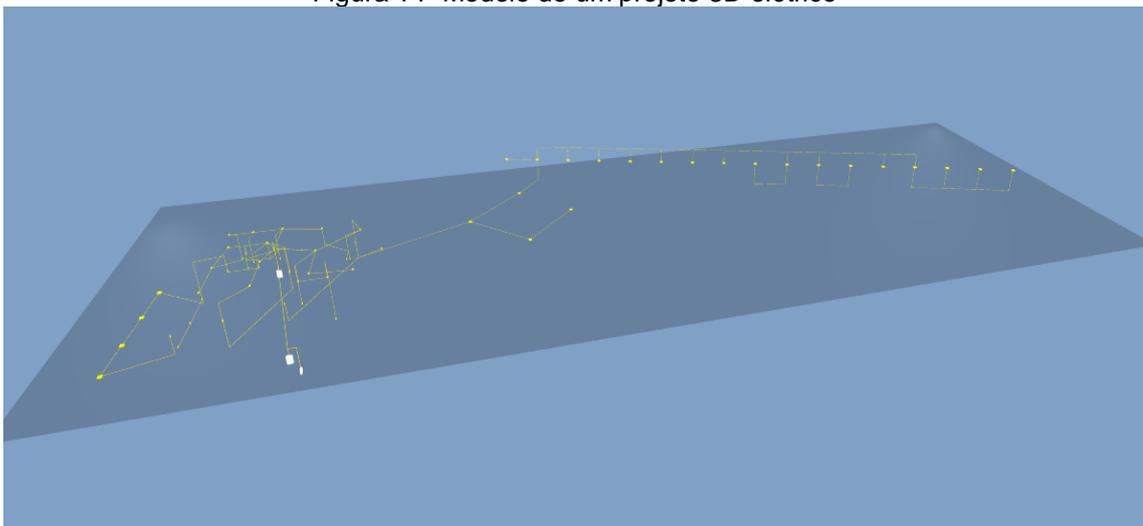


Fonte: Acervo Próprio (2019)

6.4 PROJETO ELÉTRICO

O Projeto elétrico foi elaborado no software QiElétrico da AltoQi. Primeiro passo foi a definição dos parâmetros que definem o projeto de fiação da edificação, posteriormente foi realizada a importação da arquitetura em formato dxf, apresentado na figura 14.

Figura 14- Modelo de um projeto 3D elétrico



Fonte: Acervo Próprio (2019)

6.5 PROCESSOS DE COMPATIBILIZAÇÃO

Com o intuito de demonstrar as condições reais num ambiente de trabalho, geralmente o projetista não é responsável por desenvolver todos os projetos envolvidos em um processo de empreendimento. Mas esse trabalho com o intuito de demonstrar de forma didático sendo um dos principais objetivos. Destaca-se que os projetos foram elaborados na seguinte ordem: primeiro foi elaborado o projeto arquitetônico em Revit, depois a modelagem do sistema estrutural da edificação no Eberick, em seguida foi realizado o projeto hidrossanitário da edificação no QiHidrossanitário e finalizando foi feito elétrico no QiElétrico,

A tecnologia BIM tem-se um propósito de garantir que todos os profissionais envolvidos na realização dos projetos da futura obra possam usar e fluir dessa ferramenta, desejando simplificar as trocas de informações entre os projetos envolvidos, permitindo de forma simples e fácil o processo de compatibilização entre os projetos da edificação em uma plataforma de compartilhamento BIM.

Para o processo de compatibilização utilizando a tecnologia BIM usa-se todos os projetos que foram desenvolvidos, o processo de compatibilização se dá por meio de softwares, da AltoQi e da Autodesk. No QiBuilder, cada projeto desenvolvido é exportado para interoperabilidade BIM, para um formato Q3D, que seria o formato para verificar a compatibilização de projetos da AltoQi, por fim cada disciplina é exportada para o modelo 3D da plataforma do QiBuilder num modelo compatibilizado da plataforma BIM. Sendo possível ver as interferências entre os projetos, ressaltando que essas interferências são detectadas automaticamente.

