



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ALESSANDRO RODRIGUES DE AMORIM
NICELLE AYANNE DA SILVA LIMA

A IMPORTÂNCIA DO USO DO BIM NOS PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS

Recife
2021

ALESSANDRO RODRIGUES DE AMORIM
NICELLE AYANNE DA SILVA LIMA

A IMPORTÂNCIA DO USO DO BIM NOS PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rachel Perez Palha.

Recife
2021

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

A524i Amorim, Alessandro Rodrigues de.
A importância do uso do BIM nos projetos hidrossanitários /
Alessandro Rodrigues de Amorim; Nicelle Ayanne da Silva Lima. - 2021.
57 f.: figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Rachel Perez Palha.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Recife, 2021.
Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Hidrossanitário. 3. BIM. 4. Revit. 5. AutoCAD.
I. Lima, Nicelle Ayanne da Silva. II. Palha, Rachel Perez (Orientadora). III.
Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG / 2021 - 246

ALESSANDRO RODRIGUES DE AMORIM

NICELLE AYANNE DA SILVA LIMA

A IMPORTÂNCIA DO USO DO BIM NOS PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em engenharia civil.

Aprovada em: 06/05/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Rachel Perez Palha (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Andrea Diniz Fittipaldi (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Adolpho Guido de Araújo (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedicamos esse trabalho àqueles que passaram por nós ao longo dessa jornada e que contribuíram e colaboraram para estarmos aqui.

AGRADECIMENTOS

À Deus, ser iluminado que está sempre presente nas nossas vidas, dando forças para que possamos seguir em frente e realizar nossos projetos de vida.

Aos nossos pais, estes tiveram presente em todos os momentos de nossas vidas, alegria, dificuldade, superação, sonharam nossos sonhos e fizeram parte dele. Gratidão

Aos nossos avós, em especial à vó Nair que sempre sonhou com esse dia e quando eu ainda criança, já dizia que eu seria “doutor”, ou seja, um engenheiro. Te amo Vó.

À nossa Orientadora, agradecemos imensamente pelos seus ensinamentos, dedicação, paciência e incentivo, contribuindo com a nossa formação.

Ao corpo docente, por terem acompanhado todo o processo de aprendizado com o compromisso à profissão e de fazer de nós futuros profissionais.

Aos nossos amigos, que estiveram sempre do nosso lado trazendo leveza nesse caminho tão difícil e àqueles que mesmo distantes se fizeram presentes de maneira tão terna e acolhedora que nos impulsionaram e contribuíram para essa conquista e término de mais uma trajetória. Vocês seguirão conosco por toda a vida.

Enfim, muitos foram as pessoas que compartilharam de alguma forma para esta conquista, pessoas especiais que sentiremos eterna gratidão.

RESUMO

Durante grande parte da história da Construção Civil os projetos foram criados utilizando sistemas tradicionais em planos bidimensionais, porém com o desenvolvimento dos softwares gráficos a realidade da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) têm sido outra. Pode-se dizer que o primeiro marco histórico se deu com o desenvolvimento do sistema CAD e mais recentemente, a modelagem BIM vem ganhando destaque por apresentar melhorias e maior funcionalidade. Para avaliar esses sistemas construtivos foi realizado um estudo de caso considerando um edifício de 7 (sete) pavimentos, sendo um pavimento térreo e 6 (seis) pavimentos tipo. Considerou-se a edificação citada anteriormente para a elaboração dos projetos hidrossanitários e arquitetônico através da plataforma Revit e AutoCAD. Por conseguinte, realizou-se a comparação entre a elaboração dos projetos nas duas plataformas, com objetivo de avaliar as vantagens e desvantagens de cada uma delas. Pôde-se concluir após comparações e análises que o sistema CAD apesar de disponibilizar uma elaboração mais simples, tendo em vista que a representação do projeto hidrossanitário foi feito através da representação unifilar, os projetos realizados através da plataforma BIM proporcionam maior riqueza de detalhes, possibilitando a redução de erros, minimizando retrabalhos e despesas. Posteriormente, realizou-se a compatibilização entre os projetos de água fria e esgoto sanitário através do software Navisworks, bem como a realidade virtual de todo o projeto através do software BIMx, com intuito de realizar uma modelagem em maior qualidade possibilitando o acesso às informações dos projetos de forma mais simplória e realista.

Palavras-chave: Hidrossanitário. BIM. Revit. AutoCAD.

ABSTRACT

Throughout much of the history of Civil Construction, projects were created using traditional systems in two-dimensional plans, but with the development of graphic software, the reality of the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry has been different. It can be said that the first historic mark was inspired by the development of the CAD system and more recently, a BIM model has been gaining prominence to present improvements and greater functionality. To evaluate these construction systems, a case study was carried out considering a building with 7 (seven) floors, divided in a ground floor and 6 (six) standard floors. The building mentioned above was considered for the preparation of the hydrosanitary and architectural projects through the Revit and AutoCAD platforms. Consequently, the comparison between the elaboration of projects on the two platforms was promoted, with the objective of evaluating the advantages and disadvantages of each one. It was possible to conclude, after comparisons and analyzes, that the CAD system, despite providing a simpler preparation, considering that the representation of the hydrosanitary project was done through single-line representation, the projects carried out through the BIM platform provide greater wealth of details, making possible the reduction of errors, minimizing rework and expenses. Subsequently, was made the compatibility between cold water and sanitary sewage projects through the Navisworks software, as well as the virtual reality of the entire project through the BIMx software, in order to perform a higher quality modeling, allowing access to the project information in a simpler and more realistic way.

Keywords: Hydro sanitary. BIM. Revit. AutoCAD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de MacLeamy	20
Figura 2 - Fluxograma das atividades desenvolvidas	24
Figura 3 - Planta baixa do pavimento térreo em AutoCAD	30
Figura 4 - Planta baixa do pavimento tipo em AutoCAD.....	30
Figura 5 - Fachada frontal em AutoCAD	31
Figura 6 - Planta baixa do pavimento térreo gerada pelo Revit	32
Figura 7 - Planta baixa do pavimento tipo gerada pelo Revit.....	32
Figura 8 - Fachada frontal gerada pelo Revit	33
Figura 9 - Renderização do pavimento térreo utilizando o Revit	34
Figura 10 - Renderização do pavimento tipo utilizando o Revit	34
Figura 11 - Renderização da fachada frontal utilizando o Lumion	35
Figura 12 - Traçado do sistema de água fria da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do AutoCAD em planta baixa	36
Figura 13 - Traçado do sistema de água fria da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do AutoCAD na vista tridimensional	37
Figura 14 - Detalhe da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do Revit ...	37
Figura 15 - Representação das peças e tubulações do sistema de água fria gerada pelo Revit	38
Figura 16 - Quadro de conexões para sistema de água fria gerado pelo Revit de forma automática.....	41
Figura 17 - Quadro de tubulações para o sistema de água fria gerado de forma automática pelo Revit	41
Figura 18 - Planta baixa com traçado da tubulação de esgoto gerada pelo AutoCAD	42
Figura 19 - Planta baixa da tubulação de esgoto do pavimento tipo gerada pelo Revit.....	43
Figura 20 - Detalhe da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do Revit ...	44
Figura 21 - Tabela com diâmetros do tubo de queda de acordo com a Unidade Hunter de Contribuição.....	46
Figura 22 - Quadro de caixas e ralos para o sistema de esgoto gerado pelo Revit de forma automática.....	47

Figura 23 - Quadro de conexões para sistema de esgoto gerado pelo Revit de forma automática.....	47
Figura 24 - Quadro de tubulações para o sistema de esgoto gerado de forma automática pelo Revit	47
Figura 25 - Representação das conexões e tubulações do sistema de esgoto gerada pelo Revit	48
Figura 26 - Aba gerada pelo Navisworks indicando a quantidade de inconsistências.....	50
Figura 27 - Opções de status disponíveis para as inconsistências no Navisworks ...	50
Figura 28 - Sobreposição do vaso sanitário localizado na academia no pavimento térreo.....	51
Figura 29 - Choque entre a tubulação de ventilação do sistema de esgoto com tubulação de água fria no 5º pavimento.....	51
Figura 30 - Quantidade de inconsistências consideradas após análise.....	52
Figura 31 - Vista lateral obtida através do aplicativo BIMx	53
Figura 32 - Vista frontal superior obtida através do aplicativo BIMx	54
Figura 33 - Informações sobre o elemento da janela da cozinha obtida através do BIMx.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento da instalação de água fria para apartamento do 5º andar	39
Tabela 2 - Dimensionamento dos tubos de queda	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	CAD x BIM	15
2.2	PLANEJAMENTO DE PROJETOS	18
2.3	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	18
2.4	KPIs NA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
2.5	SISTEMA BIM PARA PROJETOS	21
2.5.1	PROJETO DE ESGOTO	22
2.5.2	PROJETO DE ÁGUA FRIA	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	ESTUDO DE CASO	24
3.2	SOFTWARES UTILIZADOS.....	25
3.2.1	AUTOCAD	25
3.2.2	REVIT	25
3.2.3	NAVISWORKS.....	25
3.2.4	ARCHICAD	26
3.2.5	BIMx	26
3.2.6	LUMION	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1	PROJETO ARQUITETÔNICO.....	28
4.2	PROJETO DE ÁGUA FRIA	34
4.3	PROJETO DE ESGOTO	42
4.4	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	47
4.5	REALIDADE VIRTUAL ATRAVÉS DO BIMx.....	52
5	CONCLUSÃO	55

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Porto (2016), a indústria da construção civil é uma das mais atrasadas do ponto de vista tecnológico, pois as evoluções nas técnicas de construção não são aplicadas no mesmo ritmo que avanços em áreas como informática ou nanotecnologia.

Segundo Leão e Nunes (2018), com o passar dos anos, o aperfeiçoamento dos hardwares e as necessidades em busca de uma melhor representação contribuíram para o desenvolvimento do *Computer Aided Design 3D* (CAD 3D); deste modo, o uso dos programas computacionais tornaram-se indispensáveis na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Tendo em vista esse cenário de avanços tecnológicos associados à construção civil, segundo Coelho e Novaes (2008), os sistemas baseados na tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) podem ser considerados uma evolução dos sistemas CAD, pois coordenam as informações do empreendimento de construção através de um único banco de informações, integrando-os à modelagem em três dimensões (3D), enquanto no sistema CAD, a geometria trabalhada é baseada em coordenadas, cujas mudanças de duas dimensões (2D) para três dimensões, acarretam diversas modificações manuais dos objetos apresentados.

Eastman *et.al* (2014), comentam que o *Industry Foundation Classes* (IFC) foi desenvolvido com objetivo de criar um conjunto de representações de dados consistentes de informações da construção com intuito de gerar um intercâmbio entre as aplicações de softwares de AEC. Segundo Eastman *et.al* (2014), as ferramentas BIM possuem sua própria estrutura de dados para a representação e informações de projetos, podendo ter tradutores de IFC bons para exportar e importar dados, porém podem intercambiar poucos dados úteis, sendo necessário, assim, maior cautela com o intercâmbio de modelos IFC pois é necessário identificar quais informações estão sendo transportadas.

Desta forma, o BIM pode fazer a integração entre os variados projetos de uma obra, através de uma simulação digital, que se associado a uma realidade virtual, pode possibilitar uma maior imersão nos projetos em geral. Vale ressaltar que, além da possibilidade de modelagem tridimensional da edificação, pode-se fazer das tubulações, conexões e louças sanitárias, características estas que agregam valores

importantíssimos quando precisamos desenvolver projetos hidrossanitários, por exemplo.

Segundo Mesquita *et.al* (2018) a modelagem BIM permite realizar análises de interferências nos projetos fazendo com que possíveis problemas sejam detectados antes da execução, desta forma diminuindo o custo de mão de obra, materiais e atrasos. Como a grande maioria dos projetos de uma determinada edificação são elaborados por pessoas distintas, a utilização dessa análise de interferência é um diferencial dos programas BIM.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Eastman *et.al* (2014) comentam que um dos problemas recorrentes quando a comunicação é feita através do papel na fase de projeto é o tempo gasto para gerar informações críticas para a avaliação de uma proposta, assim como estimativas de custos, por exemplo. Deste modo, tais modificações, segundo Eastman *et.al* (2014), são feitas de forma tardia por ocorrer por último, inviabilizando modificações significativas.

Com intuito de minimizar os erros associados à incompatibilidade dos projetos e com objetivo de otimizar o tempo da concepção, o uso dos softwares em BIM, também podem possibilitar um bom planejamento construtivo, tendo em vista que são capazes de auxiliar no aumento da produtividade, reduzindo erros e evitando retrabalhos.

Segundo Eastman *et.al* (2014), há variados processos de projeto à construção, que podem incluir a organização da equipe, a forma de pagamento dos membros da equipe e quem absorve os vários riscos. As questões que melhoram ou pioram as mudanças que a tecnologia BIM pode acarretar, segundo Eastman *et.al* (2014), dependem da habilidade da equipe em trabalhar de forma colaborativa usando o modelo.

De acordo com Baia (2015), a tecnologia BIM já se consolidou na Europa e Ásia, na área de projetos e nos aplicativos de gestão para controle de obra, permitindo novas funcionalidades que aumentam a confiabilidade dos projetos, bem como o planejamento e controle de obras. Zandoná (2014) afirma que as empresas hoje em dia apresentam dificuldade com relação à confiabilidade dos dados, tendo em vista que, muitas vezes, não refletem a realidade da empresa. Zandoná (2014) ressalta,

também, que o armazenamento dos dados normalmente acontece através de bancos de dados nacionais que podem trazer distorções de procedimentos, produtividade, entre outros, refletindo desta forma no planejamento. Por esses e outros motivos, faz-se necessário e julga-se importante o incentivo do uso e utilização, bem como a divulgação desse novo método construtivo.

