



IMPACTO DO USO DA FERRAMENTA *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS COMPLEMENTARES

Maiara Zaroni Martinello¹

Franciele Peruchi Ronchi⁴

Resumo: A falta de detalhes e comunicação entre os profissionais da área da construção civil tem impacto nas mais diversas fases de um empreendimento. Uma ferramenta que vem tomando cada vez mais espaço nesta área é o BIM, já que tem como princípio a diminuição de falhas e retrabalhos, além disso, uma melhor qualidade de informações sobre o empreendimento, possibilitando a previsão de soluções mais racionais entre os profissionais envolvidos. Neste contexto, o objetivo da pesquisa foi desenvolver os projetos complementares aptos no âmbito da engenharia elétrica, de uma edificação utilizando como ferramenta de estudo a plataforma BIM, sendo eles elétrico, cabeamento estruturado e preventivo contra incêndio e, por fim, analisar o impacto do uso desta plataforma para compatibilidade entre eles. A metodologia empregada baseou-se na análise de softwares disponíveis para definição da melhor ferramenta para auxiliar no desenvolvimento dos projetos escolhidos, obtenção do modelo arquitetônico da edificação, realização dos projetos, compatibilização, verificação de interferências e solução dos conflitos encontrados na compatibilização. Como resultado, conclui-se que o uso dessa ferramenta possibilita um aumento significativo de produtividade, unindo a modelagem virtual e o gerenciamento de dados para avaliar interferências, antecipar problemas e garantir a execução eficiente do projeto.

Palavras-Chave: Projetos. Compatibilização. Edificação. Soluções. BIM.

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço rápido e progressivo da tecnologia, a área de projetos para edificações passou por mudanças na forma de elaboração dos projetos e desenhos. Em épocas passadas os desenhos eram feitos à mão, usando folha vegetal e caneta nanquim. Estas atividades demandavam bastante tempo, pois todo cuidado com o desenho deveria ser tomado.

Por volta de 1980, surgiram os softwares com base em *Computer Aided Design* (CAD), o que ajudou de forma significativa os profissionais da área da construção civil e engenharias. Então, os desenhos migraram da folha de vegetal para

¹ Graduanda em Engenharia Elétrica. Ano 2021/1 E-mail: maiarazmartinello@hotmail.com

⁴ Professora do Cento Universitário UniSATC. E-mail: Franciele.ronchi@satc.edu.br



projetos computacionais, nos quais a precisão de medidas, dados e informações complementares ficaram mais evidentes (DE BRITO; TAKII, 2015).

Mesmo com a utilização dos softwares CAD ainda existem falhas na elaboração e execução dos projetos, já que não ocorre a compatibilização entre os mais diversos projetos, desde os da área da construção civil até os complementares.

Com a falta de informações e detalhes, os profissionais e todos os participantes envolvidos no empreendimento têm interpretações diferentes, o que gera uma quantidade de falhas na execução dos projetos, desde os arquitetônicos até os complementares, gerando custos adicionais e atrasos no cronograma de entrega ao contratante.

É nessa perspectiva que a plataforma *Building Information Modeling* (BIM) é imprescindível, sendo responsável pela Modelagem de Informações da Construção, onde é possível criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Ela oferece suporte ao projetista nas mais diversas fases de um projeto, desde a fase de levantamento de ideias até a execução (BELTRÃO, 2015).

O uso da plataforma BIM para compatibilização dos projetos complementares pode favorecer tanto o contratante, como também o profissional da área, já que tem como princípio diminuição de falhas, retrabalhos, custos adicionais e, além disso, uma melhor qualidade de informações sobre o empreendimento, possibilitando a previsão de soluções mais racionais entre os profissionais envolvidos.

Dessa forma, o objetivo é desenvolver os projetos complementares aptos no âmbito da engenharia elétrica, de uma edificação utilizando como ferramenta de estudo a plataforma BIM, sendo eles elétrico, cabeamento estruturado e preventivo contra incêndio e, por fim, analisar o impacto do uso desta plataforma para compatibilidade dos mesmos.

As etapas necessárias para evolução deste trabalho incluem o avanço dos métodos na confecção de projetos complementares, posicionamento do cenário atual, modelagem BIM, gerenciamento das disciplinas do software. Por fim, o dimensionamento e apresentação da compatibilização de todo o sistema elétrico, de cabeamento estruturado e o sistema preventivo contra incêndio de uma edificação a ser desenvolvido no BIM.



2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROJETOS COMPLEMENTARES

São conhecidos como projetos complementares aqueles que se integram ao projeto arquitetônico e que o completam (ALGAYER, 2014). Os mesmos devem ser realizados por engenheiros especialistas em cada área, em que a responsabilidade técnica é conferida através da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), expedida pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) que vincula um projeto, obra ou serviço a um profissional habilitado.

Nos projetos complementares, todos os elementos são previamente dimensionados, especificados e compatibilizados. Os profissionais envolvidos têm como objetivo auxiliar o cliente ou empreendedor na escolha de materiais adequados para cada ambiente, além de prever a segurança do local de acordo com as normas de segurança vigentes para cada projeto específico.

Segundo Algayer (2014), como envolve profissionais de diferentes áreas do conhecimento, durante o desenvolvimento do projeto surgem dificuldades de comunicação entre as partes. Consequentemente, fatores importantes, muitas vezes, são desconsiderados, ocasionando interferências entre as áreas e gerando problemas durante a fase da obra, afetando diretamente nos custos e prazos pré-definidos.

A compatibilização e integração entre os projetos de arquitetura, estruturas e instalações são indissociáveis, pois é a garantia da integração de soluções e técnicas de execução, definição correta de materiais e acabamentos, para um resultado estético e funcional, evitando erros e desperdícios (CATELA, 2006).

2.1.1 Projeto Elétrico

De acordo com Mattede (2020), projeto elétrico é a “compilação de todas as informações referentes a eletricidade de uma instalação, máquina ou equipamento eletroeletrônico”. Estas informações envolvem o dimensionamento de cargas, circuitos, pontos elétricos, fiação, potências, correntes, distribuição, aterramento e o que for necessário dimensionar para que a instalação funcione de maneira adequada, garantindo a segurança dos usuários do local a ser projetado.



A norma, utilizada na elaboração de projetos elétricos de baixa tensão, é a norma ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Ela estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

2.1.2 Projeto de cabeamento estruturado

Com o avanço dos sistemas de comunicação, os projetos de edificações comerciais, industriais e residenciais foram aprimorados e sofisticados. Este projeto complementar é o conjunto de cabos e produtos de conectividade que integra serviços como voz, dados, vídeo e outros sistemas, tais como alarmes, sistemas de segurança, sistemas de energia e de controle de ambientes.

Segundo Carvalho (2017), este tipo de cabeamento permite flexibilidade na mudança do *layout*, facilidade na localização de um cabo no sistema e manutenção de uma área de trabalho. Além disso, os cabos utilizados possuem certificações, garantindo a confiabilidade do produto escolhido.

Ainda não existe uma norma brasileira para este segmento; dessa forma são seguidas as normatizações internacionais, que direcionam os fabricantes para certo conjunto de soluções próximas, evitando as constantes alterações em seus produtos.

No Brasil, a norma mais utilizada é a EIA/TIA (*Electronic Industries Association/ Telecommunications Industry Association*) que teve sua primeira versão publicada em 1991, denominada como EIA/TIA 568, sofrendo complementações no ano de 1994, publicando-a como norma EIA/TIA 568A. Já em nível internacional temos a ISO/IEC (*International Standards Organization/International Electrotechnical Commission*).

O objetivo de ambas é a implementação de um padrão genérico de cabeamento de telecomunicações, possibilitando o planejamento e a instalação de sistemas de cabeamento estruturado para prédios comerciais. As variações que existem entre uma e outra deve-se mais às categorizações e conceitos, porém, tecnicamente, se assemelham e vão no sentido de uma arquitetura aberta, independente de protocolo.



2.1.3 Projeto preventivo

De acordo com Guessi (2010), o objetivo de um projeto preventivo contra incêndio é fazer com que o local seja o mais seguro possível, obedecendo tanto às exigências do Corpo de Bombeiros como a da legislação em geral. Todavia, ele é exigido para as edificações que tenham uma alta circulação de pessoas, para aquelas que contenham em seu interior materiais inflamáveis ou ainda para imóveis públicos ou locais ocupados por órgãos governamentais.