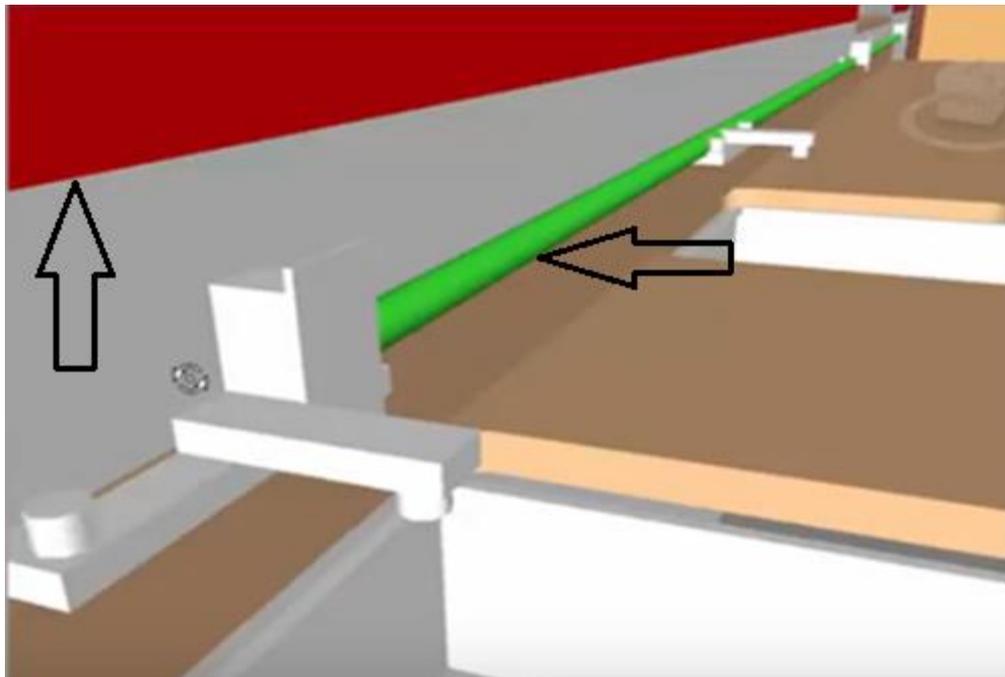
O processo de compatibilização no software Navisworks é compilado os projetos envolvidos em um único arquivo, exportando-se esses projetos de cada plataforma que foram transformadas para um formato IFC, que é compatível com o Revit, com isso todos os arquivos são salvos em um modelo Revit e então são exportados para a plataforma BIM do Navisworks. Os links exportados para o Navisworks preservam uma ligação com os arquivos originais, assim eles irão ser alterados a qualquer hora e então serão atualizados automaticamente no arquivo em que foi compatibilizado, acabando-se com o retrabalho de fixar o modelo novamente.

Sendo assim a verificação das interferências entre as disciplinas envolvidas no software Navisworks é feita primeiramente por meio de passeio virtual no interior da edificação, com isso são visualizadas as interferências de forma visual, e em

seguida, usa-se uma ferramenta denominada “clash detective”(Detetive de Choque), onde é assinaladas as interferências de maneira automática. A ferramenta “clash detective” do Navisworks se fundamenta em uma verificação da geometria dos elementos e evidencia as interferências mostrando o conflito existente.

Com isso é gerado um relatório de interferências, em que se é possível observar os elementos onde foram encontradas as incompatibilidades por meio de cores em destaques, sendo elas verdes e vermelhas, a figura mostra 15 a viga que esta de vermelho que está fora da parede, e o tubo que está de verde mostra que o projeto do hidráulico a tubulação encontrasse na parte externa da parede logo após o modelo 3D final para compatibilização é apresentado.

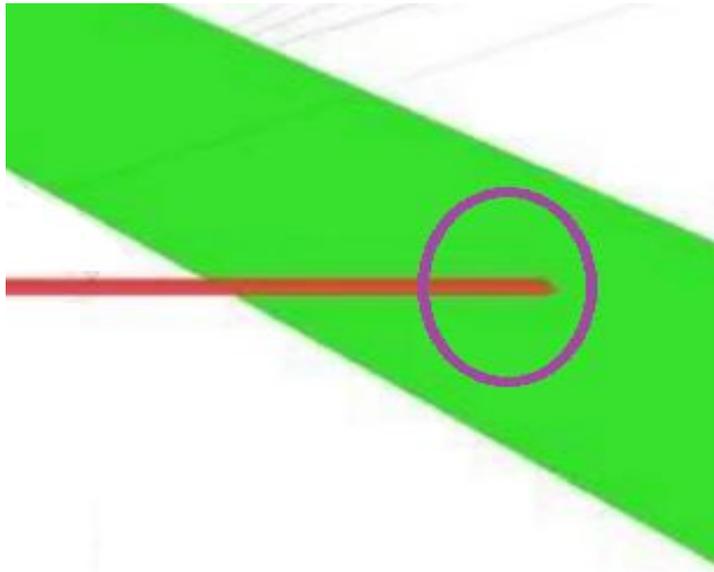
Figura 15 - Interferência no projeto entre parede, tubulação e viga



Fonte: Acervo próprio (2019)

Outra ocorrência foi a passagem de tubulação em vigas onde a viga se encontra de verde e tubulação de água fria encontrasse da cor vermelha, conforme mostra a figura 16.

