



Estudo de Projetos de Instalações Hidrossanitárias em *Software Building Information Modeling (BIM)*

DE FREITAS, Wallace Alves; ALVES, Lais Amaral; VAZQUEZ, Elaine Garrido

Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro; Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ); Departamento de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 16 Mar 2021

Revisão: 20 Mar 2021

Aprovação: 05 Abr 2021

Palavras-chave: (3)

Gerenciamento

Planejamento

Riscos

Resumo:

O Building Information Modeling (BIM) é uma tecnologia que visa o desenvolvimento de projetos de engenharia, sendo amplamente utilizado em países da Europa e nos EUA, mas com uso discreto no Brasil, onde, normalmente, é preterido em relação a tecnologia Computer Aided Design (CAD). O BIM se destaca por gerar um modelo virtual, tridimensional do empreendimento, com alterações feitas em uma vista refletidas em todas as outras e no próprio modelo. Com um sistema de modelagem paramétrica, todos os elementos do projeto têm parâmetros atribuídos e personalizáveis para atender as necessidades do projetista. Este trabalho tem como objetivo o estudo da aplicabilidade do BIM em projetos de instalações hidrossanitárias com base nas normas técnicas brasileiras. Para isso, foi desenvolvido um modelo expositivo contemplando o projeto básico de arquitetura, água fria, água quente e esgoto sanitário.

1. Introdução

A tecnologia *Building Information Modeling (BIM)* é tida dentro do setor da construção civil como a evolução natural da tecnologia *Computer Aided Design (CAD)*. No mercado internacional alguns países adotaram integralmente o uso do BIM na modelagem dos projetos como a Inglaterra desde 2016 e outros, como os Estados Unidos

, onde mais de 70% dos escritórios de engenharia e arquitetura fazem uso do BIM, têm esta tecnologia como principal ferramenta de modelagem de projetos [1,2].

No Brasil, porém, a tecnologia BIM ainda enfrenta alguns obstáculos para sua implementação, mesmo que parcial. Além do estabelecido tradicionalismo do CAD, as ferramentas e os conceitos dos *softwares* BIM requerem preparação e estudo para sua total compreensão. Adiciona-se o fato de ser necessário um investimento inicial que pode não gerar um retorno direto de curto prazo para a empresa.

A tecnologia BIM traz a grande vantagem da modelagem paramétrica, onde não são desenhadas simples linhas que graficamente representam uma parede ou uma tubulação, são alocados os próprios elementos construtivos em forma de famílias onde são

editadas todas suas características como os materiais da parede, sua altura e largura, o diâmetro da tubulação, sua rugosidade, declividade e tipo de sistema (água fria, água quente ou sanitário), dentre outros. Outro diferencial se referem as vistas e desenhos que são gerados a partir de um mesmo modelo, garantindo a consistência dentro do projeto. Todos os elementos, chamados de famílias, no BIM são customizáveis para atender melhor o processo construtivo. A tecnologia BIM apresenta uma plataforma versátil onde várias etapas da modelagem do projeto podem ser feitas de forma integrada, com o uso de um mesmo modelo central, permitindo que cada equipe altere seu próprio escopo, amenizando os problemas de compatibilização das áreas dos projetos [3].

Apesar de ter primeiras definições durante a década de 1970 e ter os primeiros *softwares* lançados na década de 1980, a tecnologia BIM só foi ganhar força, principalmente na Europa, no fim da década de 2000. Seu desenvolvimento vem sendo abrupto, com cada vez mais recursos e ferramentas, tendo um efeito considerável no design, na construção, além do gerenciamento de instalações e planejamento de manutenções [4].

Este trabalho tem como objetivo abordar o conceito do uso da plataforma BIM na modelagem de projetos, especificamente na parte de desenho de instalações prediais hidrossanitárias. O trabalho é apresentado a partir de uma revisão bibliográfica e desenvolvimento de um modelo exemplo abordando as áreas de arquitetura e instalações prediais, com suas respectivas plantas baixas, isométricas e de detalhes.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Sobre o BIM (*Building Information Modeling*)

De acordo com Baroni [5], a definição documentada mais antiga da tecnologia BIM data de 1975, feita por Charles M. Eastman,

no extinto AIA jornal, no trabalho *Building Description System* sendo ela traduzida a seguir:

[Projetado por] ...definir elementos de forma interativa... derivando seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos... Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes... qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligado diretamente à descrição... estimativas de custo ou quantidades de material poderiam ser facilmente geradas... fornecendo um único banco de dados integrado para análises virtuais e quantitativas... verificação de código de edificações automatizado na prefeitura ou no escritório do arquiteto. Empreiteiros de grandes projetos poderiam achar esta apresentação vantajosa para a programação e para os pedidos de materiais. [6]

A terminologia *Building Description System* foi então evoluindo, de acordo com os avanços dos estudos sobre a tecnologia nas décadas de 1970 e 1980, recebendo as nomenclaturas *Building Product Models* nos Estados Unidos no início de 1980 e *Product Information Models* na Europa. Tendo a fusão dessas nomenclaturas no *Building Information Models* [7].

Os *softwares* de tecnologia BIM, por si só, implementaram vários conceitos (como os componentes paramétricos, a geração automática de desenhos, os bancos de dados e a descrição temporal das fases da construção) que vieram a ser reutilizados em *softwares* atuais, sendo os pioneiros da tecnologia, de acordo com Andrade [8], a versão britânica do RUCAPS para Sonata e Reflex, a versão britânica do Oxsys para BDS e GDS (atual MicroGDS), a versão francesa, que concluiu Cheops e Archition, o sistema belga Brics, o sistema de modelagem americana da companhia Bausch & Lomb, entre outros. Atualmente aos *softwares* mais

conhecidos são: Autodesk Revit, Bentley Building, VectorWorks, Allplan e ArchiCAD.

Um dos principais diferenciais entre a plataforma BIM e a tecnologia CAD é a forma simultânea na qual é desenvolvido o projeto 2D em comunicação com o 3D na plataforma BIM, possibilitando a visualização do empreendimento, diminuindo a incidência de erros de compatibilização das disciplinas do projeto. Criando, de acordo com Eastman et al. [6], um modelo virtual preciso de uma edificação, que é construído de forma digital. De acordo com Andrade e Ruschel [7], as principais diferenças da tecnologia BIM para os sistemas CAD tradicionais, que são os mais utilizados na engenharia civil no cenário atual, são duas principais “tecnologias” presentes no BIM, são elas: modelagem paramétrica e interoperabilidade. A primeira permite representar os objetos por parâmetros e regras associados à sua geometria, assim como, incorporar propriedades não geométricas e características a esses objetos. Além do mais, modelos de construção baseados em objetos paramétricos possibilitam a extração de relatórios, checagem de inconsistências de relações entre objetos e incorporação de conhecimentos de projeto, a partir dos modelos. A interoperabilidade, para Eastman et al. [6], é uma condição para o desenvolvimento de uma prática integrada. O uso de uma prática integrada com times de colaboração é possível com a integração da informação entre aplicativos computacionais, utilizados por diferentes profissionais de projeto.

2.2. Principais Softwares e Ferramentas

Com a popularização da tecnologia BIM no cenário da construção civil, várias empresas do ramo do *design* e construção, como a Autodesk e a Bentley Systems Inc., começaram a desenvolver seus próprios *softwares* e ferramentas, usando tal

tecnologia, cada um com suas particularidades, vantagens e desvantagens.

O ArchiCAD foi desenvolvido pela empresa Graphisoft e é o *software* BIM desenvolvido para arquitetos mais antigo no mercado. É responsável por grandes inovações na área como o *BIMcloud*, ferramenta de colaboração interativa em tempo real, via armazenamento e edição do projeto em nuvem, o *EcoDesigner Star* que foi a primeira investida em *design* sustentável dentro da plataforma BIM e o BIMx que é um aplicativo de *smartphone* que permite a visualização de aplicativos BIM [9].

O *software* AECOSim de tecnologia BIM foi desenvolvido pela empresa especializada em programas de *design*, arquitetura e engenharia, a Bentley Systems. O *software* foi construído em cima da plataforma do programa CAD, Microstation, da mesma empresa e amplamente utilizado na engenharia. O AECOSim faz parte de uma extensa plataforma de *softwares* específicos, tendo como principal atrativo sua grande liberdade para desenvolvimento de projetos com alta complexibilidade arquitetônica e de vários tipos de infraestruturas, de simples casas a extensas plantas industriais ou gigantescas estruturas *offshore* [10].