Um projeto eficiente deve conter iluminação e sinalização de emergência, sistema de extintores de incêndio, sistema de alarme de incêndio, sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), cálculo de carga de fogo, rotas de fuga, redes de hidrantes e centrais de gás (GUESSI, 2010).

2.2 MIGRAÇÃO DA TECNOLOGIA CAD PARA A BIM

Nos anos 80, com o avanço na área tecnológica, surgiram os softwares computacionais que permitiam realizar os desenhos e projetos, substituindo, assim, as pranchetas e desenhos manuais, nos quais o processo era mais lento e totalmente dependente do conhecimento do profissional. Eles trouxeram qualidade de informações e confiabilidade aos profissionais envolvidos na construção civil, sendo que um dos mais adotados pelos projetistas e desenhistas foi o CAD (ALMEIDA, 2016).

O CAD é uma tecnologia baseada apenas em documentos, as representações em plantas, cortes, vistas, ou em alguns casos desenhos de perspectivas e detalhes. Dessa forma, não permite a correta visualização e a perfeita compreensão do que está sendo projetado (NOGUEIRA, 2016).

Contudo, a evolução dos softwares de desenhos, alavancados por necessidades demandadas, gerou os softwares de representação gráfica tridimensional que, por sua vez, solucionaram problemas enfrentados com a utilização de software com solução apenas em plano bidimensional.

Por volta do ano de 2000 a ferramenta BIM começou a ser inserida na jornada de trabalho dos projetistas e profissionais das áreas da construção civil, mostrando resultados satisfatórios para todos os envolvidos em um empreendimento (CATELA, 2016).



2.2.1 Ferramenta BIM

Esta tecnologia foi primordialmente apresentada por Charles Eastman, professor da *Georgia Tech School of Architecture* e diretor do *Digital Building Laboratory*, em 1975. Ele teria conceituado BIM como sendo “um modelo digital que representa um produto, que, por sua vez, seria o resultado do fluxo de informações do desenvolvimento do seu projeto” (CATELA, 2016, p.22).

A ferramenta BIM é um processo progressivo que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o fácil acesso aos vários grupos de informações sobre uma edificação ou instalação que se deseja construir, usar e manter. Uma única plataforma de informações que pode atender todo o ciclo de vida de um objeto construído (NOGUEIRA, 2016).

Ainda por definição, BIM é aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a concepção e a conceituação de uma ideia, para a construção de uma edificação ou instalação, passando pelo desenvolvimento do projeto e incluindo a construção, e após a obra pronta, entregue e ocupada, no início da sua fase de utilização (CATELA, 2016).

Frequentemente, ocorrem interpretações de que, as soluções que possibilitam modelagem e a visualização gráfica em 3D sejam consideradas BIM, porém, para serem consideradas como essa ferramenta, elas precisam, além disso, ter outras informações além da sua própria geometria (DE BRITO; TAKII, 2015).

O BIM oferece diversas formas de visualização das informações e dados do projeto, desde a forma tridimensional do desenho, bem como listas, tabelas, planilhas, etc. Além disso, caso o usuário faça alguma alteração de informação, por exemplo, em uma tabela, ela será refletida, imediata e automaticamente, em todas as outras formas de visualização (CATELA, 2016).

Sendo assim, para ser considerada uma solução BIM, o sistema deve trabalhar como gestor de bancos de dados integrados, não importa o formato de visualização utilizado durante a realização de uma modificação ou revisão, o sistema deverá atualizar, automaticamente, todas as demais possíveis organizações ou visualizações dos dados, sejam imagens tridimensionais, tabelas, relatórios ou documentos (CATELA, 2016).

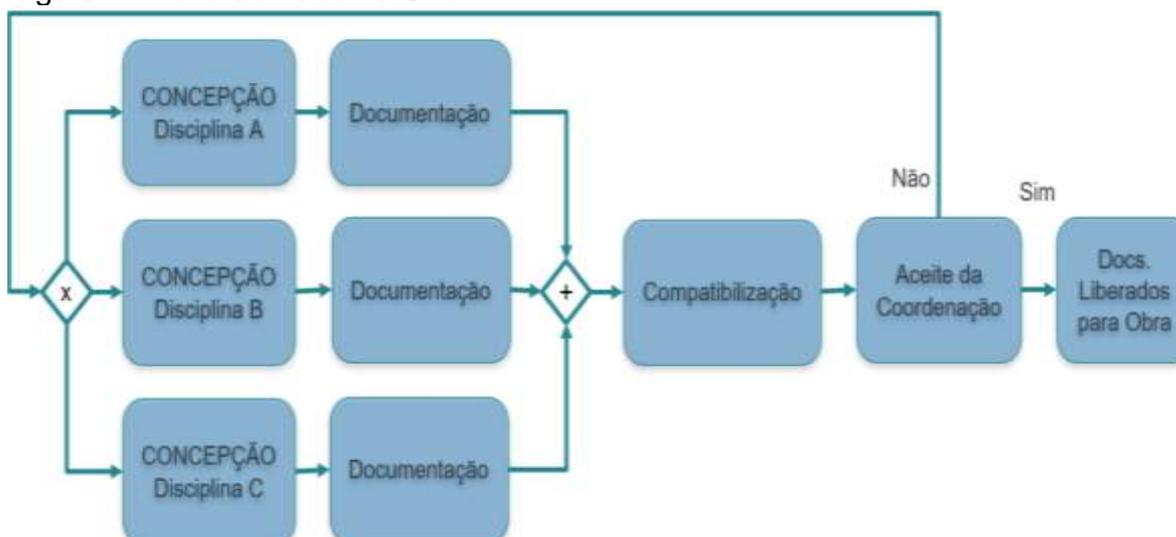
Esta tecnologia possibilita a visualização exata do que está sendo projetado, por mais complexa que seja a instalação ou edificação, é possível oferecer funcionalidades para a detecção automática de interferências geoespaciais entre objetos, além disso, tem uma atualização automática dos objetos projetados.

2.2.2 Fluxo de trabalho CAD x BIM

O fluxo de projetos de instalações teve mudança com o advento do CAD, os desenhos passaram a ser desenvolvidos nos softwares, trazendo um diferencial tecnológico, se comparados aos desenhos elaborados manualmente.

Projetos desenvolvidos de acordo com o fluxo CAD ou ainda, conhecido como método tradicional, se baseia em um fluxo sequencial das disciplinas envolvidas no projeto da edificação, como demonstra a Figura 1.

Figura 1: Fluxo de trabalho CAD.



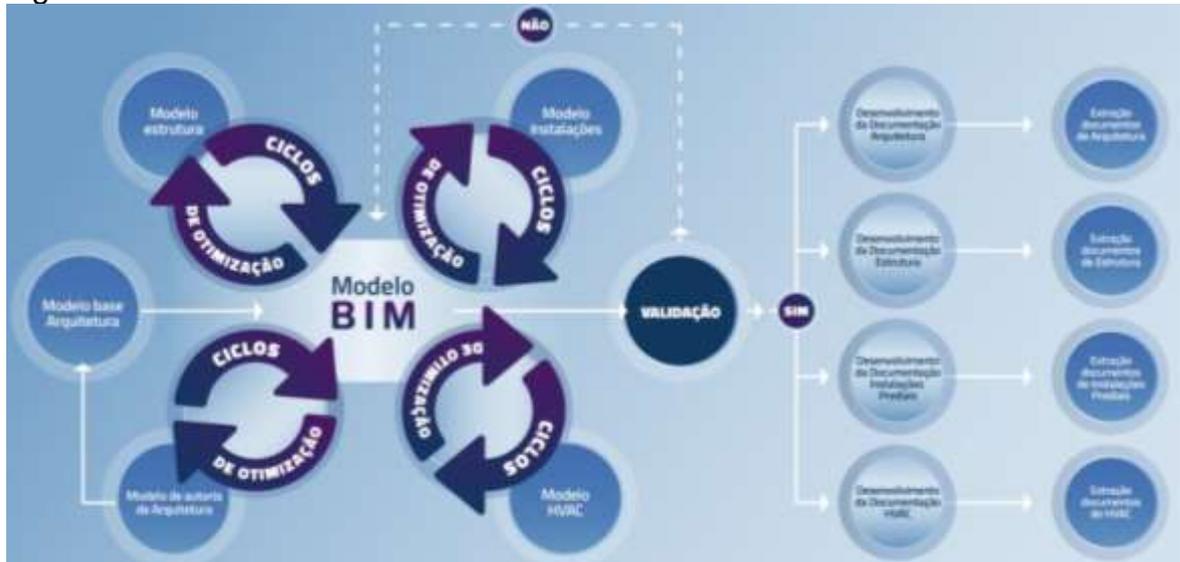
Fonte: Gonçalves (2019, p. 21)

O processo inicia, por exemplo, pela arquitetura, depois a estrutura, até a instalações prediais, hidráulica e elétrica, baseando-se em representações de desenhos CAD 2D com linhas, textos e vistas (BAUMANN, 2020).