Tendo conhecimento de que os programas BIM são capazes de minimizar retrabalhos e, conseqüentemente, reduzir o custo associado aos processos, é relevante uma análise comparativa das características como tempo de projeto, qualidade do projeto e nível de detalhamento, do uso de projetos em CAD e de um programa BIM.

1.2 OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO

O presente trabalho tem por objetivo geral realizar uma comparação entre o uso de softwares autorais BIM e o sistema AutoCAD na modelagem de um projeto de arquitetura e de sistema hidrossanitários para analisar a eficiência e eficácia da plataforma BIM em relação ao AutoCAD.

Desta forma, como objetivos específicos, podemos elencar:

- Identificar as principais métricas para medir a eficiência e eficácia no processo de projeto;
- Comparar a praticidade do desenvolvimento do projeto;
- Identificar vantagens e limitações do uso de cada processo de modelagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados conceitos sobre o sistema CAD e BIM, bem como as plataformas atualmente disponíveis que utilizam o sistema BIM. Vale salientar que das plataformas apresentadas, utilizaram-se duas delas para embasar a análise e desenvolvimento da presente pesquisa que foram o Revit e o ArchiCAD.

Serão introduzidos, também, conceitos sobre o planejamento de projetos e sobre a compatibilização de projetos e sua relevância.

2.1 CAD x BIM

De acordo com Costa (2015), no ano de 1970 o universo de projetos arquitetônicos, foi surpreendido com o lançamento da tecnologia CAD. Com a chegada desse novo modelo, o trabalho que anteriormente era inteiramente manual, passou a ser desenvolvido através do computador, garantindo, com isso, melhor qualidade e eficiência.

Segundo Costa (2015), um dos softwares que mais se destacaram durante o período foi o AutoCAD que, a princípio, possuía uma versão de modelagem em sistema 2D e foi aprimorado, permitindo posteriormente a modelagem em 3D. Costa (2015) afirma que o AutoCAD passou a ser bastante utilizado no mercado, pois as propostas trazidas eram vantajosas perante as atividades manuais e, através dele, era possível garantir uma melhor apresentação de projeto, assim como economia de tempo e melhor gerenciamento.

O BIM não pode ser confundido com um software específico de modelagem ou mesmo uma categoria de aplicativos como o CAD (Baia, 2015). Ele é um sistema que contém ferramentas capazes para fazer operar a parte representativa, através dos objetos e a parte descritiva do material que compõe o objeto.

O BIM é um meio pelo qual pode-se representar as características de uma edificação que atendem desde o ciclo de vida da construção às características físicas. É um sistema que permite que a modelagem em 2D seja convertida para 3D de forma mais eficaz, disponibilizando a possibilidade da simulação em protótipo da edificação, permitindo melhor visualização e análise, principalmente entre as equipes envolvidas durante a elaboração do projeto.

Os sistemas da base BIM permitem que informações mais características do projeto sejam inseridas, como dimensões de elementos, tipo de revestimento, e demais informações. Tais informações são inseridas ainda na fase de esboço do projeto e podem ser facilmente consultadas em qualquer etapa. Desta forma, pode-se obter maior detalhamento da obra, além de uma modelagem 3D.

Segundo Baia (2015), é comum que o sistema BIM seja encarado como um software, porém, não é o correto a se dizer, tendo em vista que o próprio nome significa Modelagem da Informação da Construção de um Edifício. Baia (2015) ainda comenta que existem diversos softwares que trabalham com o sistema BIM e que há cerca de 150 homologados pela Building Smart.

Há, atualmente, no mercado, cada vez mais programas baseados no uso do BIM, tanto na versão gratuita, como na versão paga. No 0, pode-se perceber alguns programas atualmente disponíveis no mercado.

Quadro 1 - Plataformas BIM 2020

Companhia	Plataforma	Logo
Autodesk	REVIT	
Autodesk	BIM360	
Graphisoft	ArchiCAD	
Bentley	AECosim	
Trimble	TEKLA Structure	
Trimble	Trimble Connect	
TQS	TQS	
AltoQi	QiBuilder	
AltoQi	Eberick	
AltoQi	QiCloud	

Fonte: Os autores, 2021

2.2 PLANEJAMENTO DE PROJETOS

Sotério e Machado (2018) afirmam que o planejamento de projetos na construção civil está associado a um sistema de produção 2D, onde o profissional apresenta a obra de forma planejada, podendo apresentar uma série de fatores que tornam essa metodologia suscetível a erros como má interpretação arquitetônica e da compatibilização dos projetos.

Segundo Mattos (2010), o processo de planejamento e controle tem papel fundamental nas empresas, pois tem forte impacto no desempenho da produção, e a deficiência nessas etapas estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor e das elevadas perdas, bem como da baixa qualidade dos produtos.

De acordo com Müller (2015), planejamento da obra é parte imprescindível para o sucesso e o cumprimento das metas estabelecidas para o projeto. A integração do modelo BIM com o cronograma elaborado funciona como uma via de duas mãos: o modelo fornece informações para a elaboração do cronograma, e o planejamento fornece cenários e estudos para serem implementados graficamente no modelo.

2.3 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Buss *et.al* (2020), afirmam que o Brasil apresenta uma grande falha na compatibilização e estruturação de projetos, com isso, muitos problemas existentes na construção civil são gerados por falta de organização e planejamento adequados.

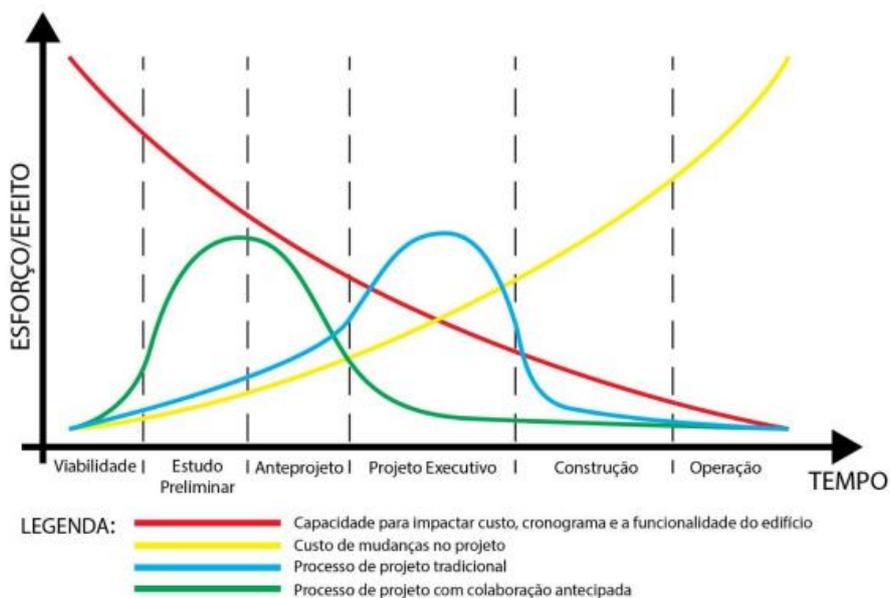
De acordo com Monteiro *et.al* (2017), os projetos que irão compor a obra são feitos, geralmente, por projetistas distintos e de forma isolada, aumentando com isso a probabilidade de interferências durante a fase de execução da construção, portanto a prática da compatibilização de projeto se faz necessária para qualquer construção.

Monteiro *et.al* (2017) define a compatibilização de projetos como uma forma de interação dos diversos tipos de projetos da obra, cujo objetivo é identificar as interferências que podem vir a existir ainda na fase de execução, de modo que se possa eliminar as interferências com objetivo de reduzir o retrabalho, tempo e desperdício de material.

Portanto, sabendo que, com a compatibilização, pode-se antecipar a solução dos problemas, economizando desta forma, tempo e dinheiro, a curva de MacLeamy

(0), apresenta a relação do valor de custo de modificação em decorrência do tempo em que se demora a solucionar problemas.

Figura 1 - Gráfico de MacLeamy



Fonte: Silva (2019)

Segundo Macedo (2018), a compatibilização dos projetos hoje em dia pode ser realizada através dos softwares CAD e BIM, sendo a primeira forma realizada através da sobreposição dos projetos, e a segunda com base na integração entre os projetos, ou seja, os projetos se comunicam para obter o projeto final de modo que se possa utilizar programas para a identificação de possíveis conflitos, facilitando desse modo a análise.

2.4 KPIs NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Na elaboração de projetos assim como na gestão, existem parâmetros que podem ser utilizados como indicadores comparativos, os quais são denominados de *Key Performance Indicator* (KPI's), ou seja, Indicadores Chaves de Performance.

Segundo Gosch (2012) os indicadores de desempenho são ferramentas imprescindíveis para a construção civil, pois através de um conjunto de indicadores relevantes para avaliar a execução da obra, pode ser associado a um único indicador, sendo este conhecido por Índice de Desempenho da Produção (IDP). Gosch (2012)

afirma que o IDP tem por objetivo compreender como as categorias dos KPI's podem influenciar no desempenho de uma obra.

De acordo com Gligorea (2017), conforme citado por Martins (2018), alguns exemplos de KPI's para a indústria da construção civil são: Custo de retrabalho sendo utilizado para medir o custo com retrabalho; Custo de mão de obra, usado para verificar todas as despesas com empregados; Tempo previsto para construção, que tem por objetivo medir o tempo entre o tempo atual da construção e o tempo estimado para entrega; Projetos arquitetônicos concluídos com antecedência ou no prazo, utilizado para medir o percentual de projetos realizados inicialmente ou no prazo; Problemas de qualidade na construção pronta para uso, tendo por objetivo medir a quantidade de problemas de qualidade quando a edificação já está disponível para uso e, por fim, defeitos que tem por objetivo medir a quantidade de defeitos existentes no tempo da entrega gerados pela instalação.

Segundo Eastman *et.al* (2014), os benefícios de produtividade em projetos utilizando BIM podem ser avaliados de forma indireta através da redução de erros que refletem no número de exigências por informações (RFIs), assim como os pedidos de alterações (COs). Eastman *et.al* (2014) também afirmam que outra forma de avaliar tais benefícios, é através da produtividade gerada pela mão de obra, pois indica as despesas totais referentes à determinada tarefa.

2.5 SISTEMA BIM PARA PROJETOS

Durante (2013) afirma que o BIM é conhecido como um processo de elaboração de projetos que prevê a criação de um modelo virtual com características fieis à edificação, gerando um protótipo que contém as informações do produto que contempla as características dos materiais utilizados, bem como as técnicas construtivas e demais informações relevantes.

Segundo Souza (2009) experiências internacionais confirmaram que, com a utilização do BIM nos projetos da construção civil, é possível ter um ganho de produtividade e qualidade dos projetos.

Conforme apontado por Durante (2013), a qualidade do projeto é essencial, pois, quando bem feito, reduz dúvidas, erros e retrabalhos durante a execução, pois

é nesta fase que se pode definir as técnicas utilizadas, assim como o produto e materiais que serão empregados na obra.

Em contrapartida, Souza (2009) concluiu, após realizar sua pesquisa de impacto do uso do BIM em escritórios de arquitetura, que as maiores dificuldades para uso do BIM são o custo elevado dos softwares, apontados por 25% dos entrevistados e o tempo para treinamento, representando 18,75%.

Porém, sabe-se que o BIM apresenta facilidades pois permite a parametrização de informações entre os objetos e suas especificações, enquanto o CAD é mais restrito. Tais informações podem ser confirmadas através dos resultados obtidos por Souza (2009) quando realizou a análise das vantagens do BIM, apontando como os mais relevantes a diminuição dos erros de desenho (14,28%), a facilidade para modificações nos projetos (14,28%) e melhor entendimento através da vista 3D (14,28%).

2.5.1 PROJETO DE ESGOTO

Segundo a NBR 8160:1999 instalações prediais de esgotos sanitários destinam-se a coletar, conduzir e afastar da edificação todos os despejos provenientes do uso dos aparelhos sanitários, dando-lhes um rumo apropriado, normalmente indicado pelo poder público competente.

Então cabe ao projetista, na concepção do projeto, levar os dejetos de todos os aparelhos sanitários da edificação para as caixas de inspeção que se localizam na parte externa e, por fim, para a captação pública de esgoto ou fossa séptica.

2.5.2. PROJETO DE ÁGUA FRIA

Segundo a NBR 5626:1998 instalação predial de água fria é um sistema composto por tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes, destinado a conduzir água fria da rede pública de abastecimento aos pontos de utilização.

O projeto é dividido em três subsistemas: Subsistema de alimentação, sendo responsável pela captação da água da rede pública até os reservatórios da edificação e é composto por ramal predial, cavalete e alimentador predial; subsistema de

reservação, sendo responsável pelo acúmulo de água da edificação e geralmente é dividido em reservatório inferior e superior, e o subsistema de distribuição interna, que é responsável por levar a água dos reservatórios até cada peça hidrossanitária, sendo composto por barrilete, colunas, ramais e sub-ramais de distribuição.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consiste em uma pesquisa exploratória, que, de acordo com Gasque (2007) tem grande valia quando se deseja explicar um processo, ação ou interação. Realizou-se o projeto arquitetônico, de esgoto e de água fria do edifício de seis pavimentos do estudo de caso através de dois softwares distintos, usando a metodologia BIM e CAD. Posteriormente, para realizar a compatibilização do projeto gerado pelo Revit, utilizou-se o Navisworks. Julgando-se relevante a apresentação do modelo virtual, optou-se por utilizar o software BIMx, o qual depende da conversão do arquivo gerado pelo Revit para posterior aplicação. Tal conversão foi realizada pelo programa ArchiCAD.