O REVIT é o *software* BIM da Autodesk, mesma desenvolvedora do AutoCAD, e é o mais difundido desta tecnologia no mercado da construção civil. Suas ferramentas permitem que o uso do processo inteligente baseado em modelos para planejar, projetar, construir e gerenciar edifícios e infraestruturas. O Revit oferece suporte a um processo de projeto multidisciplinar, para trabalhos colaborativos [11].

O *software* BIM Tekla Structures permite a criação e gerenciamento de modelos estruturais 3D altamente detalhados, independentemente da complexidade material ou estrutural. Os modelos podem cobrir todo o processo de construção, desde o projeto conceitual até a fabricação,

montagem e gerenciamento de construção [12].

2.3. O Uso de BIM no Brasil

No Brasil, o decreto nº 9.377 de 2018, instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling, o que foi um grande avanço no cenário nacional [13]. No Reino Unido, por exemplo, em 2011, foi estipulado um período de 5 anos para implementação total do BIM nos escritórios de arquitetura e engenharia, exigindo BIM Nível 2 (modelagem e interoperabilidade) até 2016. Nos Estados Unidos, a partir de um decreto de 2006, todos os projetos de caráter civil federal, inclusive edifícios militares foram incentivados a implementar a tecnologia BIM e, em 2012, 71% dos escritórios de engenharia e arquitetura já utilizavam a tecnologia BIM [1].

No entanto, ainda muitos escritórios de projetos encontram barreiras para implementação do BIM, muitas vezes financeiras, já que além do alto investimento inicial para adquirir os programas BIM, também é necessário gerar despesas para realizar treinamentos da equipe. Além disso, é necessária toda uma mudança na forma de projetar, uma vez que as equipes terão que trabalhar de forma muito mais integrada e terão novas responsabilidades [14].

Outra limitação se refere quantidade pequena de informações nos bancos de dados, disponíveis nos catálogos das grandes fornecedoras de materiais e equipamentos no Brasil, sendo estas empresas, em países com alta adesão ao BIM, as principais responsáveis pela modelagem e criação de seus itens para uso nos *softwares*. O que torna necessário a modelagem, do zero, de elementos que atendam aos requisitos do projeto, que os *softwares* BIM, em sua versão base, apresentam apenas opções básicas destes elementos. A modelagem de elementos, porém, pode ser uma tarefa difícil

e demorada, dependendo de sua complexidade.

Com relação a presença de BIM na formação do profissional de arquitetura e de engenharia civil, ainda é limitada, estando em estágios iniciais de implementação nas respectivas matrizes curriculares, principalmente, por meio de matérias optativas ou minicursos oferecidos pelas instituições de ensino. E muitas dessas matérias ou minicursos abordam os estágios introdutórios ou intermediários do BIM [15].

3. Desenvolvimento do Modelo Expositivo

3.1. Descrição do Empreendimento

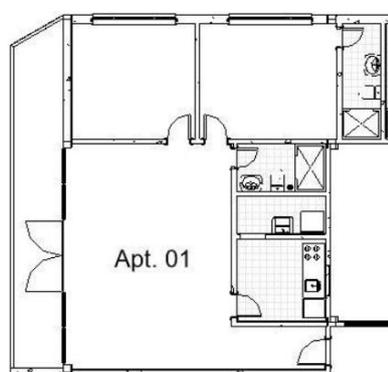
Foi projetado um edifício de caráter residencial multifamiliar localizado na cidade do Rio de Janeiro, levando-se em consideração o objetivo de simular a confecção de um projeto usando a tecnologia BIM. O projeto foi desenvolvido no software Revit 2018 da empresa Autodesk. O edifício conta com térreo com um apartamento para o zelador com dois quartos, sala cozinha, área de serviço e banheiro. Também no térreo, se localiza o pavimento de uso comum, onde foram previstos academia, piscina e duas áreas de lazer próximas às piscinas e garagem dividida em quinze vagas cobertas e dez vagas descobertas, os outros andares contam com cinco pavimentos tipos, contendo seis apartamentos por pavimento com um banheiro, sala, cozinha, área de serviço, dois quartos e varanda para os apartamentos de fundo e para os apartamentos laterais e frontais há também uma suíte e cobertura com reservatórios e casa de máquinas. O terreno tem dimensões de 49,10 x 43,25 m² e o edifício de medidas 20,50 x 28,50 m².

