

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC 2
KARINE MATTEUCCI ANTUNES

**COMPARATIVO ENTRE OS SOFTWARES AUTOCAD E REVIT PARA
DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR**

Lages – SC

2020

KARINE MATTEUCCI ANTUNES

**COMPARATIVO ENTRE OS SOFTWARES AUTOCAD E REVIT PARA
DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Eng. E Coordenador do Curso de Engenharia Civil Aldori Batista dos Anjos.

Lages – SC

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar me guiando, a Nossa Senhora Aparecida por me cobrir com seu manto nas horas de angústias. Agradeço aos meus pais Eliseu Sasso e Lenita Matteucci, que sempre fizeram o seu melhor para que me tornasse quem sou, sendo meus alicerces e me incentivando a jamais desistir por mais difícil que seja.

Agradeço aos meus avós por serem meus exemplos de vida, humildade e dedicação. Serão sempre meus guias. Agradeço a minha irmã, Kelli Matteucci e ao meu cunhado Eduardo Miranda, pelo companheirismo e apoio. Agradeço ao meu namorado, Gabriel Macedo, pelo auxílio e incentivo em todos os momentos. Agradeço ao meu afilhado Murilo, que lá de cima me envia forças para prosseguir todos os dias.

Agradeço a Engenheira Jamylle Marcon que abriu as portas do seu escritório para me acolher e transmitir tanto conhecimento. Agradeço ao Engenheiro Jhony Vagner pelo apoio e ensinamentos sobre o software Revit.

Agradeço aos meus colegas que durante os cinco anos de faculdade foram os apoiadores e incentivadores a cada etapa concluída.

Agradeço ao meu orientador e coordenador Aldori Batista dos Anjos, por acreditar em meu potencial, visando sempre meu melhor desempenho.

Agradeço a todos os professores do departamento da Engenharia Civil, os quais tive imenso prazer de ter aula, sendo transmissores do conhecimento e incentivadores desta admirável profissão.

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste TCC.

COMPARATIVO ENTRE OS SOFTWARES AUTOCAD E REVIT PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR

Karine Matteucci Antunes¹

Aldori Batista dos Anjos.²

RESUMO

O setor da construção civil busca cada vez mais otimizar seus processos, visando aumentar a qualidade e diminuir desperdícios, sendo assim, favoreceu o surgimento de novas tecnologias na área. Tendo isso, o presente trabalho busca uma análise comparativa entre as ferramentas da tecnologia BIM com o software Revit® e das ferramentas com o software AutoCAD®, em projetos de pequeno porte, até 100m². Visto que atualmente o projeto é realizado em processos de forma sequencial, é bastante comum acontecer incompatibilidades entre os projetos de disciplinas diferentes, acarretando em custos imprevistos, retrabalhos e atrasos. Desta forma, pode-se concluir que o BIM possui grande aplicabilidade nos mais variados tipos de projeto, visto que permite melhor gerenciamento e execução, bem como o detalhamento com inúmeras informações necessárias em cada parte do projeto.

Palavras-chave: Construção civil; AutoCAD®; Tecnologia BIM; Projeto de pequeno porte.

¹ Acadêmico (a) do curso de Engenharia Civil, 10ª fase, disciplina TCC 2, do Centro Universitário UNIFACVEST.

² Professor Me. Eng. E Coordenador do Curso de Engenharia Civil.

COMPARATIVO ENTRE OS SOFTWARES AUTOCAD E REVIT PARA DESENVOLVIMENTO DE UM PROJETO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR

Karine Matteucci Antunes³

Aldori Batista dos Anjos.⁴

ABSTRACT

The civil construction sector continuously seeks to optimize its processes, to increase the quality and to decrease wastages, thus, it furthered the emergence of new technologies in the area. With that, this present work seeks a comparative analyze between the tools of BIM technology wiht the Revit® software and of the convencional tools, with AutoCAD® software, in small projects. Since currently the project is carried out in sequencial form processes, it's very commom to happen incompatibilities between projects from different subjects, resulting in non calculatate expenses, rework and delays. Thus, it can be concluded that the BIM has a huge applicability even in small projects, since it allows a better management and execution, as well as knowledge of details of each part of the project.