Dessa forma, nesta metodologia os profissionais trabalham de forma separada, não ocorrendo a comunicação constante entre eles. Observando as falhas frequentes nas obras utilizando este fluxo de trabalho, foram feitos estudos em que esses erros fossem minimizados e, portanto, o cenário BIM vem tomando espaço.

Ao contrário do fluxo de trabalho apresentado na Figura 1, o fluxo de processos do projeto BIM permite a integração das disciplinas de forma simultânea, como é apresentado na Figura 2, minimizando assim erros e falhas nas obras.

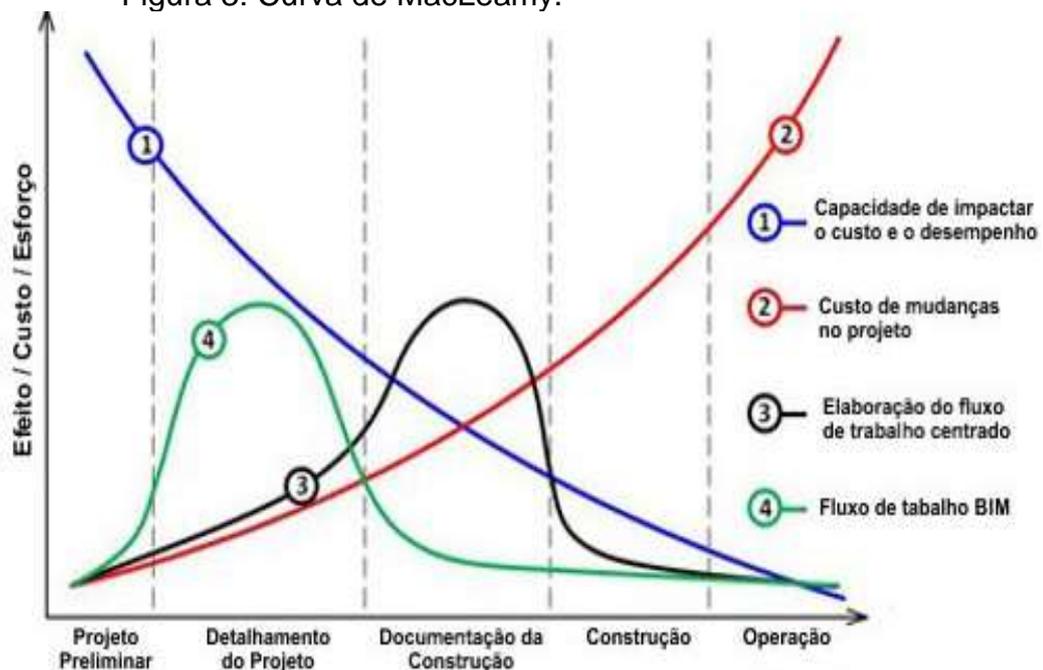
Figura 2: Fluxo de trabalho BIM.



Fonte: Gonçalves (2019, p. 22)

Outro comparativo entre os fluxos de trabalho das tecnologias citadas pode ser encontrado na Curva de MacLeamy (ver Figura 3), que ilustra o conceito de otimização da execução do produto através da produção de um projeto de qualidade.

Figura 3: Curva de MacLeamy.



Fonte: Matos (2015)



Segundo Curt (2004), no fluxo de trabalho convencional conhecido como CAD, a maior parcela de esforço é aplicada durante a documentação do projeto, considerada como etapa executiva. Enquanto utilizando o método BIM, o esforço é aplicado durante seu detalhamento, ou seja, etapa de concepção onde o efeito é decorrente da construção do modelo tridimensional, e como a maior parte da documentação é extraída automaticamente desse modelo, há vantagem em redução de custos e erros.

As curvas mostram, claramente, que, no processo de projeto integrado, existe uma priorização da etapa de projeto, onde os principais custos utilizados no projeto são gastos nas etapas iniciais de concepção do mesmo, e a sua capacidade de economia é muito maior, já que qualquer mudança necessária no projeto terá um custo muito menor do que se teria nas etapas finais do projeto. Conforme o desenvolvimento do projeto avança, o custo para realizar modificações aumenta e a habilidade da equipe de impactar nesse custo diminui.

2.3 GERENCIAMENTO DAS DISCIPLINAS BIM

O fluxo de trabalho do projeto em BIM apresenta sincronia entre as disciplinas envolvidas, que são responsáveis pela geração de informação dos diversos campos de conhecimento, sendo eles, da arquitetura, engenharia, elétrica, hidráulica etc.

A base de dados é o conjunto de informações disponibilizadas por todas as disciplinas envolvidas. Nesta base de dados os agentes do projeto buscam informações de outras disciplinas para complementar seus projetos (CATELA, 2016).

Para que esse intercâmbio seja possível, alguns parâmetros devem ser comuns a todos os arquivos de base de todos os agentes. Os desenhos devem uma origem única do sistema de coordenadas para todas as disciplinas envolvidas no projeto.

Outro fator importante é que todos os elementos desenhados nas bases devem corresponder a uma entidade física da obra e não ao seu símbolo, ou seja, precisa ser desenhado o tamanho real de um quadro de distribuição da elétrica, a fim de não serem alocados outros objetos no mesmo espaço e, posteriormente, na execução da obra ocorrer as interferências entre as disciplinas (CATELA, 2016).



Desta forma, os elementos devem ser desenhados, obrigatoriamente, com suas dimensões reais e nas suas posições exatas, já que esses arquivos serão utilizados como referência direta para outras disciplinas.

A criação de modelos realizados pelos projetistas de cada disciplina pode ser apresentada de diversas formas, tais como:

a) Modelo centralizado: cada projetista trabalha em um único modelo disposto em um local virtual. Esse procedimento não é tão utilizado devido às restrições de hardware e conexões de internet com desempenho de velocidade satisfatório.

b) Modelo federado: cada disciplina desenvolve os próprios modelos, vinculados a um único modelo central integrado, todos depositados no mesmo local virtual. Esse modelo ainda exige uma boa transmissão de volume de dados.

c) Modelo federado independente: cada escritório especializado na disciplina desenvolve o seu modelo e disponibilizam em servidores de hospedagem, permitindo o download para visualização dos demais envolvidos.

2.4 A COMPATIBILIZAÇÃO

Dentre os diversos entendimentos sobre o significado da compatibilidade de projetos, Graziano (2003) define, como atributo, em que os sistemas que o compõem não conflitam entre si. A compatibilização tem como objetivo estabelecer soluções integradas entre os diversos componentes do projeto de um empreendimento. Esta atividade ainda abrange a detecção de falhas devido a interferências geométricas entre os sistemas, reduzindo custos, desperdícios de materiais e atrasos na execução.

Em decorrência da demanda imobiliária e necessidade de sistemas mais especializados, com o passar dos anos, os serviços de projeto e execução foram se distanciando gerando a necessidade da compatibilização.

Ainda segundo Graziano (2003) as dificuldades encontradas na atividade de compatibilização de projetos são de responsabilidade do cliente e do projetista. O cliente, muitas vezes, gera dificuldades pelo adiamento das decisões e fornecimento de dados incompletos que afetam o desenvolvimento do projeto. Já o projetista, muitas vezes, não possui um comprometimento com a interação entre os diversos

projetos e geralmente possui pouco conhecimento das técnicas construtivas utilizadas na obra.

No entanto, a compatibilização pode ser realizada através da sobreposição das plantas, identificando de forma visual as incoerências. Utilizando um modelo BIM 3D, tem-se facilidade na visualização através das bibliotecas nele inseridas. Além do mais, há a possibilidade de utilização de outros softwares para detectar essas irregularidades. Alguns destes sistemas especializados para compatibilização são o TeklaBIMsight, Naviswork e Solibri, e softwares de autoria que também possuem essa funcionalidade como o QiBuilder que, a partir da importação dos modelos em IFC (*Industry Foundation Classes*), apontam as interferências baseadas em normas de órgãos como Corpo de Bombeiros e prefeituras, além de possibilitar a compatibilização geométrica 3D do modelo (GONÇALVES, 2019).