3.1 ESTUDO DE CASO

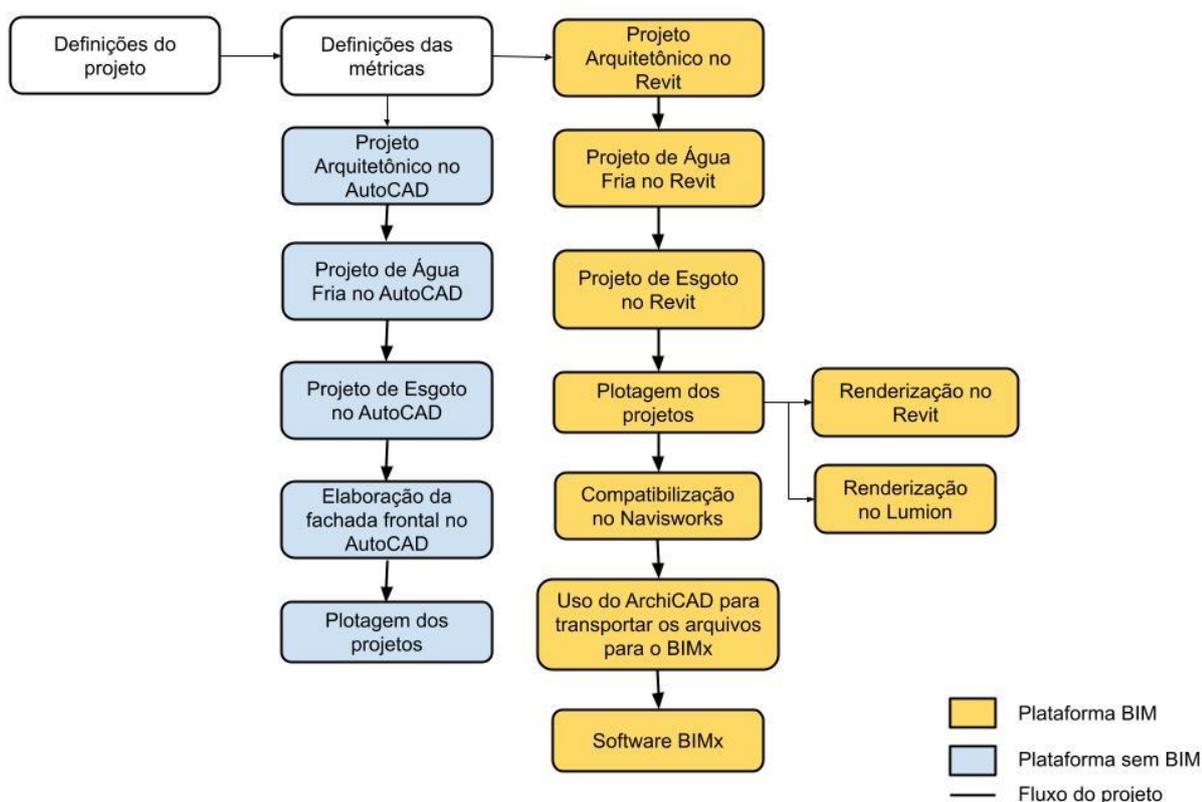
O elemento estudado foi baseado em um projeto de um edifício multifamiliar com 6 (seis) pavimentos tipo e um pavimento térreo, o qual é composto por um hall e áreas de lazer e recepção, assim como estacionamentos, sendo 1 (um) por andar. Já os demais pavimentos, são constituídos por 4 (quarto) apartamentos por andar. Os apartamentos possuem 3 (três) quartos, sendo um suíte, um banheiro social, uma cozinha, área de serviço e sala social. A edificação contém como sistema de alimentação de água, dois reservatórios, sendo um superior cuja capacidade é equivale a 60% da capacidade total, mais a reserva de incêndio, totalizando um volume de 39.240,00 litros e um reservatório inferior, que comporta 40% da capacidade total, totalizando 36.360,00 litros.

Para o desenvolvimento do estudo os programas utilizados foram o AutoCAD e o Revit, ambos obtidos em versão gratuita. Posteriormente, utilizou-se o Navisworks com intuito de realizar uma compatibilização entre os projetos desenvolvidos no Revit, onde constataram-se os choques existentes entre eles.

Os projetos desenvolvidos através de plataformas com uso do BIM permitem uma interface com outros softwares que são capazes de realizar uma apresentação mais real e sofisticada do projeto. Dentre os softwares disponíveis, optou-se por utilizar o Lumion, através do qual realizou-se uma renderização do projeto desenvolvido.

Por fim, com objetivo de agregar e facilitar o acesso às informações desenvolvidas pelos projetistas em campo e até mesmo na fase de aprovação do projeto pelo cliente, de posse dos projetos gerados no Revit, utilizou-se o programa Archicad para fazer a conversão dos arquivos para posterior aplicação no software BIMx disponível de forma gratuita pela GraphiSoft, através do qual foi possível acessar as informações e fazer a visualização 3D de todo o projeto. Pode-se observar que 0, apresenta o fluxograma contemplando as atividades desenvolvidas durante o projeto, facilitando a compreensão.

Figura 2 - Fluxograma das atividades desenvolvidas



Fonte: Os autores (2021).

3.2 SOFTWARES UTILIZADOS

O estudo consiste na comparação entre duas plataformas utilizadas para elaboração de projetos, o AutoCAD e Revit, ambas utilizadas em versão estudantil, com posterior compatibilização dos projetos de esgoto e água fria, através do uso do Navisworks, também utilizado na versão estudantil. Depois optou-se por utilizar o

software da ArchiCAD com único objetivo de converter os arquivos gerados pelo Revit para uso no BIMx, software este responsável pela realidade virtual.

3.2.1. AUTOCAD

Conforme comentado por Junior e Moreira (2019), a confecção do traçado nessa plataforma se dá através do uso de vetores e permite a criação da geometria básica, através da qual se faz a representação da realidade. O programa exige um conhecimento mais apurado da noção espacial do projetista, tornando o desenvolvimento do projeto mais demorado.

Vale ressaltar que essa plataforma não oferece a oportunidade de inserção de informações consideradas importantes para realização de orçamentação, tais como características de materiais, como preço, fabricante e até mesmo o cronograma físico financeiro.

3.2.2. REVIT

Macedo (2018) afirma que o Revit tem por finalidade a elaboração dos projetos e documentos dos empreendimentos através de um modelo paramétrico tridimensional que contenha informações geométricas e não geométricas da edificação.

O Revit é um software que faz modelagem 3D, e seu processo de confecção dos projetos se dá através de representações reais dos itens usados em obra, como portas, paredes, peças hidrossanitários, entre outros, ou seja, além das características geométricas, ele atribui características como cor, tipo de material, rugosidade, entre outros. Já nos materiais hidrossanitários, apresenta características como custo, marca, diâmetro interno e externo, além de suportar mais uma série de parâmetros que podem ser modelados por criadores de objetos.

3.2.3. NAVISWORKS

Rigo e Penha (2015), afirmam que o Navisworks Manage permite a detecção de interferências, através de parâmetros e regras que permitem definir quais são as

distâncias entre os objetos e permite que, se o modelo estiver vinculado com o Revit, as modificações sejam passadas de forma automática para o Navisworks.

Logo, através do Navisworks, pode-se associar os dados do projeto e construção em uma única plataforma, verificando a análise de existência de possíveis conflitos e interferências, realizando assim, a compatibilização entre os projetos.

Essa plataforma dispõe de uma ferramenta capaz de identificar possíveis incompatibilidades entre os projetos, apresentando os mesmos ainda em fase de projeto.

3.2.4. ARCHICAD

Segundo Junior (2014) ArchiCAD foi o primeiro software a usar a ferramenta BIM, permitindo um diálogo com arquitetos, permitindo a possibilidade de explorar várias alternativas do design em busca de melhor solução e, até mesmo, a comunicação entre os parceiros de projeto e cliente.

Ele possibilita a elaboração de projetos bem como o modelo arquitetônico, permitindo a visualização em 2D e 3D. O Revit e o ArchiCAD apresentam características semelhantes por serem programas com uso do BIM, porém podemos citar como características diferenciais quando comparamos o Revit com o ArchiCAD é que este primeiro possui melhor usabilidade e tem maior disponibilidade de acervo de materiais que permitem maior aprofundamento.

3.2.5. BIMx

De acordo com Gasperin e Bruscatto (2019), o *Building Information Model Explorer* (BIMx) é uma ferramenta criada para o software BIM ArchiCAD, desenvolvido pela Graphisoft, que permite a visualização do projeto, permitindo percorrer toda a edificação e proporciona a visualização das vistas 2D, juntamente com o modelo 3D.

Através dele pode-se obter informações do projeto como alturas, informações sobre peças sanitárias, identificação de janelas, material usado para revestimento, espessura de parede, entre outras.

Os modelos, quando apresentados através da realidade virtual, tornam mais fácil a compreensão do projeto principalmente por parte do cliente, pois é uma forma

de aproximar à realidade permitindo a exploração dos elementos além dos portfólios e desenhos dispostos.

3.2.6. LUMION

O lumion é um software voltado para a renderização de imagens e vídeos que permite diversificar apresentações de projetos de arquitetura ou engenharia, levando um aspecto mais realista ao mesmo. Segundo Ramdhaniati (2021), o Lumion oferece uma qualidade gráfica muito boa tendo a sua concepção de forma rápida e eficiente economizando tempo, esforço e dinheiro.

Ramdhaniati (2021) também comenta que o software utiliza uma interface baseada na GPU do computador, ou seja, sua renderização é feita pela placa de vídeo, dessa forma, é possível dar um aspecto ultra realista à edificação, podendo ainda fornecer paisagismo, condições climáticas assim como a possibilidade de adicionar veículos e pessoas ao projeto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

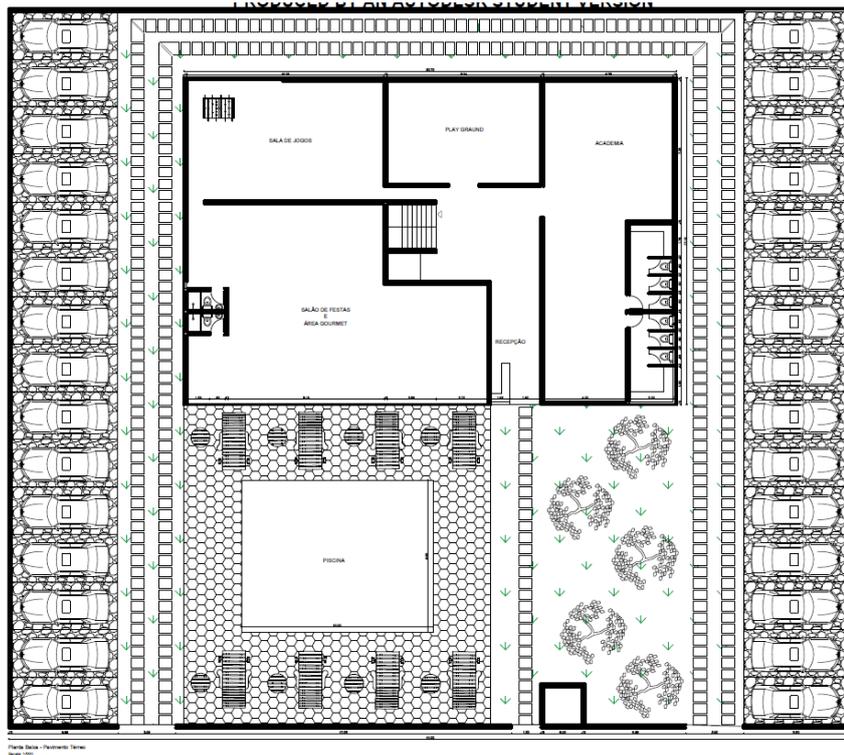
4.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto do condomínio residencial foi planejado para dispor de um terreno plano com dimensões de 44,00 x 37,80 m, totalizando uma área de 1.663,20 m² (mil seiscentos e sessenta e três e vinte), onde o pavimento térreo é composto por 30 (trinta) vagas de estacionamento sendo 24 (vinte e quatro) destinadas à um condômino por apartamento e as demais são destinadas aos visitantes, além de contar com uma piscina, uma guarita, um hall, salão de festas/área gourmet, academia, sala de jogos e playground.

Os demais 6 (seis) pavimentos tipo são compostos por 4 (quatro) apartamentos por andar onde cada apartamento é formado por três quartos, sendo uma suíte, um banheiro social, um banheiro de serviço, lavanderia, cozinha e sala de estar possuindo também na área comum um elevador e uma escada como acesso aos pavimentos superiores. Além disso, conta com 2 (dois) reservatórios, um inferior e outro superior com capacidade de 36,36 m³ e 39,24 m³ respectivamente e com estimativa de 6 (seis) habitantes por apartamento, totalizando uma população de 144 habitantes.