Keywords: civil construction; AutoCAD®; BIM technology; small projects.

³ Acadêmico (a) do curso de Engenharia Civil, 10ª fase, disciplina TCC 2, do Centro Universitário UNIFACVEST.

⁴ Professor Me. Eng. E Coordenador do Curso de Engenharia Civil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Planta baixa, corte e fachada no AutoCAD.	15
Figura 2: Planta baixa, corte e fachada no Revit.	17
Figura 3: Ciclo de vida BIM.	19
Figura 4: Etapas do trabalho	23
Figura 5: Interface Revit 2017	26
Figura 6: Fachada	30
Figura 7: Planta baixa Térreo	30
Figura 8: Planta baixa Mezanino	31
Figura 9: Corte A.	31
Figura 10: Corte B.	32
Figura 11: Projeto Estrutural	33
Figura 12: Planta baixa vigas e pilares	33
Figura 13: Planta baixa sapatas	34
Figura 14: Projeto Sanitário	36
Figura 15: Projeto Sanitário	37
Figura 16: Planta baixa projeto sanitário	38
Figura 17: Planta baixa projeto sanitário	38
Figura 18: Planta baixa projeto sanitário	39
Figura 19: União das disciplinas arquitetônico e estrutural	43
Figura 20: Verificação de interferências	44
Figura 21: Relatório de interferências arquitetônico x estrutural	45
Figura 22: Interferência pilar x piso	46
Figura 23: Interferência parede x piso	46
Figura 24: Interferência parede x pilar	47
Figura 25: Interferências solucionadas	47
Figura 26: União das disciplinas arquitetônico, estrutural e sanitário	49
Figura 27: Relatório de interferências	49
Figura 28: Interferências vigas e tubos	49
Figura 29: Interferência tubo x piso	50
Figura 30: Interferência tubo x viga	51
Figura 31: Interferências solucionadas	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição estrutural	35
Tabela 2: Tubos	39
Tabela 3: Conexões de tubos.....	40
Tabela 4: Incoerências da compatibilização arquitetônica e estrutural	53
Tabela 5: Incoerências da compatibilização arquitetônica, estrutural e sanitária	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Interferências entre projetos arquitetônico e estrutural	53
Gráfico 2: Interferências entre projetos arquitetônico, estrutural e sanitário	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D	Duas dimensões - bidimensional
3D	Três dimensões – tridimensional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design – Desenho Auxiliado por Computador
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura do Transportes
IFC	Industry Foundation Classes
MEP	Mecânica, elétrica e hidrossanitário
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. JUSTIFICATIVA	11
3. PROBLEMATIZAÇÃO	12
4. OBJETIVOS	12
4.1 OBJETIVO GERAL.....	12
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
5.1 HISTÓRIA DO DESENHO NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA.....	13
5.2 DEFINIÇÕES E HISTÓRICO DO AUTOCAD.....	14
5.3 DEFINIÇÕES E HISTÓRICO SOBRE BIM	15
5.3.1 Vantagens e desvantagens.....	17
5.3.2 O funcionamento do BIM na construção civil	21
5.4 FERRAMENTAS BIM DISPONÍVEIS NO MERCADO	22
6. METODOLOGIA.....	23
6.1 ETAPAS DO TRABALHO	23
6.2 O SOFTWARE UTILIZADO - REVIT	24
6.2.1 O funcionamento do Revit	25
6.3 ANALOGIA ENTRE AS TECNOLOGIAS CAD E BIM	27
6.4 CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS	29
6.4.1 Projeto Arquitetônico.....	29
6.4.2 Projeto estrutural	32
6.4.3 Projeto sanitário.....	35
6.7 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	40
6.7.1 Vantagens da compatibilização	41
6.7.2 Compatibilização projeto arquitetônico e projeto estrutural.....	42
6.7.3 Compatibilização projeto arquitetônico, estrutural e projeto sanitário.....	48
6.7.4 Projeto compatibilizado	51
7. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	52
8. CONCLUSÕES.....	56
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é denominada uma das atividades econômicas mais importantes do país, sendo representada por 9,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em 2009 (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2010). Mesmo com grande importância, a construção civil também é conhecida pela sua baixa produtividade quando comparada a outros países, desempenhando abaixo também de outros setores da indústria, até mesmo dentro do país (FIESP, 2008).