As principais interferências a serem verificadas neste trabalho é entre os objetos da arquitetura, como vigas e lajes com os elementos de projetos complementares, podendo ser eletrodutos de energia, tubulações de lógica e elementos dimensionados para o sistema contra incêndio.

2.4.1 Identificação automática de interferências

Os softwares BIM localizam, automaticamente, as interferências entre os objetos que compõem um modelo; esta funcionalidade é conhecida como *clash detection*. Posteriormente, podem ser extraídos automaticamente relatórios sobre estas interferências e compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas (DA CRUZ, 2017).

Além da localização automática, algumas soluções também classificam as interferências como leves, moderadas ou críticas, como demonstra a Figura 4.



Fonte: Catela (2016, p.34)

a) Interferência leve: é aquela em que uma tubulação de pequeno diâmetro interfere em outra, também de pequeno diâmetro, ou seja, é um tipo de interferência de fácil solução, podendo ser corrigida utilizando conexões padronizadas.

b) Interferência moderada: ocorre entre uma tubulação de médio diâmetro com uma de pequeno diâmetro.

c) Interferência crítica: esta acontece quando uma tubulação de grande diâmetro se choca com uma componente da estrutura, por exemplo, um pilar ou uma viga estrutural.

Algumas soluções BIM são capazes ainda de identificar as chamadas interferências funcionais (*Soft Clash*) que, mesmo não ocupando o mesmo lugar no espaço, identifica-se como uma interferência por impedir o funcionamento adequado do sistema. Este tipo de modelo é encontrado em casos de instalações de comunicação multimídia correlacionado com as instalações elétricas (CATELA, 2016).

Figura 5: Interferência funcional.



Fonte: Catela (2016, p.34)

Na Figura 5, pode-se compreender este conceito de interferência funcional, embora haja espaço para a instalação do projetor, o posicionamento da luminária externa entre o projetor e a tela de projeção seria um obstáculo para o seu adequado funcionamento.

2.5 O CENÁRIO ATUAL

A construção civil, mesmo sendo uma indústria notoriamente tradicionalista, coloca em dois lados opostos a equipe de projeto e a equipe de



construção. Onde os responsáveis pelos projetos desenvolvem os projetos e documentações necessárias que, posteriormente, são repassadas à equipe de construção, por proprietários do empreendimento ou gestores, não ocorrendo uma comunicação e esclarecimento de dúvidas entre as equipes responsáveis pelo projeto e execução (BAUMANN, 2020).

Os projetistas, muitas vezes, não possuem conhecimento de execução dos itens projetados, ocorrendo, acidentalmente, falhas de localização dos componentes, bem como, passagens de tubulações em locais impróprios.

Observando-se os inúmeros erros, custos adicionais e dentre outros fatores, alguns países como Reino Unido, Cingapura e Chile, adotaram uma política estratégica nacional que estabelece que todas as obras financiadas com dinheiro público precisam ser desenvolvidas com o uso da plataforma BIM. Visto que, esta tecnologia é uma alternativa que abrange todas as fases de um empreendimento, desde a concepção, projeto, gestão, até a execução da obra (MASOTTI, 2014).

No Brasil, a adoção do BIM ainda pode ser considerada incipiente que, apesar das vantagens de migração para essa plataforma, muitas empresas ainda têm dificuldades de implementar o BIM por diversos fatores, como a necessidade de adaptar a equipe para trabalhar no novo modelo, os objetivos e informações precisam ser mais precisos, alguns desafios também quanto à software e hardware.

Porém, algumas das principais iniciativas têm sido tomadas por bancos e agencias públicas, como o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (MASOTTI, 2014).

Em maio de 2018, durante um encontro nacional da indústria da construção (ENIC), foi anunciado pelo Governo Federal, o decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018, com o objetivo de democratizar o uso do BIM no Brasil, tendo como incentivo o uso da tecnologia, no âmbito nacional, a partir de 2021 (BAUMANN, 2020).

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) tem-se uma perspectiva de que o aumento do uso do BIM, no Brasil, gere redução de custos de 9,7%, aumento da produtividade de 10% e um acréscimo de 28,9% no PIB da construção civil.

Algumas empresas nacionais já implementaram esta tecnologia em suas atividades, dentre elas, pode-se citar, a TRÊS ENG Projetos de Engenharia, Sinco Engenharia e Duratex – Divisão Deca. Ambas observaram resultados qualitativos e satisfatórios, como a possibilidade de visualizar um modelo próximo do real, fazer

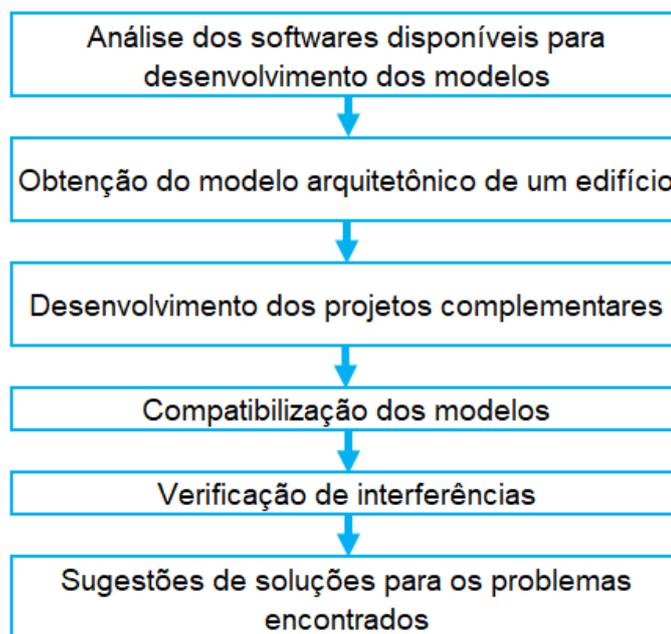
modificações com segurança, agilidade, economia de materiais, redução de imprevistos e de custos (GONÇALVES, 2019).

Desta forma, o cenário BIM é oportuno para crescimento no país, tendo em vista que é preciso melhorar a qualidade de detalhes e a comunicação entre os envolvidos no empreendimento, com o intuito de reduzir custos e acelerar a produtividade demandada.

3 METODOLOGIA

As etapas de estudo para utilizar a ferramenta BIM para realização de projetos complementares foi realizada conforme representado no fluxograma da Figura 6.

Figura 6: Fluxograma de desenvolvimento.



Fonte: Da autora (2021)

3.1 ANÁLISE DOS SOFTWARES DISPONÍVEIS PARA DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS

Diante dos softwares disponíveis no mercado, o QiBuilder foi o que se destacou para realização dos projetos complementares. Esta plataforma foi desenvolvida pela AltoQi, que possibilita a integração com a solução BIM. A escolha



de utilizar o software QiBuilder foi feita por conta da praticidade que suas ferramentas proporcionam e pela forma didática que elas auxiliam no desenvolvimento do projeto.

Além disso, esta plataforma abrange vários projetos do segmento da construção civil, como hidrossanitários, elétricos, SPDA, entre outros. Sendo que, na elaboração do estudo, foram utilizados o QiElétrico e QiCabeamento para realização dos projetos complementares escolhidos.

O QiElétrico realiza projetos de instalações prediais de baixa tensão, adequado à norma brasileira ABNT NBR5410 e com recursos de cálculo, modelagem, dimensionamento, compatibilização e detalhamento. Tem como processos automatizados o lançamento dos eletrodutos, eliminação da sobreposição das indicações da fiação, dimensionamento considerando condutores em paralelo, dimensionamento das correntes de curto-circuito, entre outros.

Por outro lado, para projetos de cabeamento estruturado, tem-se o QiCabeamento que realiza projetos de sistemas de cabeamento, com bibliotecas completas, além de recursos como modelagem, dimensionamento e, também, compatibilização. Alguns processos automatizados deste software é a geração de planilhas, a lista de materiais, entre outros.

Para realização do projeto preventivo, foi utilizado o QiElétrico, pois este módulo possui uma biblioteca com simbologias e detalhes para sistema de iluminação de emergência e sinalização de saída.