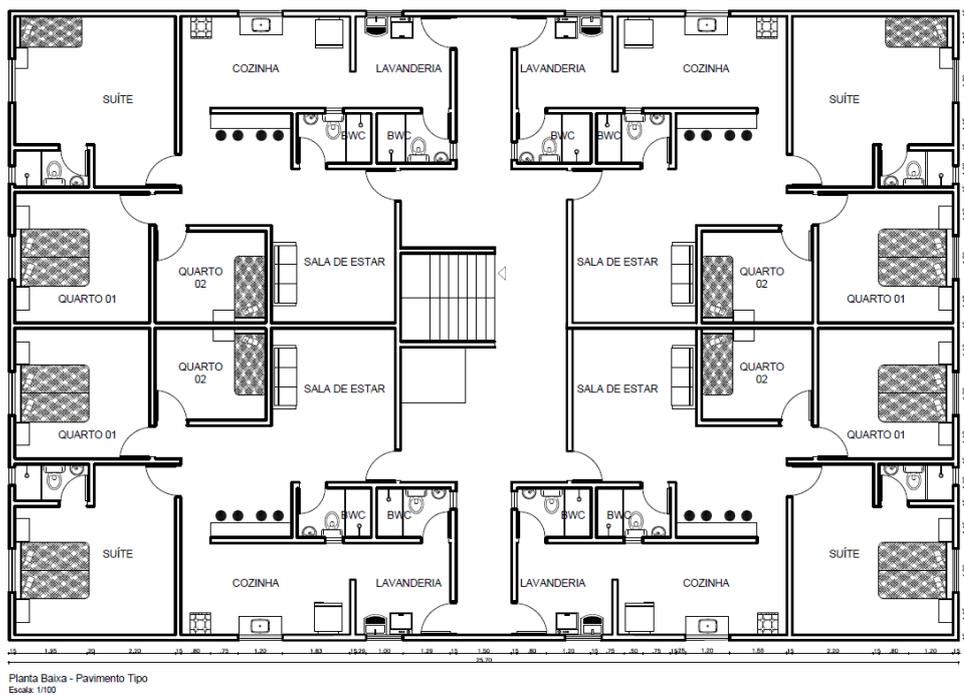
Desenvolveu-se no AutoCAD o projeto arquitetônico compreendendo a planta baixa do pavimento tipo e pavimento térreo (0 e 0), bem como uma das fachadas do empreendimento (0).

Figura 3 - Planta baixa do pavimento térreo em AutoCAD



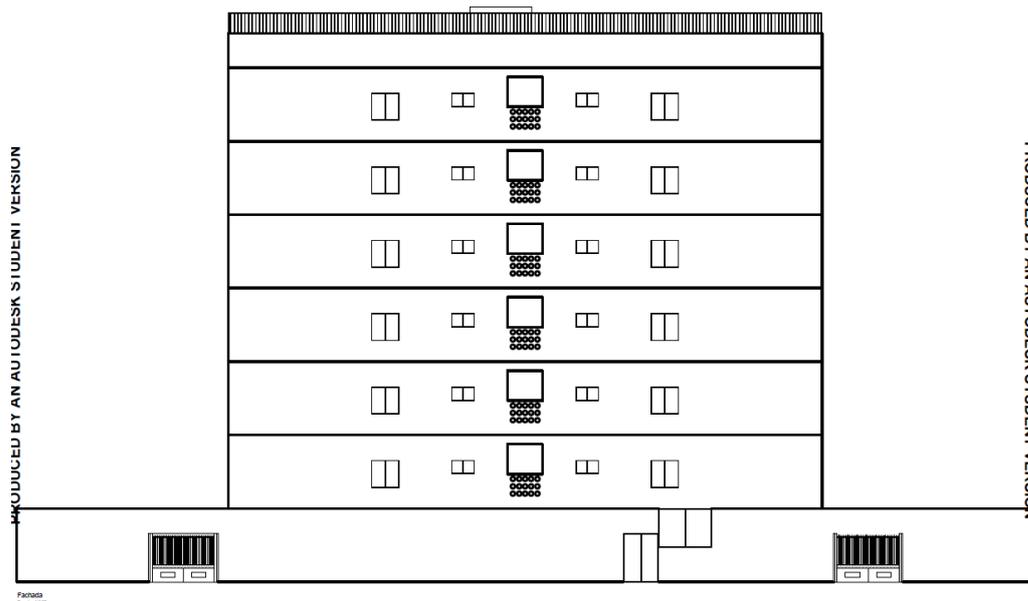
Fonte: Os autores (2021)

Figura 4 - Planta baixa do pavimento tipo em AutoCAD



Fonte: Os autores (2021)

Figura 5 - Fachada frontal em AutoCAD



Fonte: Os autores (2021)

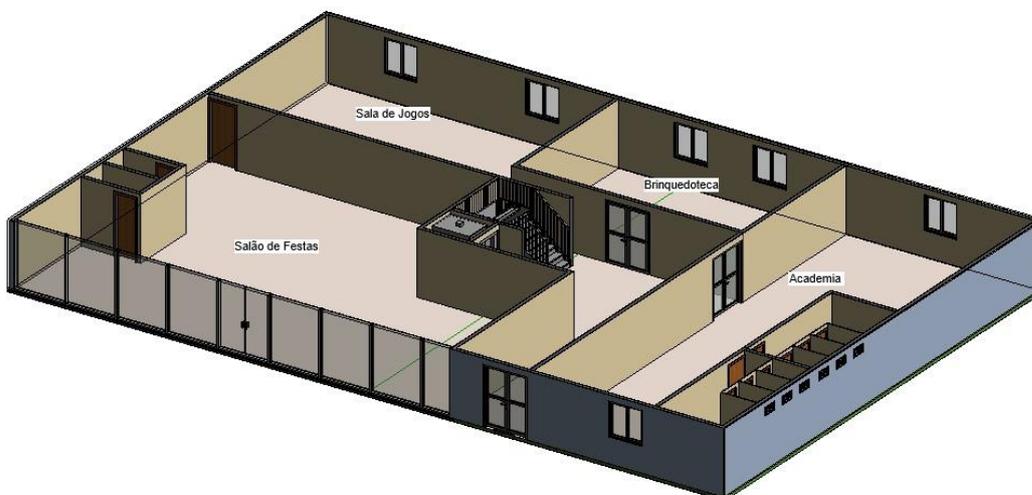
Podemos perceber, ao avaliar a 0, 0 e a 0, que tanto a fachada como as plantas baixas dão uma visão bidimensional do empreendimento, não detalhando os elementos utilizados para compor o projeto. Vale ressaltar que, por trabalhar com vetores, a visão tridimensional é mais restrita nessa plataforma. Esta forma de apresentação pode dificultar a compreensão do projeto por meio da interpretação do cliente, por exemplo, pois requer maior sensibilidade para tal interpretação espacial, assim como limita a qualidade do mesmo projeto por ceder poucas informações e geometrias básicas quando vistas em apenas duas dimensões.

Percebe-se que os elementos mais relevantes nesse cenário são as linhas, pois através do contraste existente entre elas pode-se ter noção de profundidade. Em tons mais fortes encontra-se a superfície mais externa e, à medida que o traçado vai ficando menos intenso, as superfícies ficam mais distantes. Essa análise requer maturidade e uma sensibilidade para a correta interpretação e visualização e, sendo uma representação sem muita informação de elementos, torna-se desvantajosa pois dificulta a apresentação do projeto ao cliente e até mesmo para o projetista que terá que ter um maior trabalho manual para realizar as alterações necessárias.

Em contrapartida, na 0, 0 e 0, pode-se perceber uma melhor representação do edifício como um todo. Percebe-se que há maior riqueza de detalhes no aspecto visual, através da maior definição da parte arquitetônica, pois agora pode-se notar a

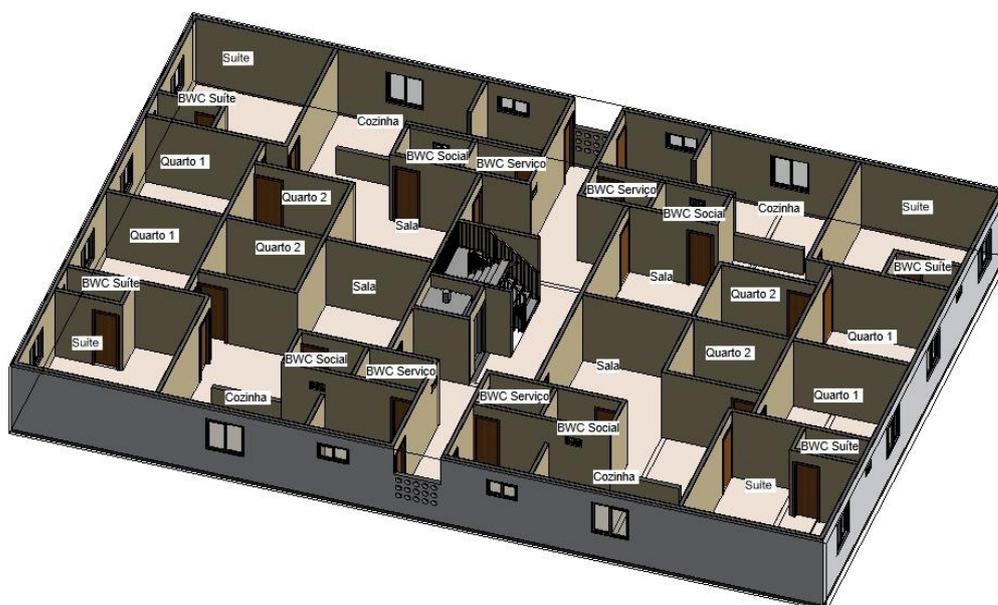
coloração e definição dos elementos na visão 3D gerada pelo Revit. Isso influi e colabora diretamente para uma melhor apresentação final do projeto e, por consequência melhor interpretação, tendo em vista que as informações ficam mais claras, visíveis e compreensíveis, quando são assim representadas e apresentadas.

Figura 6 - Planta baixa do pavimento térreo gerada pelo Revit



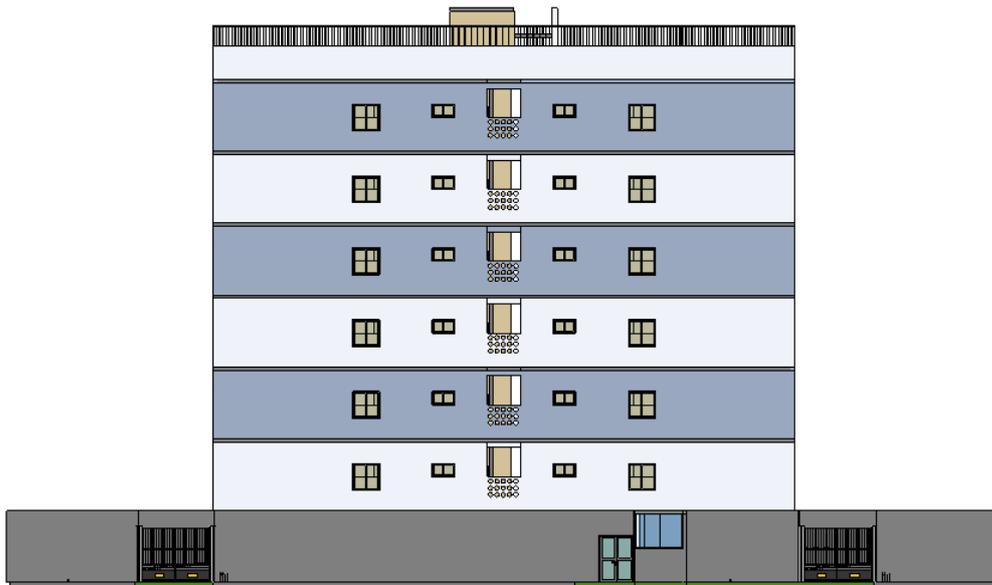
Fonte: Os autores (2021)

Figura 7 - Planta baixa do pavimento tipo gerada pelo Revit



Fonte: Os autores (2021)

Figura 8 - Fachada frontal gerada pelo Revit



Fonte: Os autores (2021)

Uma vantagem em trabalhar com essa plataforma é que podemos associá-la com uso de outros softwares no intuito de refinar a qualidade do projeto através da renderização. A renderização consiste em possibilitar a visualização do projeto com alta qualidade, ou seja, é possível fornecer maior detalhamento das texturas, pinturas, elementos da fachada, objetos, etc, além de permitir que as modificações sejam feitas e geradas em tempo real em questões de segundos. O software utilizado para a renderização do presente objeto de estudo foi o Lumion, cuja renderização pode ser vista na 0 e, também, a renderização feita pelo próprio Revit na 0 e 0.

Figura 9 - Renderização do pavimento térreo utilizando o Revit



Fonte: Os autores (2021)

Figura 10 - Renderização do pavimento tipo utilizando o Revit



Fonte: Os autores (2021)

Figura 11 - Renderização da fachada frontal utilizando o Lumion



Fonte: Os autores (2021)

Vale ressaltar que os aspectos citados anteriormente referentes ao uso do software para renderização, bem como o uso do Revit para elaboração do projeto, trazem vantagens para os profissionais do ramo da construção, pois apresentam inúmeros benefícios no que tange ao projeto construtivo, ao executivo, possibilitando a minimização de erros de projeto, bem como de execução, permitindo, também a possibilidade de realização do orçamento e custos de forma antecipada, pois o próprio software (Revit) permite o levantamento de quantitativos, facilitando, desse modo, a elaboração de tal etapa.

Por fim, verificou-se que os tempos médios gastos para o desenvolvimento do projeto arquitetônico considerando um pavimento, quando desenvolvido pelo Revit foi de 3 (três horas) e 4 (quatro) horas quando desenvolvido pelo AutoCAD.