Um dos motivos para este quadro ser tão elevado, é o índice de desperdícios na construção (PERALTA, 2002), sendo grande maioria derivados de falhas de projetos (CAMBIACHI, 1992), o que geram gastos adicionais que não estavam previstos. Desta forma, o aprimoramento tecnológico tem buscado diminuir os desperdícios, aumentando a eficiência e melhorando a qualidade. Sendo no projeto e no planejamento as fases que merecem maior atenção, pois são através delas que são definidos os principais parâmetros para a construção, influenciando diretamente no orçamento, cronograma e os métodos que serão utilizados.

Dentro dessa temática, podemos ver que o método mais comum para o desenvolvimento de projetos, o AutoCAD, acaba se tornando ineficiente devido a sua quantidade reduzida de dados e informações, com isso uma ferramenta que vem ganhando espaço dentro da construção civil, são aquelas baseadas na tecnologia BIM, do inglês *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção), como por exemplo, o software Revit, que faz uso de uma metodologia para gerenciamento de projetos totalmente digital, controlando todos os dados durante o desenvolvimento da construção. Através deste método é possível unir as informações de vários projetos da construção e criar a obra em modelo 3D, ficando muito próximo do resultado final. Sendo softwares paramétricos e tridimensionais, onde as equipes de diferentes disciplinas possam trabalhar de forma integrada, diminuindo a probabilidade de erros.

Tendo isso, o objetivo central do trabalho se destaca e dá ênfase no comparativo dos softwares AutoCAD e Revit, com relação ao desenvolvimento de projeto e o processo de compatibilização de uma residência unifamiliar, projeto esse que envolveu as disciplinas arquitetônica, estrutural e sanitária. Definindo bases e demonstrando as problemáticas de compatibilizar um projeto, exibindo interferências e soluções para as mesmas. Em síntese, será demonstrado que o projeto realizado com o software Revit

ganha em qualidade, número de informações obtidas e a redução considerável no tempo de projeto.

2. JUSTIFICATIVA

Nos dias atuais, a representação gráfica dos projetos, em desenhos 2D, como plantas, cortes, fachadas, locação, entre outros, e também em maquetes virtuais em 3D, tem tornado o seu desenvolvimento cada vez mais abstruso e trabalhoso, tendo em vista que os empreendimentos estão ficando cada vez mais exigentes e com níveis de detalhamento mais precisos, com todas as informações necessárias para cada etapa do projeto. Sendo o mais utilizado para estas tarefas, encontra-se o AutoCAD, principalmente em escritórios de pequenos, onde o mesmo se mostra ineficiente devido à demora para elaboração dos desenhos, falta de compatibilidade, bem como a planta baixa e os desenhos e na maioria das vezes em 2D.

Com o desenvolvimento da tecnologia, os softwares também tiveram esta evolução, auxiliando muito os profissionais que utilizam a representação gráfica para seus projetos. Temos o Autodesk Revit, sendo um dos softwares mais conhecidos para a utilização da metodologia BIM, que extrai automaticamente todas as informações necessárias a todos os envolvidos no mesmo projeto. Com isso, a parte de projetos aumenta a sua produtividade de forma considerável, prevendo erros e conflitos que possam acontecer, tudo isso ainda na fase de projetual, além de em um único software ser capaz de conseguir todos os desenhos, tabelas e quantitativos que forem precisos, além da imensa diferença em relação ao tempo que é ganho na realização de projetos com o Revit.