3.2. Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico foi concebido com o objetivo de ter boa eficiência energética, fazendo uso de amplos painéis envidraçados nos acessos às varandas a fim

de captar a luz solar para iluminação natural. Foram previstos dois prismas de ventilação que atendem as cozinhas e banheiros dos apartamentos frontais e laterais. Os apartamentos frontais e laterais foram desenvolvidos a partir de uma mesma planta baixa, espelhados entre si. A Figura 1 mostra o apartamento 01 que foi tomado como referência para o desenho das vistas isométricas das instalações hidrossanitárias.

Figura 1: Planta baixa do apartamento 01 [16]



Para a modelagem do projeto básico de arquitetura o Revit possui muitos recursos que facilitam o desenvolvimento do traçado. As famílias de paredes, coberturas e lajes, apesar de serem famílias de sistema com parâmetros restritos, pois as famílias presentes na biblioteca padrão do programa são muito genéricas, dão bastante liberdade no traçado, para criação de varandas, por exemplo, e em sua composição. É possível determinar toda a composição da parede ou da laje a partir do tipo de família especificando os materiais e espessuras.

A mesma lógica serve para as camadas da laje, tendo sido feito no projeto uma laje de concreto de 15cm com revestimento vinílico para as áreas de sala e quarto e com revestimento cerâmico.

Para a criação do prisma de ventilação foi feito uso da ferramenta *shaft* que cria

uma abertura no formato desenhado. A ferramenta define a cota de início e de fim da mesma, permitindo a criação rápida do prisma de ventilação. As alterações de medidas caso necessário, são facilitadas, uma vez que não é preciso fazer alterações por pavimento ou redundância de desenhos, porque todas as dimensões e características do prisma estão em um mesmo traçado. Para a criação dos painéis de vidro foi usado o tipo de família da parede *curtain wall* ou parede de cortina que cria painéis separados por barras. A parede de cortina pode ser configurada de acordo com o número e tipo de barras verticais e horizontais desejadas e de acordo com os materiais e funções dos painéis. Apesar dos painéis serem travados para alteração em conjunto, manualmente é possível destravá-los e modificar apenas os painéis desejados. Para o caso do modelo expositivo, isso foi feito, sendo modificado um painel para uma porta de vidro para acesso à varanda e redimensionando de acordo com os valores desejados. Para a entrada principal do condomínio também foi utilizado uma parede de cortina, porém sem painéis e com grades circulares grossas de ferro na cor branca.

A Figura 2 apresenta a perspectiva isométrica da arquitetura do modelo.

Figura 2: Perspectiva isométrica do modelo [16]



3.3. Projeto de Instalações Hidrossanitárias

O projeto de água fria foi feito nos moldes de um sistema indireto por

gravidade, com estação elevatória levando a água advinda da rede pública de abastecimento para dois reservatórios superiores com capacidade de vinte mil litros cada, ligando num barrilete que desce pela lixeira com seis colunas, cada uma alimentando um apartamento em cada andar.

Nos apartamentos, o ramal de água fria, apresentado na figura 3 em azul, atende uma pia com misturador, uma torneira de tanque de lavar roupa, uma máquina de lavar roupas, nos apartamentos frontais e laterais (cada), duas bacias sanitárias, dois chuveiros com misturador e dois lavatórios, nos apartamentos dos fundos, apenas uma pia, um chuveiro com misturador e um lavatório.

No projeto de água quente, apresentado na figura 3 em vermelho, foram previstos aquecedores a gás individualizados para cada apartamento que atendem o misturador da pia, o chuveiro e o lavatório do banheiro, sendo que os apartamentos frontais e laterais possuem banheiro e suíte, portanto atendem dois chuveiros e dois lavatórios.

Para o desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário, adotou-se um tubo de queda para cada banheiro, como pode ser observado na figura 4, um para receber os efluentes de lavagem do ralo seco da área de serviço e um para o ralo seco da varanda. Os tubos de queda vão do quinto pavimento ao térreo, descendo pelo prisma de ventilação, com um desvio horizontal pelo teto do térreo até a parede externa mais próxima, ou pelos fundos do edifício. Todos os tubos de queda são ligados diretamente em caixas de inspeção. As tubulações dos banheiros são ventiladas por coluna de ventilação secundária individual para cada banheiro de acordo com a NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução de 1999 [17]. Para coleta de efluentes de sabão e detergente provenientes de tanque e máquina de lavar roupa, é dedicado um tubo secundário em cada área de serviço que, no térreo, faz ligação em caixas sifonadas

especiais, que posteriormente ligam na caixa de inspeção mais próxima. E para coleta de efluentes gordurosos provenientes da pia é dedicado um tubo de gordura para cada cozinha, estes, ligados, no térreo, em caixas de gordura, que ligam na caixa de inspeção mais próxima. As caixas de inspeção têm afastamento máximo de vinte e cinco metros entre si.