Figura 16 - Interferência de tubulação de água fria com viga



Fonte: Acervo Próprio (2019)

Como vemos na figura 16, mostrando o encontro entre a viga que se encontra de verde e a tubulação de água fria que se encontra de vermelho, sendo assim demonstrando mais uma interferência no projeto, onde podemos visualizar com mais antecedência, tendo um tempo abio pra refazer de forma correta ou tentar sanar o erro.

7 CONCLUSÃO

Cada vez mais tem se notado que, os profissionais que estão investindo e melhorando o desenvolvimento de projetos em plataforma BIM, e têm sido visíveis as suas vantagens e a praticidade. Tendo como exemplo, pode-se citar o auto índice de ganho de velocidade na elaboração de projetos, além no desenvolver dos projetos sempre haverá contato direto com projetista de outras áreas, onde eles trocam informações e aprendizados assim tendo um bom empreendimento e como consequência diminui o nível de erro e retrabalhos nos projetos.

Para desenvolver cada projeto foi trabalhoso na plataforma BIM, pois havia uma grande inexperiência em relação ao pouco conhecimento das normas de desenho técnico e de dimensionamento, mas mesmo assim, o objetivo imposto pelo trabalho foi alcançado por meio do estudo de caso, onde as interferências já haviam sido sanadas pelo projetista, colaborando para os resultados, demonstrando a facilidade nas figuras em modelo 3D, assim identificando de forma mais fácil o entendimento dos projetos entre as diferentes disciplinas.

No presente trabalho propôs avaliar e demonstrar a capacidade da metodologia BIM como uma ferramenta de compatibilização de projetos, demonstrando o processo de modelagem dos projetos dentro um software BIM. Essa metodologia pode ser avaliada de forma positiva para a construção civil, mostrando se um futuro promissor a todos os profissionais que estejam qualificados para utilizar e se aprimorar nessa nova tecnologia.

O BIM é considerado uma ferramenta que com a sua utilização, tende a diminuir o tempo gasto na elaboração dos projetos, principalmente nos retrabalhos. Isso deve pelo fato da plataforma conseguir evidenciar as interferências, que facilita fazer reparos e correções ainda na fase de projetos. A plataforma BIM ainda auxilia em diversas etapas da elaboração da edificação, que vai desde o seu projeto, até o levantamento de quantitativos, orçamentos, gerência das etapas de construção, otimização do canteiro de obras, e outras peculiaridades que vem a somar para a qualidade final do empreendimento.

Sendo assim, o BIM é considerado uma grande ferramenta para o planejamento, fazendo com que os projetos sejam mais assertivos, podendo analisar toda obra de um modo geral, facilitando o entendimento de uma forma geral da

construção desde oficiais da construção até os gerentes, se tornando uma grade ferramenta na construção civil dentro da área de planejamento.

Como demonstramos no trabalho o projeto atingiu objetivo demonstrando a relevância do processo de compatibilização, destacando o uso da tecnologia BIM, e suas vantagens e desvantagens em uma pequena edificação, e a elaboração de seus projetos, recomendamos para os trabalhos futuros que realiza um levantamento de matérias e orçamentos dessa obra, destacando a modelagem 5D.

8 REFERÊNCIAS

ALTO QI TECNOLOGIA APLICADA À ENGENHARIA. **Roteiro de projeto de instalações elétricas.** Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/eletrico/roteiro-de-projeto-de-instalacoes-eletricas/>>. Acesso em: 30 set. 2019.

ALVES, Nadine. **Planejamento de obras: o que é e por que a sua empresa deve fazer?**. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/planejamento-de-obras/>>. Acesso em 15 de mar. 2019

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. **Interoperabilidade de aplicativos bim usados em arquitetura por meio do formato IFC.** Vol. 4, nº 2, Novembro 2009 p. 76-111.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT. NBR 6118/2014. Projeto de Estrutura de Concreto** – Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

AUTODESK. **Software Revit 2016.** San Rafael, Estados Unidos da América, 2016.

BORTOLOTTO C. M. **Compatibilização de Projetos de uma Habitação: Verificação de Incompatibilidades no Sistema de Projetação 2d e na Modelagem 3d.** Florianópolis, 2014

CADS – **COMPUTER AIDED DESIGN STUDIO.** Projeto Arquitetônico no Revit 2015, Tecnopuc, Porto Alegre. Porto Alegre, 2015.

CARVALHO, Dayvson. **Plataforma BIM: tudo sobre a grande tendência da construção.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>>. Acesso em: 09 de mar. 2019.