3.2 OBTENÇÃO DO MODELO ARQUITETÔNICO DE UM EDIFÍCIO

O objetivo foi encontrar um arquivo no formato IFC de um edifício com alguns pavimentos, porém, devido ao processo BIM ainda ser pouco usado na região Sul de Santa Catarina, houve dificuldade de encontrar modelos arquitetônicos neste formato e com as características desejadas.

Dessa forma, foi utilizado um arquivo arquitetônico no formato IFC, como referência externa para o desenvolvimento dos projetos. Sendo uma edificação que funcionará como sede esportiva do campo Vila Rica e é composta por dois pavimentos. O térreo possui dois vestiários com seus respectivos lavabos, já na área do nível 1, ou pavimento superior, tem-se o refeitório, conforme a Figura 7.

Figura 7: Vista Frontal da edificação.



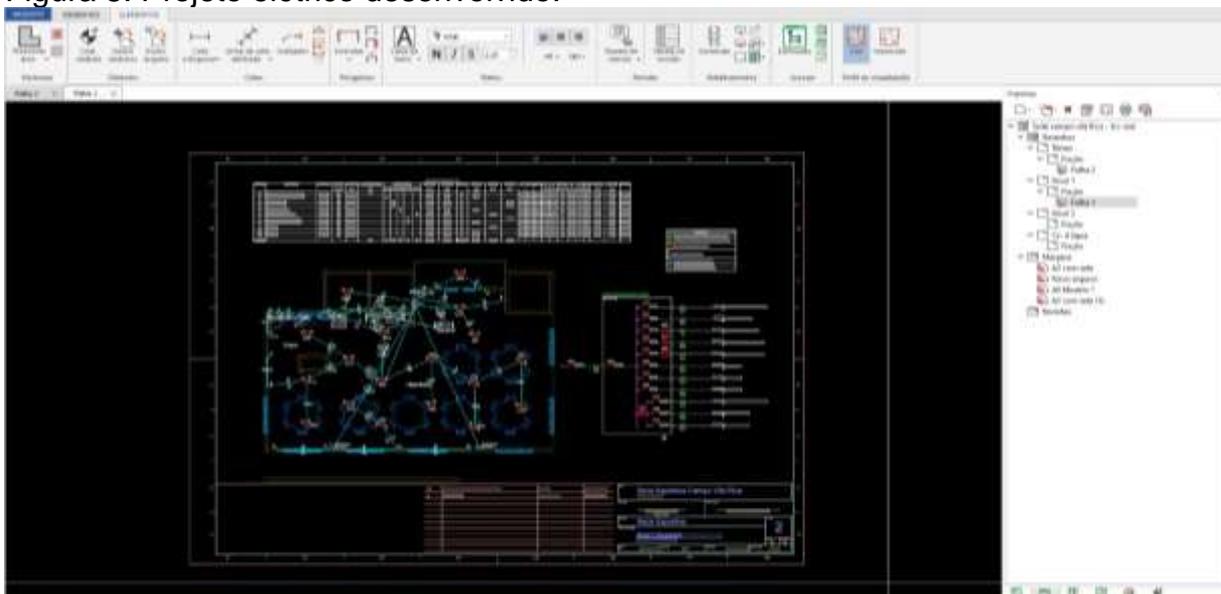
Fonte: Da autora (2021)

3.3 DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS COMPLEMENTARES

A partir do projeto arquitetônico da edificação foram realizados os projetos complementares, sendo eles elétrico, de cabeamento estruturado e preventivo contra incêndio na plataforma QiBuilder, desenvolvida pela AutoQi.

No desenvolvimento do projeto elétrico foi realizado o lançamento dos pontos, circuitos, fiação, quadro de cargas e informações necessárias para um projeto eficiente, seguindo a normativa ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, conforme a Figura 8.

Figura 8: Projeto elétrico desenvolvido.



Fonte: Da autora (2021)



A edificação utilizada não possui sala de reunião ou áreas de escritório, porém foram previstos pontos de cabeamento estruturado considerando que no futuro poderá ser alterado o *layout* do pavimento superior, visto que projetos de cabeamento estruturado possibilitam a flexibilidade no *layout*.

No desenvolvimento do projeto preventivo contra incêndio foram previstos pontos de iluminação e sinalização de emergência, indicando a saída dos ambientes conforme as normativas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, sendo elas, IN 11 – Sistema de iluminação de emergência e IN 13 – Sinalização para abandono de local. Para o desenvolvimento deste projeto, é preciso contratar engenheiros especializados neste segmento, para realizarem o dimensionamento de carga de fogo, extintores e, também, o sistema completo de alarme e detecção de Incêndio, a fim de contemplar todos os elementos necessários para um projeto preventivo seguro e eficiente.

3.4 COMPATIBILIZAÇÃO DOS MODELOS

Para a compatibilização dos projetos desenvolvidos utilizou-se ferramentas que proporcionam a troca de informação simultânea, atualizada em tempo real, que são chamados de softwares colaborativos.

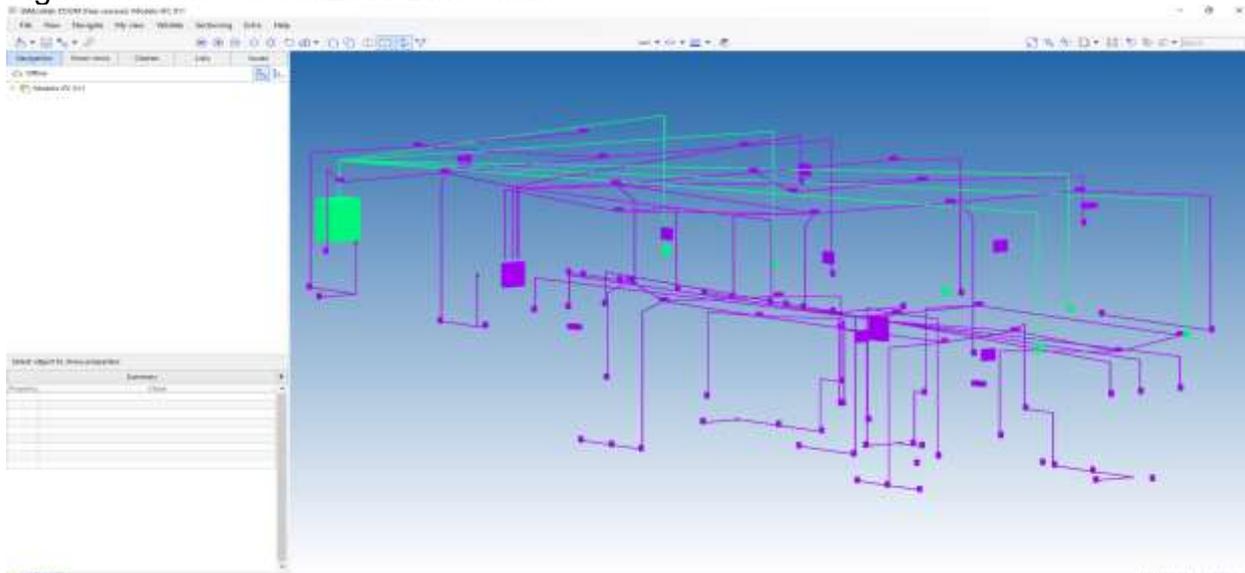
O BIM *Collaboration Format* (BCF) é um esquema usado para trocar informações e opiniões do modelo entre os envolvidos no empreendimento, independente de ferramentas e softwares utilizados. Seu principal objetivo é a troca de informações rápidas e claras, através de um arquivo de formato XML, que contém comentários, imagens e dados complementares. Dessa forma, não há necessidade de encaminhar todo o modelo BIM durante a fase de comunicação.

Existem duas opções de processo para intercâmbio e utilização do BCF, a primeira opção é a utilização de arquivos BCF nativos, que precisam de uma troca sucessiva destes arquivos, sendo necessário uma gestão metódica das versões dos arquivos e devidas nomeações para uma correta interação entre as alterações que o produzem o modelo. A outra maneira utiliza plataforma de colaboração em nuvem, com integração automática do BCF, possibilitando a visualização das informações por todas as partes interessadas no processo.

Uma ferramenta que auxiliou neste processo foi o BIMCollab. Sendo ela, responsável pelo armazenamento em nuvem, otimizado através de aplicativos nos

softwares de modelagem. Dessa forma, todos os participantes do projeto podem fazer o acompanhamento e gerenciamento das anotações e compatibilizações em BCF que podem ser criadas em diversas soluções, conforme a escolha do projetista, como demonstra a Figura 9.