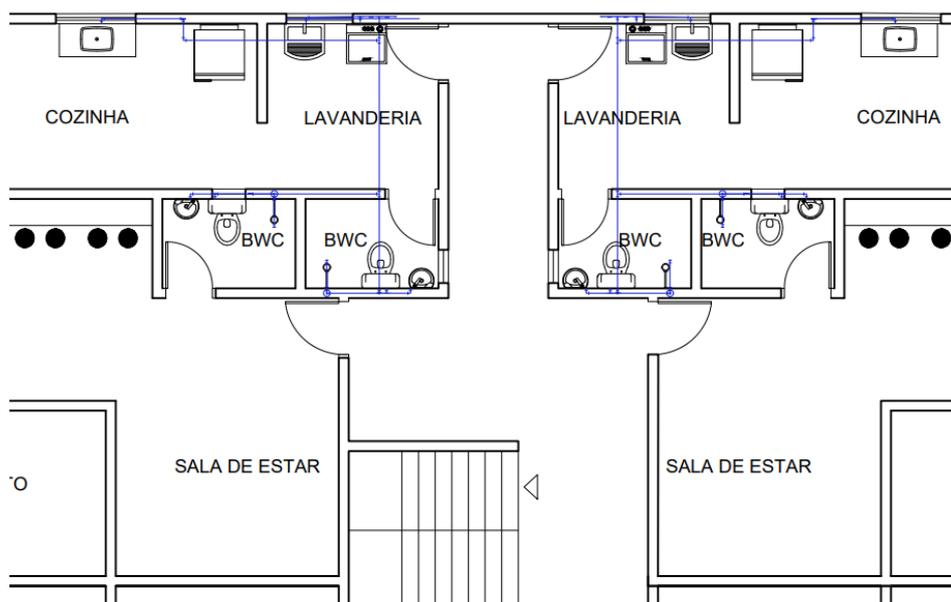
4.2 PROJETO DE ÁGUA FRIA

O projeto de água fria foi realizado de forma individual em cada software. Ao analisarmos a 0, onde consta um trecho do traçado do sistema de água fria na área da lavanderia e banheiro do pavimento tipo gerada pelo AutoCAD, percebemos que não há riqueza de detalhes, e as informações são apresentadas de forma linear. Apesar do AutoCAD permitir a visão do traçado em outra perspectiva, pode-se

perceber, na 0, que apesar do traçado da tubulação ser visto por outro ângulo, não se pode identificar maiores detalhes além dos vistos na planta baixa, diferindo apenas na visualização dos registros.

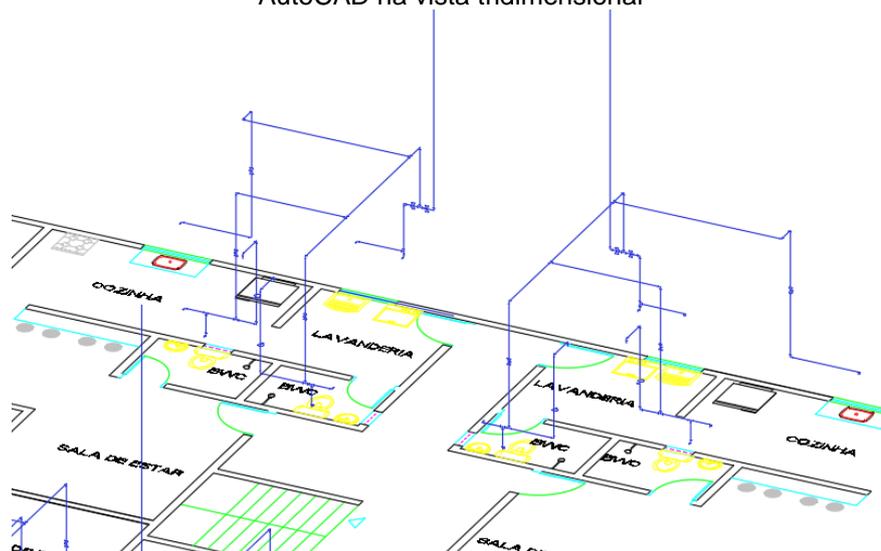
Além dos pontos citados acima, a elaboração do projeto de água fria quando feito através da plataforma tradicional (AutoCAD) pode acarretar erros com relação às alturas das tubulações, por exemplo, além de trazer uma representação simbólica das conexões e acessórios necessários para o projeto.

Figura 12 - Traçado do sistema de água fria da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do AutoCAD em planta baixa



Fonte: Os autores (2021)

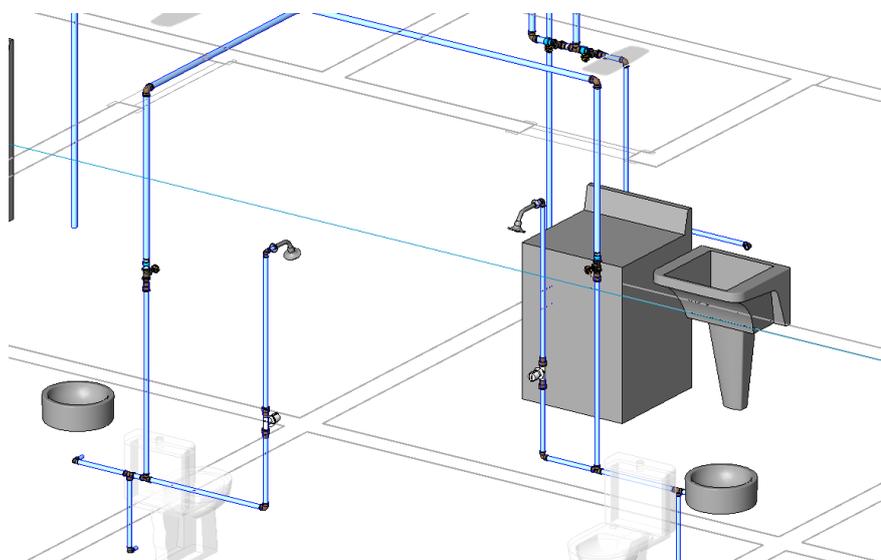
Figura 13 - Traçado do sistema de água fria da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do AutoCAD na vista tridimensional



Fonte: Os autores (2021)

Em contrapartida, para fins comparativos, a 0 representa o trecho da lavanderia e banheiro do pavimento tipo gerado pelo Revit. Nela podemos perceber que, diferentemente da imagem vista anteriormente, a tubulação de água fria é representada de forma mais realista. É possível perceber as conexões e acessórios utilizados em detalhes, de modo que o entendimento seja mais claro facilitando, com isso, a montagem do sistema hidráulico na execução do projeto.

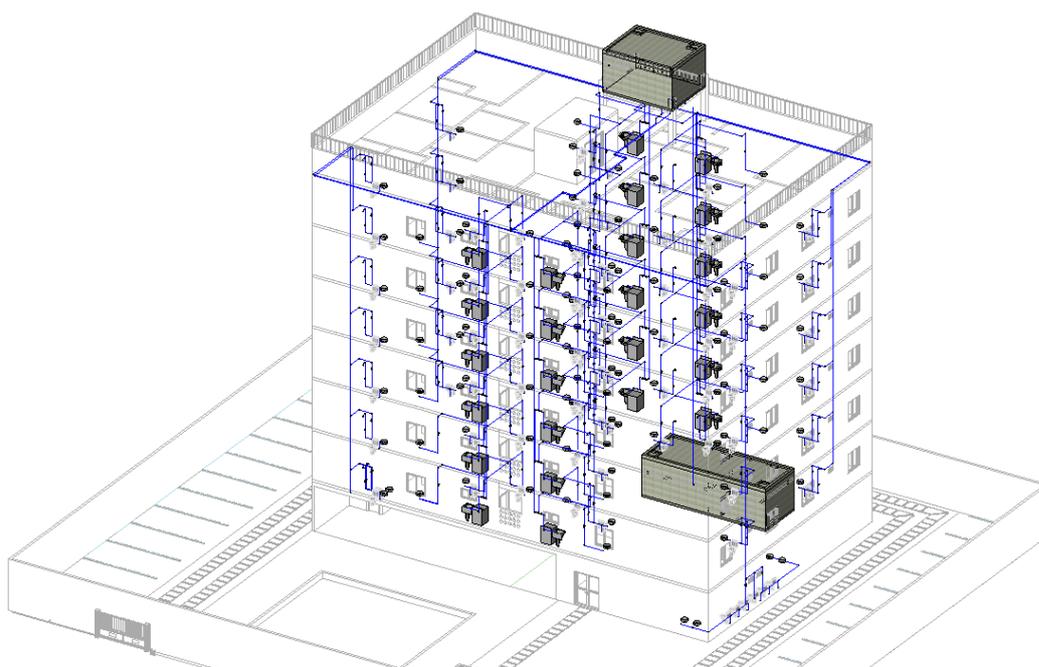
Figura 14 - Detalhe da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do Revit



Fonte: Os autores (2021)

Vale salientar que, para a elaboração do projeto de água fria, podem-se obter alguns templates disponíveis de forma gratuita na internet. Porém, foi utilizado para a confecção do presente projeto o template disponibilizado pela empresa Angeiras Projetos de Engenharia e Consultoria, de modo que permitisse um ganho considerável referente à produtividade e tempo gasto para elaboração do projeto quando comparado ao confeccionado sem o template (0).

Figura 15 - Representação das peças e tubulações do sistema de água fria gerada pelo Revit



Fonte: Os autores (2021)

O cálculo realizado para o dimensionamento da tubulação de abastecimento de água fria foi baseado nas recomendações da NBR 5626. Nela, constam informações sobre a perda de carga exercida pelo comprimento da tubulação, assim como as perdas geradas pelos desvios ocasionadas pelas conexões como os joelhos e pelos objetos que restringem a passagem de água, como os registros de pressão por exemplo.

Com base nas informações obtidas na norma, elaborou-se uma planilha de cálculo apresentada na 0 que demonstra o cálculo para um dos apartamentos localizados no 5º andar do edifício estudado. Tendo posse dos resultados obtidos, observou-se que os apartamentos do 5º andar, assim como do 6º, não apresentam

pressão mínima de 10 KPa/1 m.c.a. Para garantir que haverá pressão suficiente para consumo nos pavimentos citados, faz-se necessário o uso de um equipamento mecânico responsável pelo bombeamento do reservatório superior aos andares, chamado de pressurizador.

Por fim, verificou-se que os tempos médios gastos para o desenvolvimento do projeto de água fria considerando um pavimento, quando desenvolvido pelo Revit foi de 30 (trinta) minutos e 50 (cinquenta) minutos quando desenvolvido pelo AutoCAD.

Tabela 1 - Dimensionamento da instalação de água fria para apartamento do 5º andar

Cálculo das perdas de carga do apartamento 1 do 5º andar																
Locais	Peças	D₁Atodado (mm)	Q (L/s)	Ju (KPa/m)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	D₂Adotado (mm)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	Δh (KPa)	Hg (m)	P (m.c.a)
<i>Lavanderia</i>	Maq. De Lavar Roupa	32	0,30	0,048	10,297	4J/32 + 2TSL32 +2TSF32 +2RG	14,6	3,04	25	1,10	2J/25+TSF	3,2	1,745	4,7805	7,5	2,7195
	Tanque	32	0,25	0,034	10,297	4J/32 + 2TSL32 +2TSF32+2RG	14,6	2,53	25	1,82	2J/25+TSL	4,8	2,238	4,7678	7,5	2,7322
	Peças	D₁Atodado (mm)	Q (L/s)	Ju (KPa/m)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	D₂Adotado (mm)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	Δh (KPa)	Hg (m)	Pressão (m.c.a)
<i>Cozinha</i>	Pia	32	0,15	0,0138	15,977	3J32+TSL32+RG	22,2	2,33	25	2,32	2J/25	2,4	0,957	3,2846	7,8	4,5154
	Peças	D₁Atodado (mm)	Q (L/s)	Ju (KPa/m)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	D₂Adotado (mm)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	Δh (KPa)	Hg (m)	Pressão (m.c.a)
<i>BWC Lavanderia</i>	Bacia	32	0,15	0,0139	16,327	2J/32+ 2TSF32	19,7	2,20	25	1,39	2TSL25 +J/25	6	1,499	3,6951	8,4	4,7049
	Lavatorio	32	0,15	0,0139	16,327	2J/32+ 2TSF32	19,7	2,20	25	1,56	TSL+TSF +J/25	4,4	1,209	3,4050	7,8	4,3950
	Chuveiro	32	0,20	0,0232	16,327	2J/32+ 2TSF32	19,7	2,93	25	3,37	TSL+ 2C/25	4,8	2,210	5,1377	6,3	1,1623
	Peças	D₁Atodado (mm)	Q (L/s)	Ju (KPa/m)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	D₂Adotado (mm)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	Δh (KPa)	Hg (m)	Pressão (m.c.a)
<i>BWC Social</i>	Bacia	32	0,15	0,0139	16,787	3J/32+TSF32+ TSL32+RG	23,1	2,43	25	1,99	2J/25+ TSL	4,8	1,377	3,8087	8,4	4,5913
	Lavatorio	32	0,15	0,0139	16,787	3J/32+TSF32+ TSL32+RG	23,1	2,43	25	1,92	J/25+ 2TSL	6	1,606	4,0379	7,8	3,7621
	Chuveiro	32	0,20	0,0232	16,787	3J/32+TSF32+ TSL32+RG	23,1	3,24	25	2,92	J/25+TSL +TSF	4,4	1,980	5,2216	6,3	1,0784
	Peças	D₁Atodado (mm)	Q (L/s)	Ju (KPa/m)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	D₂Adotado (mm)	L (m)	Peças	L_{peças} (m)	J (KPa)	Δh (KPa)	Hg (m)	Pressão (m.c.a)
<i>BWC Suíte</i>	Bacia	32	0,15	0,0139	27,6	8T/32+3TSL+1TSF	22,5	3,05	25	2,01	J/25+2TSL	6	1,625	4,6787	8,4	3,7213
	Lavatorio	32	0,15	0,0139	27,6	8T/32+3TSL+1TSF	22,5	3,05	25	1,91	J/25+TSL +TSF	4,4	1,280	4,3339	7,8	3,4661
	Chuveiro	32	0,20	0,0232	27,6	8T/32+3TSL+1TSF	22,5	4,07	25	1,96	2J/25+TSL	4,8	1,828	5,9002	6,3	0,3998

Fonte: Os autores (2021)

Onde,

$D_{1\text{adotado}}$ (mm) = Diâmetro comercial da tubulação no trecho 1;

$D_{2\text{adotado}}$ (mm) = Diâmetro comercial da tubulação no trecho 2;

Q (m³/s) = Vazão;

L (m) = Comprimento real da tubulação;

J_u (KPa/m) = Perda de carga unitária;

$L_{\text{peças}}$ (m) = Comprimento equivalente;

J (KPa) = Perda de carga no trecho;

Δh (KPa) = Perda de carga total;

H_g (m) = Altura geométrica;

P (m.c.a) = Pressão.