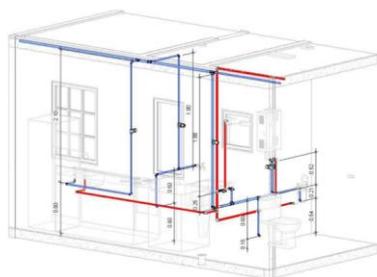
Os sistemas foram traçados e dimensionados com base nas normas NBR 5626: Instalação predial de água fria de 1998 [18] e NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente de 1993[19].

Para a modelagem dos sistemas hidrossanitários, foram utilizadas famílias e *templates* externos ao Revit, fornecidos por fabricantes de peças sanitárias e tubulações como a Celite e a Tigre com parâmetros definidos de acordo com os produtos de mercado. Ao aplicar a ferramenta *Transfer Project Standards* ou “transferir padrões de projeto” foi possível transferir as tubulações comerciais contidas em um outro *template* para o modelo expositivo. Isso se fez necessário devido ao fato da família de tubulações (da ferramenta *pipe*) ser uma família de sistema que não pode ser inserida usando a ferramenta de carregar famílias.

Ao fazer o traçado das tubulações dos sistemas hidrossanitários o Revit aloca automaticamente as conexões de acordo com o ângulo da ligação e com o diâmetro correspondente ao do traçado da tubulação. As conexões que o Revit aloca são famílias existentes e carregáveis no projeto sendo que é possível alterar o parâmetro de preferências de roteamento da tubulação para que sejam inseridas, prioritariamente ou apenas, as conexões específicas que serão previstas em projeto, auxiliando na especificação da planilha de contabilização de materiais e no orçamento.

A Figura 3 mostra o isométrico das instalações de água fria (em azul) e água quente (em vermelho) no apartamento 01.

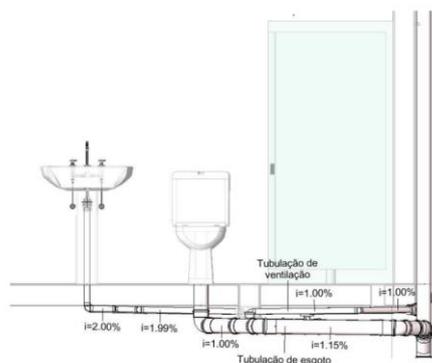
Figura 3: Isométrico das instalações de água fria e água quente [16]



Para desenho da tubulação de esgoto e de ventilação é possível definir uma inclinação para o traçado, se inclina para cima ou para baixo e quanto por cento de inclinação. Ao encontrar um conector, porém, dificilmente o mesmo se encontrará no mesmo nível de chegada da tubulação, sendo necessários ajustes, o Revit faz estes ajustes automaticamente ao conectar o tubo, dando a opção de nivelar os elementos alterando a inclinação da tubulação ou adicionando um segmento vertical até o nível do conector.

A Figura 4 mostra um corte passando pela suíte do apartamento 01 e exemplifica os dois tipos de ajustes para nivelamento das conexões. Na tubulação de esgoto o valor da inclinação passou de 1,00% para 1,15% para se conectar no tubo de queda, enquanto que a tubulação de ventilação, para não receber efluentes, foi conectada por cima da tubulação, criando um segmento vertical. A Figura 4 mostra também que, uma vez definida a inclinação, mesmo fazendo o traçado em planta, apenas longitudinalmente, a tubulação é modelada com a inclinação prevista, provendo mais informações visuais para o posicionamento e o melhor roteamento da mesma ao se aproximar do modelo real a ser construído.