Figura 9: Ciclo centralizado BIMcollab.



Fonte: Da autora (2021)

De acordo com as características desta ferramenta, ela foi escolhida, pois permite que o projetista utilize softwares de sua preferência para o desenvolvimento dos projetos, sendo assim, para a elaboração dos projetos elétricos, de cabeamento estruturado e preventivo contra incêndio como mencionado anteriormente foi utilizado o QiBuilder, que permite a integração com o BIMCollab para centralizar os modelos e identificar as interferências entre eles.

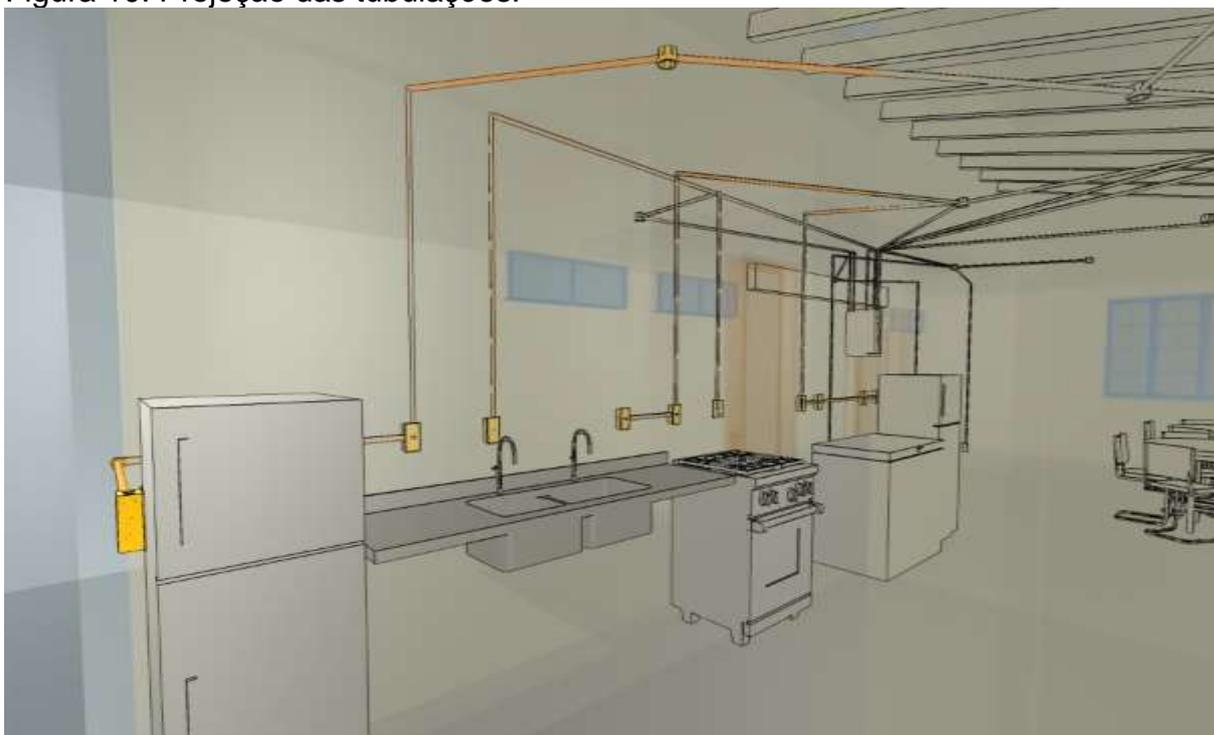
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS COMPLEMENTARES

Através da utilização do QiBuilder para desenvolvimento do projeto elétrico foi possível observar que os processos podem ser automatizados na construção de um projeto, como a passagem automática dos eletrodutos, bem como a sua respectiva fiação, sendo assim, o projetista ganha tempo na elaboração do mesmo. Porém, depois de lançados, deve-se fazer a verificação e correção dos caminhos.

Além disso, outro resultado positivo na utilização deste software é a visualização 3D do que está sendo projetado em tempo real, facilitando a compreensão dos detalhes do que está sendo projetado, como altura e dimensão dos objetos, conforme Figura 10.

Figura 10: Projeção das tubulações.

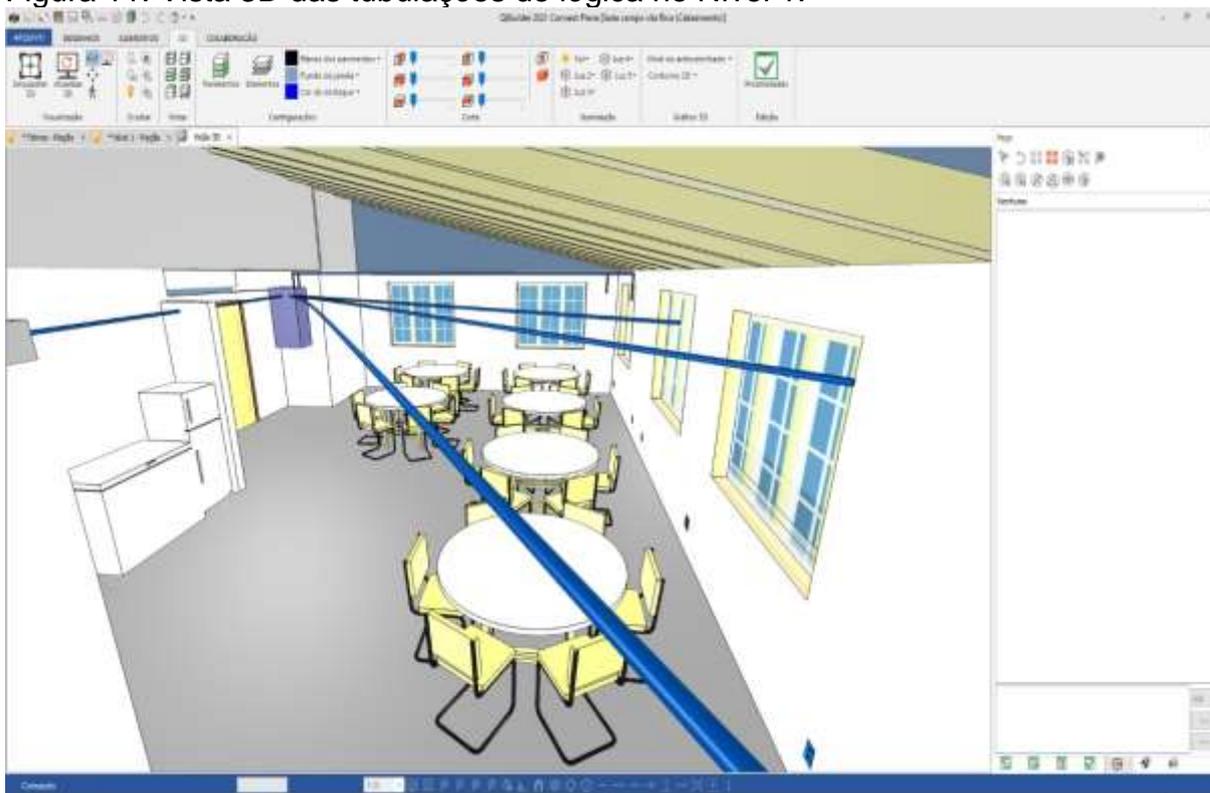


Fonte: Da autora (2021)

Para o empreendimento projetado foram previstos pontos de voz e dados. O que determinará qual função cada ponto desempenhará é a ligação deste ponto no rack. Desta forma, um ponto de internet pode ser rapidamente transformado em um ponto de telefone, mudando-se apenas de switch para *voice panel* no rack.

Diante da utilização do QiBuilder para desenvolver o projeto de cabeamento, foi possível dimensionar pontos com flexibilidade, através das bibliotecas disponíveis. A biblioteca de cabeamento conta com pontos modelo RJ-45, com uma, duas e até seis esperas de conexão, em uma única caixa 4x2, além disso, possui modelos de rack de diferentes tamanhos e dimensões para conexão dos pontos, conforme a Figura 11, tem-se os eletrodutos instalados no teto, os pontos instalados nas paredes laterais, bem como o rack dimensionado do tipo armário também fixado em uma das paredes do pavimento.