Além disso, vale ressaltar que o Revit desenvolve de forma automática uma tabela de quantitativos na qual apresentam informações sobre as tubulações e conexões utilizadas. Tais informações podem ser vistas na 0 e 0.

Figura 16 - Quadro de conexões para sistema de água fria gerado pelo Revit de forma automática

<Conexões para Água Fria>		
A	B	C
Quantidade	Sistema	Descrição
48	Água Fria	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
74	Água Fria	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 32 x 1", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
291	Água Fria	Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
222	Água Fria	Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
223	Água Fria	Joelho 90° Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
215	Água Fria	Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
237	Água Fria	Joelho 90° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
72	Água Fria	Luva Soldável e com Bucha de Latão 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
50	Água Fria	Luva Soldável e com Bucha de Latão 32 x 1", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
228	Água Fria	Produto Inexistente
21	Água Fria	Tê de Redução Soldável 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
159	Água Fria	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
125	Água Fria	Tê Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE

Fonte: Os autores (2021)

Figura 17 - Quadro de tubulações para o sistema de água fria gerado de forma automática pelo Revit

<Tubos Rígidos>		
A	B	C
Comprimento	Descrição	Diâmetro
Tubo Soldável Marrom		
20.50	Tubo Soldável Marrom	20.00 mm
430.71	Tubo Soldável Marrom	25.00 mm
754.32	Tubo Soldável Marrom	32.00 mm
0.30	Tubo Soldável Marrom	40.00 mm

Fonte: Os autores (2021)

4.3. PROJETO DE ESGOTO

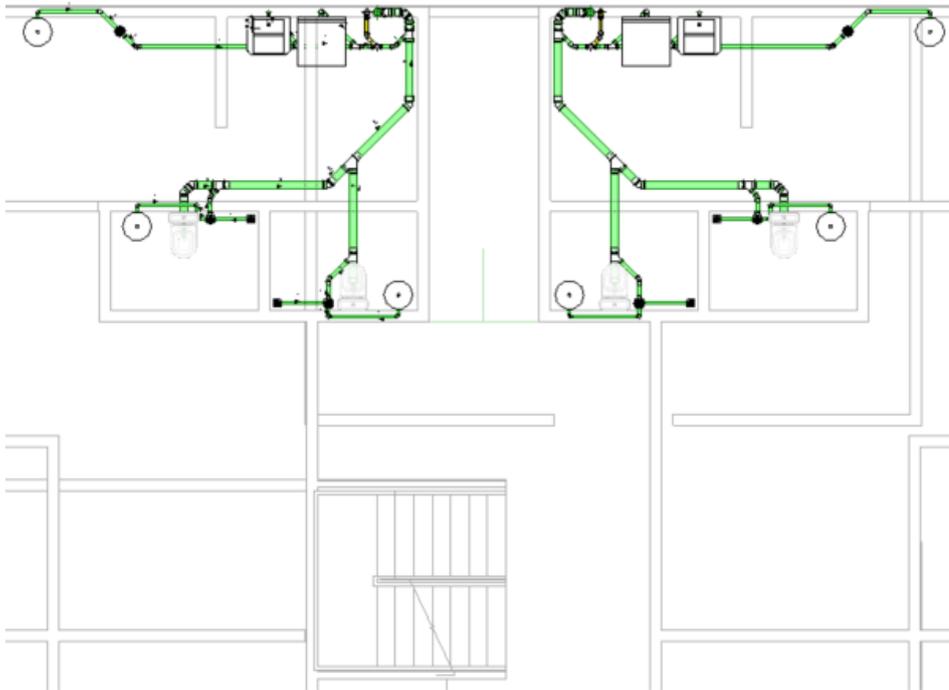
O projeto de esgoto assim como o de água fria foi realizado de forma individual utilizando o AutoCAD e o Revit. Ao verificarmos a 0 a qual representa a planta baixa gerada pelo Revit, podemos perceber que os detalhes referentes às conexões, ralos e demais elementos são melhores percebidos quando gerados pelo Revit que pelo AutoCAD, tendo em vista que este segundo disponibiliza uma vista unifilar e a representação dos elementos não são tão detalhadas (0).

Figura 18 - Planta baixa com traçado da tubulação de esgoto gerada pelo AutoCAD



Fonte: Os autores (2021)

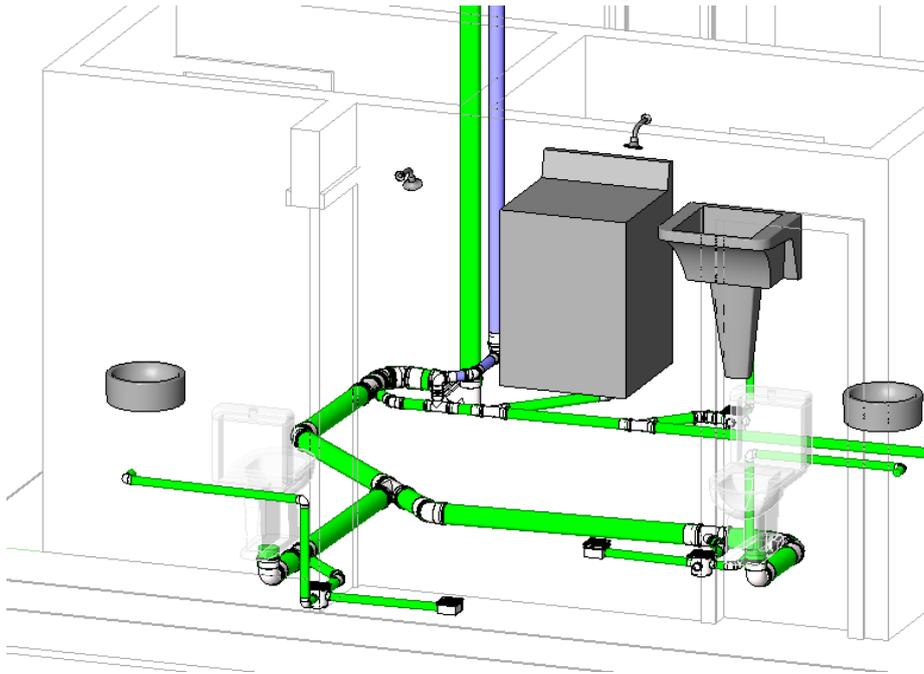
Figura 19 - Planta baixa da tubulação de esgoto do pavimento tipo gerada pelo Revit



Fonte: Os autores (2021)

A 0 apresenta a tubulação de ventilação, o tubo de queda e os demais tubos do sistema de esgoto na área da lavanderia e banheiro do pavimento tipo. Pode-se perceber que é possível visualizar com clareza e riqueza de detalhes todos os elementos constituintes do projeto de esgoto, bem como as peças sanitárias utilizadas.

Figura 20 - Detalhe da lavanderia e banheiro do pavimento tipo através do Revit



Fonte: Os autores (2021)

O dimensionamento do projeto de esgoto foi baseado na NBR 8160, a qual determina parâmetros para o dimensionamento dos tubos de queda e tubo de ventilação. Com base nos resultados obtidos através do dimensionamento, apresentado na 0 determinou-se que o diâmetro do tubo de queda seria de 100 mm e o tubo de ventilação ao qual estão ligadas as peças sanitárias do banheiro de serviço, banheiro social e áreas molhadas é de 75 mm, enquanto o tubo de ventilação o qual está conectado o banheiro da suíte é de 40 mm.

Tabela 2 - Dimensionamento dos tubos de queda

Tubo de queda 1			
<i>Aparelhos Sanitário</i>	<i>Quantidade</i>	<i>UHC</i>	<i>Total</i>
Bacia	2	6	12
Bebedouro	1	0.5	0.5
Chuveiro	2	2	4
Pia de Cozinha	1	3	3
Máquina de lavar roupa	1	3	3
Tanque de lavar roupa	1	3	3
Lavatório (pia banheiro)	2	2	4
Soma da UHC/apto:			29,5
UHC para o edifício:			177
Diâmetro nominal do tubo (mm)			100

Tubo de queda 2			
<i>Aparelhos Sanitário</i>	<i>Quantidade</i>	<i>UHC</i>	<i>Total</i>
Bacia	1	6	6
Lavatório (pia banheiro)	1	2	2
Chuveiro	1	2	2
Soma da UHC/apto:			10
UHC para o edifício:			60
Diâmetro nominal do tubo (mm)			100

Tubo de ventilação 1			
<i>Aparelhos Sanitário</i>	<i>Quantidade</i>	<i>UHC</i>	<i>Total</i>
Bacia	2	6	12
Bebedouro	1	0.5	0.5
Chuveiro	2	2	4
Pia de Cozinha	1	3	3
Máquina de lavar roupa	1	3	3
Tanque de lavar roupa	1	3	3
Lavatório (pia banheiro)	2	2	4
Soma da UHC/apto:			29,5
Diâmetro nominal do tubo (mm)			75

Tubo de ventilação 2			
<i>Aparelhos Sanitário</i>	<i>Quantidade</i>	<i>UHC</i>	<i>Total</i>
Bacia	1	6	6
Lavatório (pia banheiro)	1	2	2
Chuveiro	1	2	2
Soma da UHC/apto:			10
Diâmetro nominal do tubo (mm)			40

Fonte: Os autores (2021)

Vale salientar que foi realizado o dimensionamento para dois tubos de queda, sendo o primeiro considerando as áreas do banheiro social, banheiro de serviço, cozinha e lavanderia, resultando em 177 UHC, e o segundo foi dimensionado para o banheiro da suíte, totalizando 60 UHC. Tendo em vista que, de acordo com a NBR 8160, os diâmetros variam de acordo com a Unidade Hunter de Contribuição (UHC), conforme consta na 0, o tubo primeiro tubo de queda seria de 100 mm e o segundo seria de 75 mm. Tendo em vista que o tubo de queda não pode ser inferior ao diâmetro do maior tubo a ele ligado, tendo em vista que em ambos os tubos de queda há ligação da tubulação do vaso sanitário, a qual possui 100 mm de diâmetro, adotou-se, portanto, o diâmetro de 100 mm para ambos tubos de queda.

Figura 21 - Tabela com diâmetros do tubo de queda de acordo com a Unidade Hunter de Contribuição

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Fonte: NBR8160.

Além de permitir melhor visualização dos elementos, o Revit dispõe de uma função que gera a tabela de quantitativos de conexões, tubulações e ralos de forma automática como pode ser visto na 0, 0 e 0.

Figura 22 - Quadro de caixas e ralos para o sistema de esgoto gerado pelo Revit de forma automática

<Caixas e Ralos>		
A	B	C
Quantidade	Sistema	Descrição
127	Esgoto	Antiespuma 100 mm, Esgoto - TIGRE
20	Esgoto	Caixa de Inspeção/Interligação - DN 100, Esgoto - TIGRE
127	Esgoto	Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Inox 100 x 100 x 50mm, Esgoto - TIGRE
74	Esgoto	Porta Grelha Quadrado p/ Grelha Quadrada Branca 100mm, Esgoto - TIGRE
10	Esgoto	Prolongador com entrada DN300, Esgoto - TIGRE
74	Esgoto	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 100 x 100mm, Esgoto - TIGRE
74	Esgoto	Ralo Quadrado Montado - Branco c/ grelha branca 100x53x40mm, Esgoto - TIGRE

Fonte: Os autores (2021)

Figura 23 - Quadro de conexões para sistema de esgoto gerado pelo Revit de forma automática

<Conexões para Esgoto>			
A	B	C	D
Quantidade	Sistema	Descrição	Linha
131	Esgoto	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
174	Esgoto	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
229	Esgoto	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
326	Esgoto	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
119	Esgoto	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
93	Esgoto	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
2	Esgoto	Junção Simples 40 x 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
48	Esgoto	Junção Simples 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
99	Esgoto	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
70	Esgoto	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
405	Esgoto	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
24	Esgoto	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
498	Esgoto	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
16	Esgoto	Produto Inexistente	Série Normal
64	Esgoto	Tê 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
21	Esgoto	Tê 75 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
2	Esgoto	Tê 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
5	Esgoto	Tê 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal

Fonte: Os autores (2021)

Figura 24 - Quadro de tubulações para o sistema de esgoto gerado de forma automática pelo Revit