Figura 4: Vista em elevação da suíte do apartamento 01 [16]

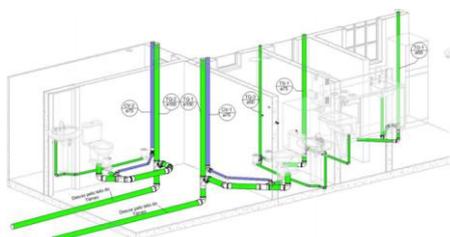


Vale destacar que, apesar do sistema ter sido feito de forma manual, o Revit tem uma ferramenta de geração de sistemas em que, selecionando os equipamentos do sistema, o programa faz a ligação virtual entre eles e possibilita gerar um traçado automático editável com diferentes soluções de roteamento, podendo ser feita a escolha dentre estas opções ou criar uma própria. Esta forma de roteamento automático, porém, gera muitos erros de traçado, principalmente para mudanças de direção entre as peças, sendo preferível fazer todo o traçado de forma manual.

O programa apresenta também uma ferramenta de conexão automática que permite, ao selecionar uma conexão e escolher a opção de "conectar a", selecionar a tubulação que o projetista desejar que seja conectada e o Revit cria um roteamento automático para fazer a conexão. A ferramenta, porém, é bem limitada, dificilmente conseguindo fazer conexões em que a peça e o tubo não estejam no mesmo plano, seja ele horizontal ou vertical. Também cabe ressaltar que para usar a ferramenta, a conexão precisa ter uma saída disponível.

A Figura 5 mostra a vista isométrica das instalações de esgoto sanitário (em verde) no apartamento 01.

Figura 5: Isométrico das instalações de esgoto sanitário [16]



4. Considerações Finais

O uso de um programa BIM para modelagem de um projeto mostrou que a ferramenta é muito mais abrangente e direcionada para a área de construção e da engenharia civil e arquitetura do que a tecnologia CAD, que é a mais adotada nas empresas de projeto brasileiras.

O BIM, no tópico do desenvolvimento de arquitetura, apresenta ferramentas necessárias para implementação nos escritórios de projetos brasileiros. Com definições de materiais e equipamentos desde o pré-projeto e modelos tridimensionais, o BIM tende a melhorar significativamente o desenvolvimento de projetos da área de arquitetura. A interface intuitiva do Revit, e de vários outros *softwares* BIM, oferece uma entrada acessível a novos usuários do *software*.

O BIM para instalações ainda se encontra num estágio de difícil acesso para o mercado brasileiro, uma vez que ainda carece de compatibilização com as normas brasileiras e de bibliotecas que atendam o mercado.

Para adoção do uso do BIM numa empresa, serão sempre necessários funcionários especialistas no desenvolvimento e criação de famílias, ou análogos, dependendo do *software* adotado, para atender a todos os tipos de construções. Apesar do BIM apresentar ferramentas necessárias para um completo desenvolvimento do traçado de instalações hidrossanitárias, alguns elementos precisam

de ajustes e outros devem ser feitos do zero. Para as instalações elétricas ainda faltam mais opções e compatibilização dos *softwares* ao mercado brasileiro.

A tecnologia BIM apresenta diversas vantagens sobre outras formas de tecnologia de modelagem de projetos de arquitetura e engenharia. Durante a confecção do modelo expositivo foi possível identificar as principais vantagens e algumas limitações do *software* BIM da Autodesk, o Revit.

4.1. Vantagens do *Software* Revit de Plataforma BIM

Para a modelagem, a criação do modelo virtual em 3D simulando o resultado final do empreendimento, confere informações e detalhes de difícil acesso quando examinando vistas em planta e elevação separadamente, além de permitir a criação de vistas em cortes em qualquer angulação para examinar detalhes de maneira mais apurada. Além disso, o fato de todas as vistas no *software* serem geradas a partir deste mesmo modelo elimina o retrabalho e a maioria das inconsistências de projeto.

A possibilidade de atribuir os materiais e definir as camadas de elementos como paredes e lajes desde o início do projeto ajuda, novamente, aproxima o modelo virtual da versão construída e garante alta eficiência na contabilização de materiais e desenvolvimento do orçamento.

Para o desenvolvimento dos projetos de instalações hidrossanitárias, a alocação automática de conexões de acordo com as preferências especificadas adianta muito o processo do traçado. E por estas conexões serem famílias existentes, carregadas no modelo, é possível configurá-las para atender as peças presentes no mercado ou, se disponível, obtê-las diretamente nos sites dos fornecedores. A limitada, porém, útil ferramenta que conecta automaticamente peças às tubulações também contribui para maior rapidez no desenvolvimento de projetos.