COSTA, E. N. **Avaliação da Metodologia Bim para a Compatibilização de Projetos.** Ouro Preto 2013.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook.**

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 490 p

EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM: um guiate modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014

EASTMAN, C., KARMEEDAN, K. **Manual BIM: Um guia para modelagem de informações de construção para proprietários, gerentes, designers, engenheiros e empreiteiros.** 2ª Ed., John Wiley & Sons, Nova Jersey, 2017.

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.

ELEFTHERIADIS. **Ciclo BIM.** Disponível em:<
http://theforexbeginners.com/trading/7D+Bim/>. Acesso em 10 dez 2019.

FERREIRA, Milene Aparecida Nascimento B. **A importância do planejamento na indústria da construção civil.** Disponível em:<http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/413>. Acesso em 15 de mar. 2019

FERREIRA, Rita Cristina. **Os diferentes conceitos adotados entre gerência, coordenação e compatibilização de projetos na construção de edifícios.** Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício. São Carlos, 2001.

GAZETA Digital. **Onde está o planejamento?.** Disponível em:<http://www.gazetadigital.com.br/editorias/opiniaio/onde-esta-o-planejamento/241938>. Acesso em 08 de mar. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JUNIOR, Francisco Gonçalves. **Os processos de compatibilização de projetos na construção civil e o BIM.** Disponível em:<
http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil-e-o-bim/>. Acesso em 10 dez 2019.

Leão, M. Aulas. **Tecnologias BIM na gestão de empreendimentos na construção civil.** Sinop: FACET - UNEMAT, 2013.

LOVE, Peter E.D., et al. A benefits realization management building information modeling framework for asset owners. **Automation in Construction** 37 (2014) 1–10.

MATTOS, Aldo Dórea. **BIM 3D, 4D, 5D e 6D.** Disponível em:<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx/ >. Acesso em: 19 de abr. 2019.

MELHADO, Silvio Burrattino et al. **Coordenação de projetos de edificações.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

NAVARRO, Antônio Fernando. **A falta de planejamento das pequenas empresas na construção civil.** Disponível em:<
http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=0&Cod=968>. Acesso em 10 dez 2019.

NUNES, Gustavo. **Estudo comparativo de projetos entre o método tradicional e o método BIM, utilizando o sistema construtivo Minha Casa Minha Vida.** Disponível em:<https://www.academia.edu/16637201/estudo_comparativo_de_projetos_entre_o_m%c3%89todo_tradicional_e_o_m%c3%89todo_bim_utilizando_o_sistema_construtivo_minha_casa_minha_vida>. Acesso em 19 de abr. 2019

PENTTILÄ, H. Describing the Changes in Architectural Information Technology to

Understand Design Complexity and Free-Form Architectural Expression. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 11, special issue, p. 395-408, 2006.

PORTAL BRASIL ENGENHARIA. **Estudos de eficiência da edificação e sistema BIM podem garantir economia de 30% após obras.** Disponível em:<<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/6664-estudos-de-eficiencia-da-edificacao-e-sistema-bim-podem-garantir-economia-de-30-apos-obras>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

QUALIFICAD. **Interoperabilidade BIM.** Disponível em:<<http://biblus.accasoftware.com/ptb/ifc-o-que-e-e-para-que-serve-qual-e-a-ligacao-com-o-bim/>>. Acesso em 10 dez 2019.

RUSCHEL, RC *et al.* **Design colaborativo em arquitetura: uma experiência de ensino.** In: CIB W096 - GERENCIAMENTO ARQUITETÔNICO; CIB TG49 - CONFERÊNCIA CONJUNTA DE ENGENHARIA ARQUITETÔNICA, 10., São Paulo, 2008. Rotterdam: CIB, 2008. p. 53-64

SANT'ANA, Edson Poyer. **Planejamento de obra passo a passo.** Disponível em:<<https://www.sienge.com.br/blog/planejamento-de-obra-passo-a-passo/>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. **Impacto do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário.** Disponível em: . Acesso em: 2 nov. 2019

SPERA STUDIO. **BIM Representação Virtual.** Disponível em:<<http://ignisengenharia.com.br/index.php/it/pages/item/43-a-importancia-do-bim-na-industria-da-construcao-civil>>. Acesso em 10 dez 2019

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.

TERESINHO, Cláudia Sofia Fonseca. **Formulação de preços na construção.** Disponível em:<<https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/38623/1/Formulacao%20de%20precos%20na%20construcao.pdf>>. Acesso em 15 nov 2019

THOMÉ, Brenda Bressan. **Você sabe o que é BIM? Entenda agora o seu conceito e suas aplicações.** Disponível em:<<https://www.sienge.com.br/blog/voce-sabe-o-que-e-bim-entenda-o-conceito-e-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: 09 de mar. 2019.