Figura 11: Vista 3D das tubulações de lógica no Nível 1.



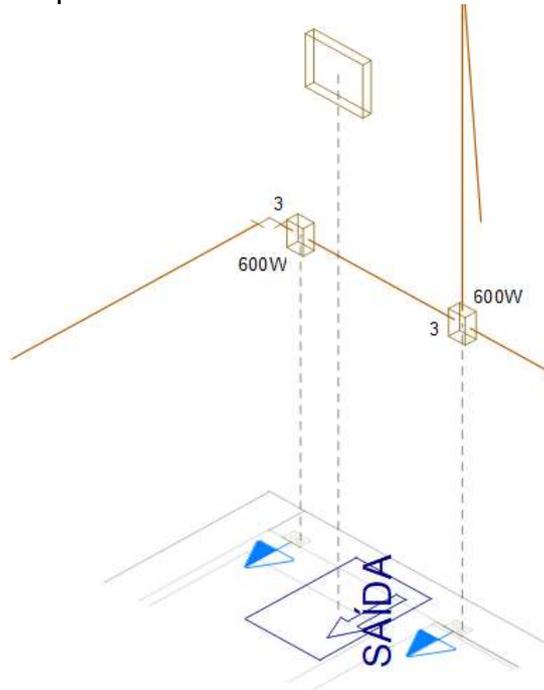
Fonte: Da autora (2021)

Na elaboração do projeto preventivo, foi possível apenas desenvolver o que refere as normas IN 11 – Sistema de iluminação de emergência e IN 13 – Sinalização para abandono de local, isto porque o que se refere às IN 03 – Carga de fogo, IN 06 – Sistemas Preventivo por extintores e IN 12 – Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio, é preciso do módulo QIncêndio para que os pontos sejam lançados e, posteriormente, visualizados em 3D na compatibilização dos projetos desenvolvidos.

Porém, para o que foi possível desenvolver, o software permite observar as placas indicativa de saída e bloco autônomos com suas dimensões e posições reais, o que facilita a compreensão pelas pessoas envolvidas no empreendimento.

Além disso, o programa ainda conta com bibliotecas deste seguimento, contendo pontos e detalhes prontos, o que facilita a elaboração do projeto pelo projetista, pois nesta etapa ganha-se tempo e, ao finalizar o projeto, tem-se detalhes mais realistas como os isométricos, conforme a Figura 12.

Figura 12: Detalhe isométrico da placa indicativa de saída.

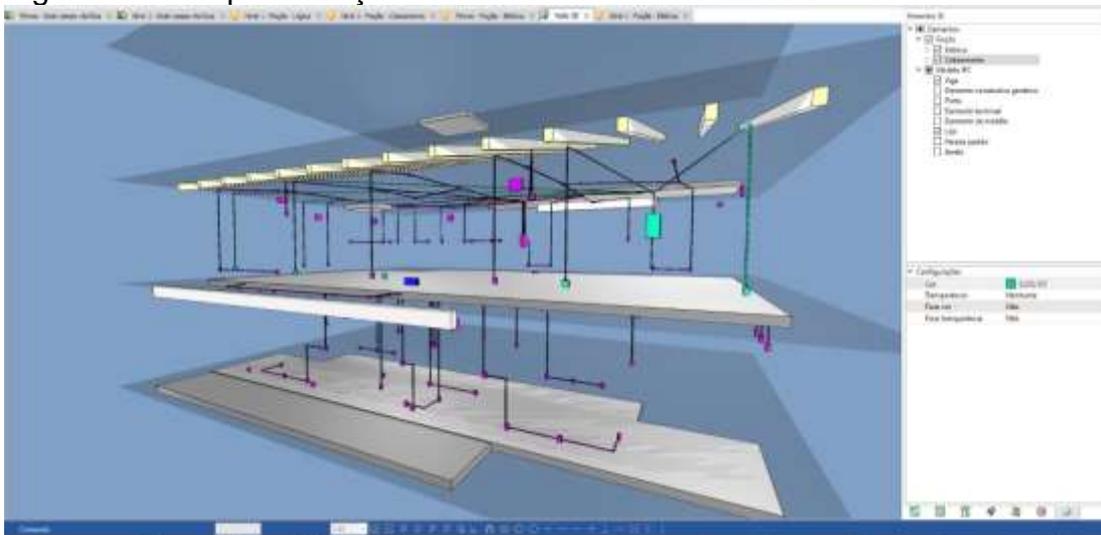


Fonte: Da autora (2021)

4.2 COMPATIBILIZAÇÃO E VERIFICAÇÃO DE INFERFERÊNCIAS DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS

Após realizado os projetos, foi possível compatibilizá-los, através de um dos recursos de colaboração do Qibuilder, com o intuito de verificar as possíveis colisões entre os elementos das disciplinas, conforme Figura 13.

Figura 13: Compatibilização dos modelos desenvolvidos.



Fonte: Da autora (2021)

Estes por sua vez foram determinados conforme critério do projetista, podendo ser verificados, elementos da estrutura, como paredes, lajes e, também, elementos projetados na parte elétrica, como condutos, caixas e quadros, conforme Figura 14.

Figura 14: Verificação de colisões.

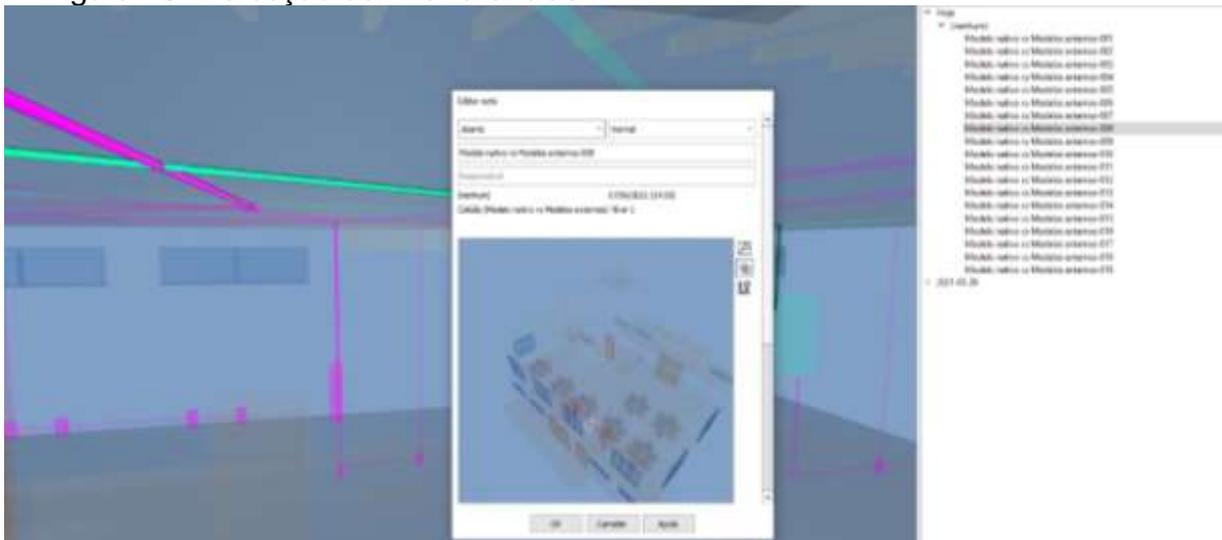


Fonte: Da autora (2021)

Essa etapa de compatibilização torna-se muito importante, pois ela permite antecipar a verificação de interferências que somente seriam identificadas durante a execução da obra. Assim, pode-se tomar as medidas necessárias para corrigi-las, antes de iniciar a execução do projeto.

Após definidas as regras de verificação de colisões foi possível observar as interferências detectadas pelo software, conforme Figura 15.

Figura 15: Detecção de interferências.



Fonte: Da autora (2021)

De acordo com a Figura 15, foi possível observar uma colisão entre os eletrodutos de cabeamento e elétrica, sendo que para solução deste problema foi rebaixar um deles, de modo que não ocorrerá mais a interferência indesejada, conforme apresenta a Figura 16.

Figura 16: Solução de interferência.



Fonte: Da autora (2021)

Após a detecção automática das interferências, o processo de solução fica a critério do projetista. Desta forma, no projeto desenvolvido foi rebaixado o eletroduto de cabeamento estruturado através das suas propriedades, conforme mostra na direita da Figura 16.