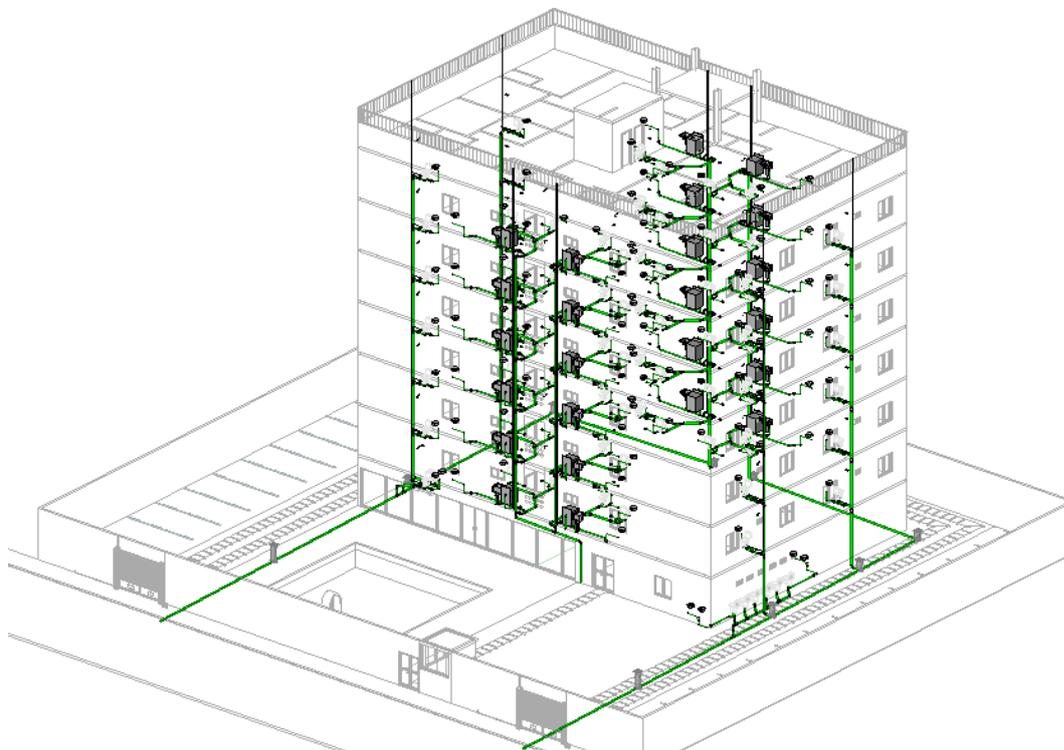
<Tubos Rígidos>		
A	B	C
Comprimento	Descrição	Diâmetro
Tubo Série Normal		
319.50	Tubo Série Normal	40.00 mm
182.37	Tubo Série Normal	50.00 mm
82.00	Tubo Série Normal	75.00 mm
436.17	Tubo Série Normal	100.00 mm

Fonte: Os autores (2021)

Por fim, verificou-se que os tempos médios gastos para o desenvolvimento do projeto de esgoto considerando um pavimento, quando desenvolvimento pelo Revit

foi de 2 (duas) horas e 1 (uma) hora e 30 (trinta) minutos quando desenvolvido pelo AutoCAD. Vale salientar que a apresentação do sistema de esgoto sanitário através do AutoCAD foi de forma unifilar, não realizando a instalação das peças o que reflete em menor tempo gasto.

Figura 25 - Representação das conexões e tubulações do sistema de esgoto gerada pelo Revit



Fonte: Os autores (2021)

4.4. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Após o término do projeto arquitetônico, de esgoto e água fria do edifício estudado, optou-se por utilizar um programa da plataforma BIM para realizar a compatibilização dos projetos. Através dela foi possível verificar a existência de inconsistências que poderiam causar problemas para a edificação.

A ferramenta utilizada para realizar a compatibilização pode ser considerada como uma das mais importantes dentro da plataforma BIM, pois proporciona a identificação dos choques com relativa facilidade, evitando, deste modo, que problemas futuros possam a vir existir. Vale salientar que uma má compatibilização

pode acarretar despesas que não foram previstas inicialmente, podendo refletir no prazo da entrega da obra, assim como na qualidade do serviço.

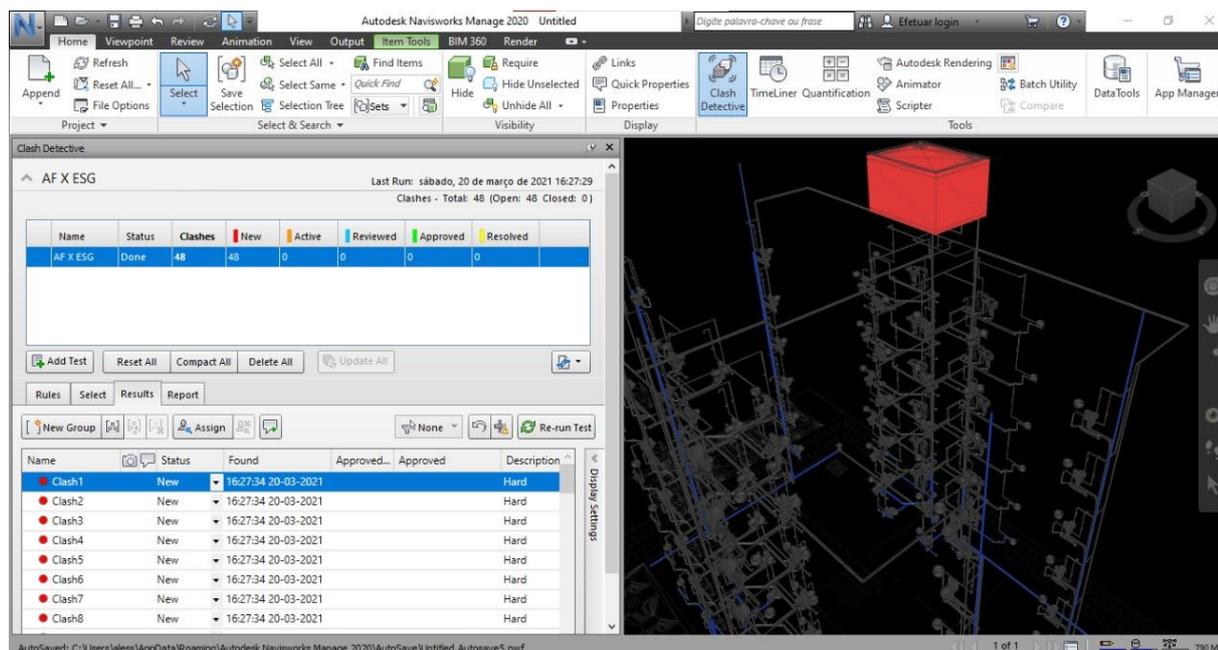
A compatibilização dos projetos de água fria x esgoto foi realizada através do *Clash Detective*, que é uma ferramenta do software Navisworks e permite a identificação de interferências em projeto. O uso dessa ferramenta pode possibilitar a detecção de colisão entre os elementos projetados, minimizando erros do projeto, desperdício de dinheiro, bem como o tempo para correção durante o projeto e execução da obra.

A importação dos modelos gerados pelo Revit é feita de forma direta e, ao iniciar a ferramenta, faz-se necessária a escolha dos modelos que se deseja realizar o estudo e quais serão os parâmetros desse estudo. Optou-se por estudar as interferências entre todos os elementos constituintes do projeto de água fria e esgoto.

Ao realizar a análise, o Navisworks apresenta uma aba indicando as inconsistências identificadas (0), assim como o status de cada uma delas (0), pois, tendo em vista que o(s) profissional(is) responsável(is) pela correção do projeto, de acordo com a incompatibilidade encontrada, na maioria das vezes são distintos, faz-se necessário que todos que estejam envolvidos no processo sejam capazes de identificar se o mesmo já iniciou a correção ou não. Portanto, o status utilizado para indicar que o responsável já está ciente da necessidade da intervenção é o *Active* (Ativo).

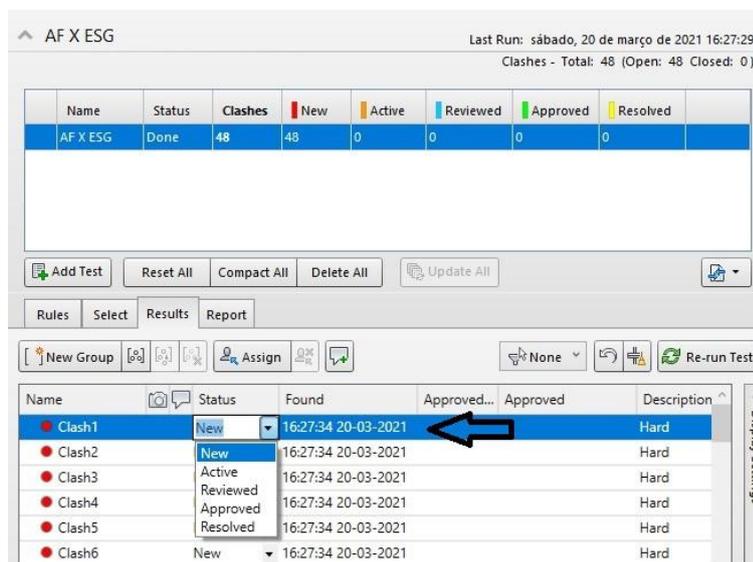
O status *Reviewed* (Revisado) é utilizado quando o responsável pela correção já finalizou as modificações necessárias e o projeto poderá passar por uma nova compatibilização. Por fim, após nova análise o status poderá ser classificado como *Approved* (Aprovado) e *Resolved* (Resolvido).

Figura 26 - Aba gerada pelo Navisworks indicando a quantidade de inconsistências



Fonte: Navisworks (2021)

Figura 27 - Opções de status disponíveis para as inconsistências no Navisworks

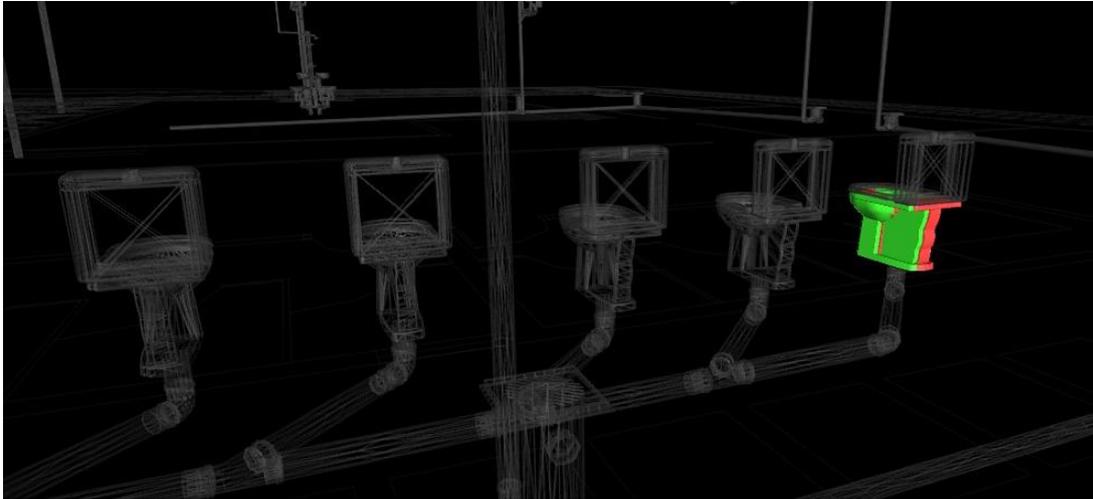


Fonte: Navisworks (2021)

A princípio, há choques identificados pelo Navisworks que não apresentam grande relevância. São exemplos de incompatibilidades pouco relevantes, a sobreposição de elementos por exemplo (0). Logo, é necessário que haja uma classificação prévia dos choques para que sejam avaliados e direcionados apenas os necessários.

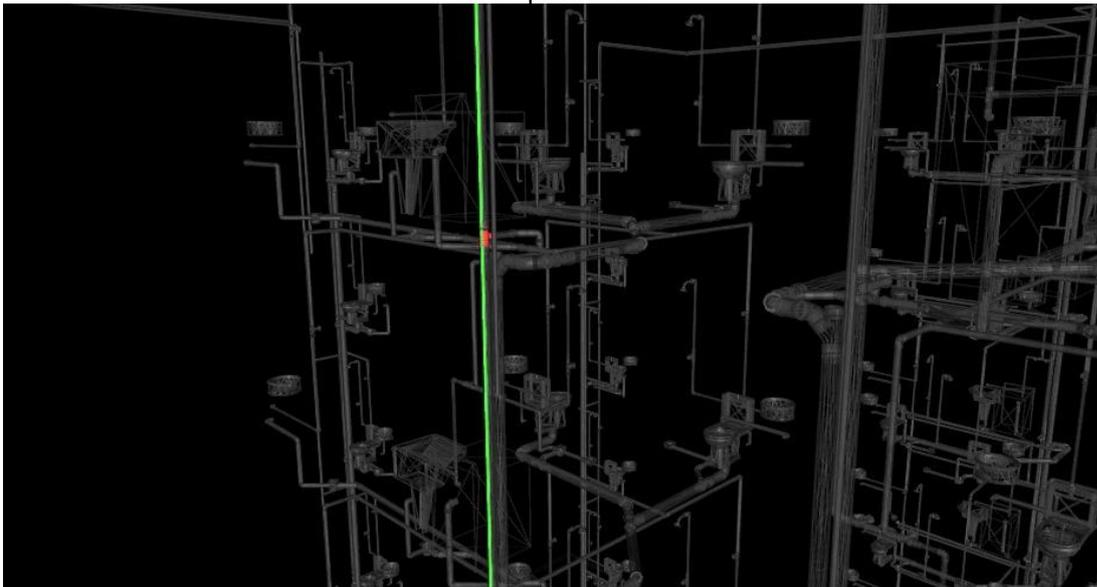
Inicialmente foram identificados 48 choques, os quais contemplavam interferências entre as tubulações (0) e sobreposições dos elementos. Após análise, as inconsistências foram reduzidas a 16 unidades (0).