4.2. Limitações do *Software Revit de Plataforma BIM*

O fato das famílias de sistema terem parâmetros restritos, muitas vezes atrasam o projeto, como no caso da fiação que não possui parâmetro de marcação de fio de retorno, que em uma família com parâmetros não restritos, seria de fácil alteração mas para este caso, requisitou a criação de uma nova família que não é totalmente otimizada para a tarefa e acaba sendo redundante, que o Revit oferece marcações automáticas de fase, neutro e terra.

O desenvolvimento de famílias também pode se tornar uma tarefa bem complexa devido ao alto número de definições, que devem ser atribuídas gerando, às vezes, famílias incompletas, que não cumprem o esperado e impossibilitam o uso de outras ferramentas do sistema, como as opções de análise de sistema para cálculo da tubulação, por exemplo, que são dependentes de parâmetros destas famílias, tornando a procura, pelo equipamento defeituoso em um sistema completo de tubulações, uma tarefa árdua e, possivelmente, pior do que fazer o dimensionamento no papel.

Por fim, durante o desenvolvimento do modelo, ocorreram alguns erros de sistema. Durante o traçado das tubulações de esgoto, as paredes perderam as propriedades gráficas no pavimento, desaparecendo da vista, mesmo que definidos os parâmetros de visibilidade para exibir as paredes. Foi necessária a criação de um novo nível (ferramenta que gera as vistas em planta) em cima do antigo. Também ocorreram alguns erros que fecharam o programa, mas sempre foi possível salvar o arquivo antes de fechar.

5. Referências

- [1] SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA - SEIL - PARANÁ. BIM no Mundo - PORTAL BIM PARANÁ. Disponível em: <<https://www.bim.pr.gov/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=17>>. Acesso em: 4 ago. 2017.
- [2] Donya Mehran, Exploring the Adoption of BIM in the UAE Construction Industry for AEC Firms. *Procedia Engineering*, Vol. 145, 2016, Pages 1110-1118, ISSN 1877-7058, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.144>.
- [3] MULLER, L. S. Utilização da tecnologia BIM (Building Information Modeling) Integrado a Planejamento 4D Na Construção Civil. p. 100, 2015.
- [4] LORIMER, J. Why do we need BIM? | NBS. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/Why-do-we-need-bim>>. Acesso em: 29 ago. 2017.
- [5] BARONI, L. As vantagens da plataforma BIM incluem todo o ciclo de vida do edifício, desde os estudos de viabilidade até a demolição | aU - Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <<https://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/vale-a-pena-migrar-224372-1.aspx>>. Acesso em: 1 ago. 2017.
- [6] EASTMAN, C. et al. BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors Bookman, 2014.
- [7] Eastmans, C. Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States™ | National BIM Standard - United States. Disponível em: <<https://www.nationalbimstandard.org/faqs#aq1>>. Acesso em: 1 ago. 2017.
- [8] ANDRADE, M. L.; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceitos, Cenário das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, p. 602–613, 2009.
- [9] GRAPHISOFT. BIM with ARCHICAD - YouTube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jZWYhCUy5-I>>. Acesso em: 1 ago. 2017.

- [10] BENTLEY SYSTEMS. Bentley Solutions for Architecture and Engineering. Disponível em: <<https://www.bentley.com/en/solutions/project-delivery/architecture-and-engineering>>. Acesso em: 2 ago. 2017
- [11] AUTODESK. Família Revit | Software BIM | Autodesk. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit-family/overview>>. Acesso em: 2 ago. 2017.
- [12] TRIMBLE BUILDINGS. Tekla Structures Trimble Buildings. Disponível em: <<https://www.buildings.trimble.com/products/tekla-structures>>. Acesso em: 2 ago. 2017.
- [13] BRASIL, Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/at_o2019-2022/2019/decreto/D9983.htm
- [14] NABUCO, M. A utilização do Sistema BIM (Building Information Modeling) no Planejamento de Custos da Construção Civil. 2016.
- [15] RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. DE; MORAIS, M. DE. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? Ambiente Construído, v. 13, n. 2, p. 151–165, 2013.
- [16]
- [17] Freitas, W. A., Estudo de projetos de instalações prediais em software building information modeling (bim). Projeto de Graduação Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017
- [18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1998.
- [20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

Código de campo alterado