4.3 GERENCIAMENTO DAS DISCIPLINAS

Com os projetos de todas as disciplinas em andamento, o fluxo de comunicação acontece via arquivos IFC. Para auxiliar na troca de informações durante o processo de projeto, sugere-se o uso de relatório colaborativo através de arquivos BCF, que podem ser registradas informações, apontamentos, problemas e soluções, de maneira simples e dinâmica. Para cada caso a ser notificado, pode ser registrado um comentário, identificando a autoria de quem comentou e desta maneira, criando um relatório com as informações e possíveis decisões, conforme a Figura 17.

Figura 17: Lançamento de notas.



Fonte: Da autora (2021)

Conforme a Figura 18, ao criar uma nota ela fica salva no lado direito da tela, em uma espécie de histórico. Ela é editável e, ao realizar a possível correção do problema, pode-se mudar a situação da nota de andamento para concluída, este processo facilita a comunicação entre os profissionais, pois além do diagnóstico os detalhes são precisos sendo possível a visualização através da captura de tela salva ao criar a nota desejada.

Figura 18: Comunicação sobre o projeto.



Fonte: Da autora (2021)

Através dos arquivos BCF, o usuário cria uma vista do modelo, 2D ou 3D, desenvolve sua observação e envia o arquivo com informações, podendo, portanto, receber a resposta através de bloco de notas, com todas as informações dispostas. Com a nova plataforma o usuário pode abrir os arquivos diretamente do Revit ou ArchiCAD entre outros modeladores BIM e, assim, proceder as correções e análises.

4.4 DESAFIOS DA MIGRAÇÃO DA PLATAFORMA TRADICIONAL PARA A BIM

Mesmo diante de todos os benefícios ainda se tem dificuldade de migração da plataforma tradicional para a BIM, isto porque, para utilização de software com compatibilidade para metodologia BIM é preciso ter o projeto arquitetônico em modelo IFC. Porém, como alguns órgãos governamentais estão exigindo este tipo de projeto, porque evita retrabalhos e custos adicionais, acredita-se que a tendência é aumentar o número de projetistas utilizando esta ferramenta.

Além disso, muitos têm dificuldade de migrar para esta ferramenta por ser mais complexa, possuir mais funções, se fazendo necessário o uso de máquinas computacionais com placas, processadores e memórias melhores, e também, é preciso ter as premissas da edificação bem definidas na fase de projeto, minimizando assim erros em fase de obra.



Porém, após a realização dos projetos utilizando esta metodologia, foi possível verificar um projeto com um nível de detalhamentos bem maior comparado ao método tradicional, bem como outros pontos positivos como o lançamento automático de condutos e fiação elétrica, dimensão precisa dos componentes de um modelo, como tomadas, interruptores, etc.

Além do mais, esta metodologia possibilita a detecção automática de interferências entre os elementos de um projeto, bem como, a visualização destes elementos em perspectiva, facilitando a compreensão do que está sendo projetado pelos envolvidos no empreendimento em tempo real, aliás ela ainda permite a comunicação constante entre os profissionais.

5 CONCLUSÕES

No decorrer da pesquisa com o objetivo de avaliar o impacto do uso da metodologia BIM em projetos complementares, pode-se observar que ela proporciona, ao projetista, muitas ferramentas para auxiliar na tomada de decisões e no gerenciamento das informações, bem como, processos automatizados e a qualidade das informações ao serem projetadas. Com isso, o projetista ganha tempo na elaboração dos projetos, pois além de processos automatizados, os softwares que possuem integração com esta metodologia, contam com bibliotecas completas, contendo simbologias e detalhes dos mais diversos segmentos.

Além de informar de forma intuitiva os erros de compatibilidade entre os projetos, a modelagem BIM oferece recursos para correção das incompatibilidades encontradas, garantindo que os erros sejam corrigidos na fase de projeto, evitando gastos adicionais na obra.

Utilizando essas informações, foi possível analisar o impacto da utilização do BIM no desenvolvimento dos projetos escolhidos. Além de apresentar o desenho em 3D, o BIM possibilitou unir a modelagem virtual aos dados necessários para avaliar interferências, antecipar problemas e garantir a execução eficiente do projeto, evitando, por exemplo, revisões e desperdícios de materiais.

Outro fator importante com a utilização da metodologia BIM, é que os profissionais conseguem ter uma troca de informações mais precisa entre eles, através do gerenciamento e colaboração das disciplinas, podendo trocar ideias com auxílio de bloco de notas, contendo imagem de sugestão ou do problema encontrado,



além de comentários relevantes para a fase do empreendimento.

Como fase final do projeto, esta ferramenta proporciona geração automatizada de memoriais segundo a normativa de cada disciplina trabalhada, listas de materiais para orçamentos, gerenciamento de custos e sustentabilidade da obra. A riqueza nas informações e o detalhamento na documentação gerada, garantem um maior nível de confiabilidade para o projeto e aumento significativo de produtividade para o projetista.

O impacto do uso dessa ferramenta para realização do estudo teve resultados satisfatórios, possibilitando um projeto com qualidade das informações projetadas, evitando assim erros que seriam somente resolvidos em fase de execução da obra. Desta forma, pode ter resultados mais expressivos em edificações com áreas maiores ou em prédios, onde a complexidade dos detalhes e o gerenciamento de compatibilização são extremamente importantes para execução desses projetos.

REFERÊNCIAS

ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Processo de projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília: Governo Federal, 2017. 82 p.

ALGAYER, Thiago Albuquerque. **Compatibilização de projetos na construção civil: um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projetos**. 144 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ALMEIDA, Ramon Cirilo de Godoy. **Impacto do uso do BIM na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários**. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2004.

BAUMANN, Djonatha Machado. **Benefícios da ferramenta BIM aplicada a projetos de Instalações Elétricas**. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Faculdade SATC, Criciúma, 2020.

BELTRÃO, Emily Almeida. **Modelagem e compatibilização de projetos de instalações elétricas com o uso do BIM**. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

CATELA, Wilton Silva. **Fundamentos BIM**. V. 1. Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016.



CARVALHO, Paulo. **Cabeamento estruturado, quais são as suas vantagens reais?** Disponível em: < <https://tecnocopa.com.br/2017/09/12/o-que-e-cabeamento-estruturado-e-quais-sao-as-suas-vantagens/> >. Acesso em: 16 set. 2020.

CURT. **Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation (WP-1201)**. Cincinnati, OH, 2004.

DE BRITO, Carlos Roberto; TAKII, Tiago. **Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM**. 57f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Industrial Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

DA CRUZ, Geisebel Silveira. **Compatibilização de projetos com o uso de ferramentas BIM**. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina. **Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM)**. 2014. 72 p.

GONÇALVES, Francisco. Workflow de projetos de instalações BIM x CAD. **Setor Elétrico Brasileiro**, São Paulo, v.160, n. 01, p.20-31, maio, 2019.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos**. Instituto de Pesquisas tecnológicas – IPT (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.

GUESSI, Diorges Evandro. **Instruções para elaboração de projetos de instalações preventivas contra incêndio de uma edificação**. 14 f. (Normativa) – Instituto Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2010.

MARTINI, Gustavo. **Fluxo de informação colaborativa em BIM: A importância do BCF**. Disponível em: < <https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2019/04/16/Fluxo-de-informaC3A7C3A3o-colaborativa-em-BIM-A-importC3A2ncia-do-BCF> >. Acesso em: 12 out. 2020.

MASOTTI, Luís Felipe Cardoso. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MATOS, Winderson Soares. **BIM: entendendo a curva de MacLeamy e como funciona basicamente o fluxo de trabalho em BIM**. Disponível em: < <https://engenhariaeetc.wordpress.com/2015/09/21/bim-entendendo-a-curva-de-macleamy-e-como-funciona-basicamente-o-fluxo-de-trabalho-em-bim/> >. Acesso em: 12 set. 2020.

MATTEDE, Henrique. **Projeto elétrico, tudo que precisa saber!** Disponível em: < <https://www.mundodaeletrica.com.br/projeto-eletrico-tudo-que-precisa-saber/> >. Acesso em: 23 set. 2020.

NOGUEIRA, Júlia da Silva. **Análise dos benefícios do BIM no combate às irregularidades em projetos de obras de edificações públicas e seus aditivos**



contratuais. 125 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Franciele por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa e a todos os meus professores do curso de Engenharia Elétrica da UNISATC pela excelência da qualidade técnica de cada um.