Figura 28 - Sobreposição do vaso sanitário localizado na academia no pavimento térreo



Fonte: Navisworks (2021)

Figura 29 - Choque entre a tubulação de ventilação do sistema de esgoto com tubulação de água fria no 5º pavimento



Fonte: Navisworks (2021)

Figura 30 - Quantidade de inconsistências consideradas após análise

Clashes - Total: 48 (Open: 16 Closed: 32)

Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
TCC	Done	48	0	16	0	32	0

Buttons: Add Test, Reset All, Compact All, Delete All, Update All

Buttons: Rules, Select, Results, Report

Buttons: New Group, Assign, Re-run Test

Name	Status	Found	Approved...	Approved	Description
Clash8	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard
Clash9	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard
Clash10	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard
Clash11	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard
Clash12	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard
Clash13	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard
Clash14	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard
Clash15	Active	15:33:31 16-03-2021			Hard

Fonte: Navisworks (2021)

Com relação às estimativas de números de revisões de projeto e retrabalho, tendo em vista que os projetos desenvolvidos pelo Revit permitem que a compatibilização seja feita de forma automática por meio de softwares, enquanto nos arquivos gerados pelo CAD, as compatibilizações são feitas semelhantemente aos desenhos feitos à mão, ou seja, pela sobreposição dos arquivos, o tempo gasto para a análise de compatibilidade através do Navisworks foi otimizado. Vale ressaltar que essa forma de compatibilização reflete também na qualidade da análise, podendo minimizar, desta forma, o número de revisões de projeto e retrabalhos.

4.5. REALIDADE VIRTUAL ATRAVÉS DO BIMx

O uso do programa BIMx foi testado através do Android e do sistema Windows e, para ambos, apresentou bom desempenho, permitindo facilidade ao acesso das informações e navegação do projeto.

Para ter acesso ao arquivo e poder anexá-lo no programa, é necessário que o mesmo tenha sido salvo no formato *Hyper-Model*, ou seja, no formato “.bimx”. Logo, como não há como exportar do Revit diretamente para tal programa, fez-se necessário o uso do ArchiCAD para conversão dos projetos elaborados no Revit.

Após a conversão, ao acessar a plataforma do BIMx, podemos abrir o arquivo, o qual contém todas as informações do projeto tais como altura de paredes, revestimento, detalhe de conexões, tubulações, acesso às plantas, vistas, entre outras.

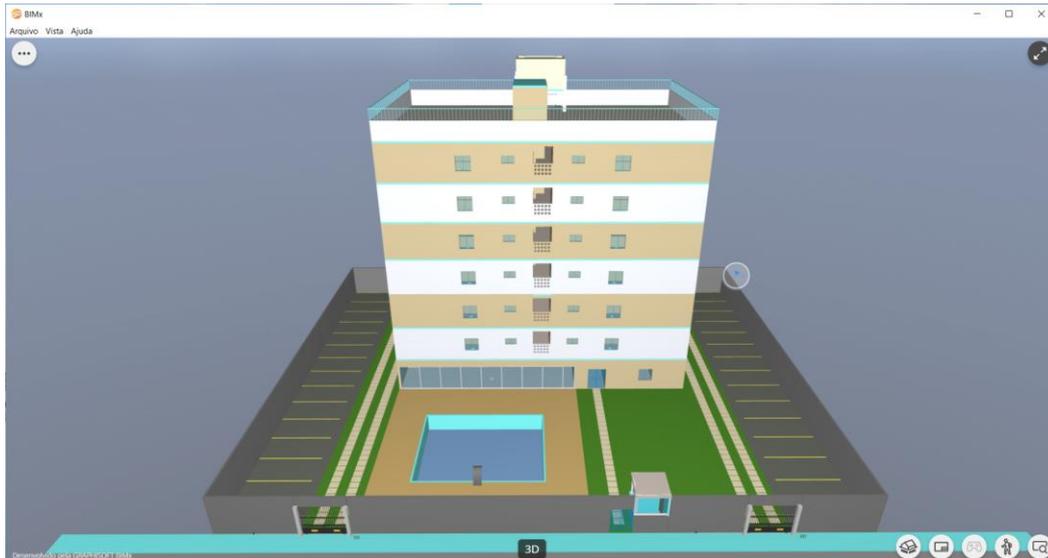
Na 0 e na 0 pode-se verificar a vista lateral e frontal superior obtidas através da vista 3D geradas pelo BIMx usado pelo Windows. Já a 0, apresenta informações da janela utilizada na cozinha, trazendo dados como altura, largura e tipo.

Figura 31 - Vista lateral obtida através do aplicativo BIMx



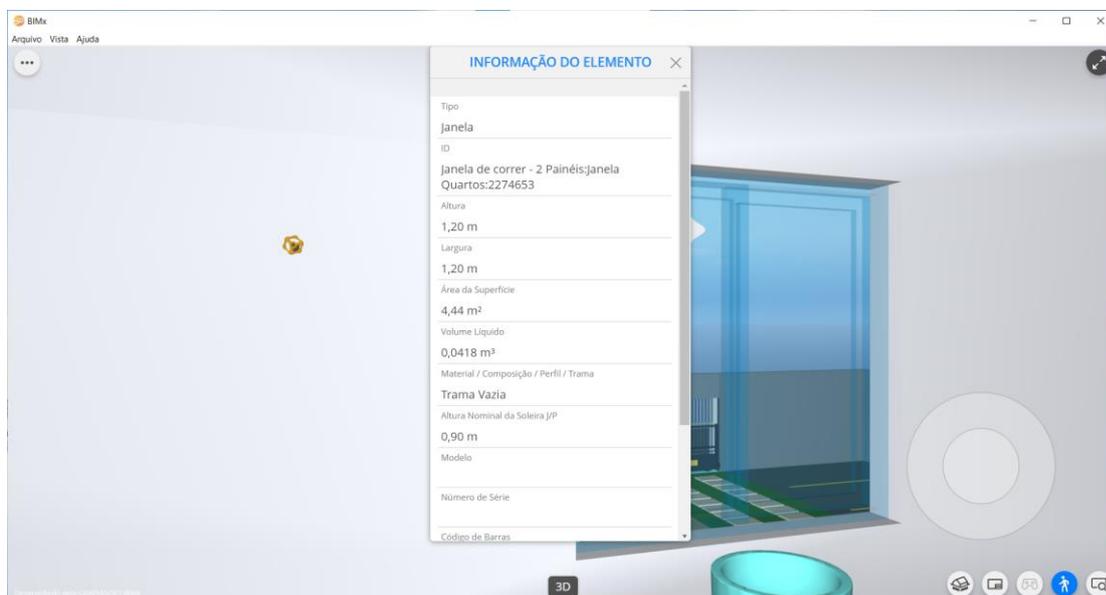
Fonte: BIMx (2021)

Figura 32 - Vista frontal superior obtida através do aplicativo BIMx



Fonte: BIMx (2021)

Figura 33 - Informações sobre o elemento da janela da cozinha obtida através do BIMx



Fonte: BIMx (2021)

5 CONCLUSÃO

A partir desse trabalho, espera-se que, cada vez mais, seja possível a ampliação do debate no que diz respeito à implementação de novas tecnologias para construção civil, objetivando, desta forma, uma maior qualidade dos projetos como um todo, bem como responder, através dos comparativos feitos, quais foram os pontos positivos e negativos de cada sistema analisando em toda sua complexidade.

Espera-se que os resultados obtidos proporcionem aos projetistas, estudantes e demais profissionais da área um demonstrativo do desempenho de cada software, auxiliando na tomada de decisão de qual sistema adotar.

Tendo em vista que os sistemas BIM demandam maior capacidade dos equipamentos para uso do software e maior tempo para capacitação dos usuários, quando comparado ao CAD é provável que tanto a aprendizagem como a facilidade para uso da plataforma sejam mais simples. Porém, este segundo não alcança o mesmo nível de detalhamento que o primeiro.

Por outro lado, verifica-se que os projetos confeccionados através do BIM têm inúmeras vantagens em relação ao modelo tradicional, pois dota-se de uma simulação virtual de um modelo real fazendo com que haja menos problemas futuros na execução. Vale salientar que o BIM traz como vantagens algumas ferramentas inovadoras que facilitam o processo de elaboração do projeto como, levantamento de quantitativos e cronogramas de forma automatizada. Tais facilidades demonstram que a utilização dos softwares BIM apresenta vantagem com relação aos softwares CAD.

Sabe-se que, com o passar do tempo o mercado da construção civil têm se tornado cada vez mais rigoroso no âmbito de projetos, exigindo que a qualidade seja mais aprimorada, de forma que menos falhas sejam acarretadas. Logo, vê-se a necessidade de aprimorar o desenvolvimento de tais projetos e apresentação dos mesmos, despertando, com isso, maior interesse pelo uso da tecnologia tridimensional.

Mesmo sabendo que a plataforma CAD é uma das mais utilizadas mundialmente, tomando por base os resultados obtidos através desse estudo de caso, pode-se afirmar que tal forma de elaboração para projetos, apesar de mais simples desenvolvimento e entendimento, pode gerar falhas e inconsistências, além de provocar maior tempo gasto em situação de retrabalho e pode proporcionar uma perda

considerável de informações importantes do projeto. Isto se dá, pois esta plataforma utiliza informações isoladas, ou seja, não há uma interdependência entre os dados levantados entre os projetos de arquitetura e hidrossanitário, por exemplo.

Em outra vertente, o sistema BIM chegou de forma dominante, trazendo a oportunidade de concepção de projetos de forma mais completa, possibilitando, além da apresentação e visualização em 3D, o levantamento de quantitativos e escolha de materiais. É evidente que as facilidades trazidas por essa plataforma acarretam menos erros durante o processo de elaboração e execução do empreendimento. Vale salientar que apesar de ser um recurso inovador, algumas dificuldades estão associadas ao seu uso, tais como sua complexidade devido a exigência de maior conhecimento para desenvolvimento de projetos mais simplórios e falta de disponibilidade de famílias.

Por fim, ao realizar a comparação entre o uso das duas plataformas para o desenvolvimento do presente projeto, pode-se perceber que há maior excelência no uso da plataforma BIM com relação à plataforma CAD.

REFERÊNCIAS

ABNT, 1998, ABNT NBR 5628: Instalação predial de água fria. 2 ed. Rio de Janeiro, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT, 1999, ABNT NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. 2 ed. Rio de Janeiro, ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BAIA, D.V.S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. Dissertação de mestrado em estruturas e construção civil – Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2015.3,29 p.

BUSS, A.G.; CARNEIRO, D.D.A.; LÉDO, B.C. Aplicação do bim na compatibilização de projetos complementares. **Brazilian Applied Science Review**, v.4, n.1, p. 319-332, 2020.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: **Anais do VIII Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. São Paulo - SP. 2008.

COSTA, G.C.L.R.; FIGUEIREDO, S.H.; RIBEIRO, S.E.C. Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM. In: **Revista de Ensino de Engenharia**, v.34, p.11-18, 2015.

DURANTE, F.K. **O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos: Gerente BIM**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013. 3 p.

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2014.

GASPERIN, F.F.; BRUSCATO, U.M. Oficina de visualização de projeto arquitetônico com BIMx: modelo 3D e realidade virtual. **Encontro Nacional sobre o ensino BIM**, v,2 , p. 1-1, 2019.

GOSCH. S.S. **Indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais associados a uma nota final 2012**. 76 p.

JUNIOR, A. A. S. **Utilização de software com tecnologia BIM em orçamento de obras: Estudo de caso da ampliação do Bloco E da UEPG**. Tese de mestrado no programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil – Universidade Federal do Paraná. 2014, 9 p.

JUNIOR, J. L. R.; MOREIRA, O.H.C. **Estudo do conceito BIM**. Trabalho de conclusão de curso – Unievangélica. Anópolis, 2019, 34 p.

MACEDO, Letícia Ferreira et al. Compatibilização de projetos de um pavimento tipo em alvenaria estrutural com uso do BIM. 2018. 38,44 p

MARTINS, B.C. **Utilização de indicadores chave de desempenho na construção Civil: aplicação em obra situada na cidade de Palmas – TO**. Trabalho de conclusão de curso – Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas, 2018. 20 p.

MESQUITA, H.C.; EDUARDO, R.C.; RODRIGUES, K. C.; PAULA, H.M. Estudo de caso da análise de interferências entre as disciplinas de um edifício com projetos convencionais (re) modelados em BIM. **Revista Matéria**, v.23, n.03, art e-12173, 2018.

MONTEIRO, A.C.N.; JÚNIOR, A.S.S.; CAVALCANTI, D.S.C.; PEREIRA, E.E. Compatibilização de projetos na construção civil: Importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber**, v.3, n.1, 2017.

MÜLLER, Leandro Sander. Utilização da tecnologia BIM (Building Information Modeling) integrado a planejamento 4D na construção civil. **UFRJ/Escola Politécnica, Rio de Janeiro-RJ**, 2015. 37 p.

NUNES, G.H; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. **Revista de Engenharia Civil**, n. 55, p.47-61, 2018.

PORTO, T. M. S. **Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016. 1 p.

RAMDHANIATI, M.; MULYANTI, B. **Lumion animation for digital learning: Is it applicable in both Industrial and educational contexts?**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2021, p. 022113.

RIGO, L.F.; PENHA, S.R.L.N. **Aplicação de plataforma BIM para verificação de interferências de projeto em edificações no setor de engenharia, arquitetura e construção**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015. 24 p.

SILVA, K.R.S. **Interoperabilidade entre software de projeto estrutural com a plataforma BIM**. Monografia – Universidade de Brasília. Brasília, 2019. 19 p.

SOTÉRIO, L. M.; MACHADO, V. C. **Análise da disseminação da plataforma BIM no setor da construção civil voltado para fase de gestão e planejamento**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2018. 18 p.

SOUZA, L.L.A.; AMORIM, S.R.L.; LYRIO, A.M. Impactos do uso do bim em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v.4, n.2, p. 26-53, 2009.

ZONDONÁ, J. J. **Melhoria contínua em planejamento de obras e sua aplicação na tecnologia BIM**. Monografia para especialização no curso de pós graduação em Gerenciamento de Obras na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. 12 p.