Tendo isso, o presente trabalho se justifica ao demonstrar tamanha importância aos profissionais da área da construção civil, ao levarem projetos ainda melhores até seus clientes, e também nos quesitos que normalmente buscam estar sempre em constante evolução nas construções, como a economia, prazo de entrega, diminuição dos impactos ambientais, aumento de produtividade, evitar erros de orçamentação, onde através da utilização do Revit para compatibilização é possível evitar estes e outros problemas, desperdícios, bem como gastos extras, durante a realização da obra.

3. PROBLEMATIZAÇÃO

A ausência da realização de compatibilização de projetos fica como responsável parcialmente pelos altos índices de falhas na construção no Brasil (THOMAZ, 2001). E por tal ocorrência, as incompatibilidades não são localizadas ainda na fase projetual, sendo assim os projetos se traduzem em retrabalhos durante a execução no canteiro de obras, resultando em gastos não previstos e conseqüentemente atrasando o cronograma pré-determinado.

Sendo assim, quais vantagens e desvantagens da utilização da tecnologia BIM para desenvolvimento dos projetos, quando comparada aos métodos já utilizados?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um estudo onde o mesmo projeto será realizado no software AutoCAD e no software Revit, extraindo informações necessárias para a compatibilização entre projeto arquitetônico, projeto hidrossanitário e estrutural para fins de execução. Ambos seguindo o mesmo programa de necessidades, especificações técnicas, na mesma edificação.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um projeto arquitetônico de 42,88m² para realizar comparações entre os softwares AutoCAD e Revit;
- Analisar vantagens e desvantagens de cada software;
- Apontar os benefícios da utilização do Revit;
- Realizar a compatibilização entre as disciplinas arquitetônico, estrutural e sanitário do projeto desenvolvido.
- Buscar solucionar as detecções encontradas na compatibilização.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 HISTÓRIA DO DESENHO NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

O homem utiliza de desenhos desde a sua origem para se comunicar, sendo conhecido como pinturas rupestres, as quais representavam não só a forma em que viviam, mas também experiências, histórias, acontecimentos da própria vida. Assim como o homem, a comunicação com a utilização do desenho também evoluiu, sendo dividida em duas partes: o desenho artístico, que visa passar sensações, ideias, fazendo com que seja possível imaginar o que está sendo representado; e o desenho técnico, onde tem por objetivo representar objetos o mais próximo do real, com dimensões, formatos e proporções.

Na engenharia, é através do desenho que se torna possível expressar as criações e soluções que se deseja realizar, fazendo do projeto uma representação do espaço, edificação ou conjunto delas. E após a revolução industrial, com a vinda das máquinas se fez necessário desenhos mais complexos e onde existisse um meio para todos se comunicarem no mesmo projeto. E com estas maiores exigências as primeiras normas técnicas de representação gráfica de projetos, se constituiu no século XIX (SCHULER e MUKAI, 2006).

Conforme GILDO A. MONTEIRO (2001) o desenho arquitetônico pode ser definido como “uma especialização do desenho técnico com normas voltadas à representação e execução de projetos de arquitetura.” De forma mais ampla, ele pode ser visto também como as representações realizadas por profissionais que elaboram o projeto arquitetônico, desde que exista o entendimento da parte de quem representa entre a parte do leitor.

Os desenhos arquitetônicos até pouco tempo, eram todos realizados em papel, feitos a lápis, lapiseira, escalímetros, compassos, com a ajuda de gabaritos, entre muitos outros. Com a evolução tecnológica e gráfica, foi possível o desenvolvimento de softwares, como por exemplo o CAD (Computer Aided Design) ou desenho auxiliado por computador, onde a representação e desenvolvimento dos projetos passou a ser quase em sua totalidade por meio de computadores, sendo impressos em plotters (impressoras de grande porte). Mesmo com a atualização da forma de se representar, as características

continuam as mesmas, ou seja, devem conter todos os dados para entendimento e representatividade com clareza. (SCHULER E MUKAY, 2006).

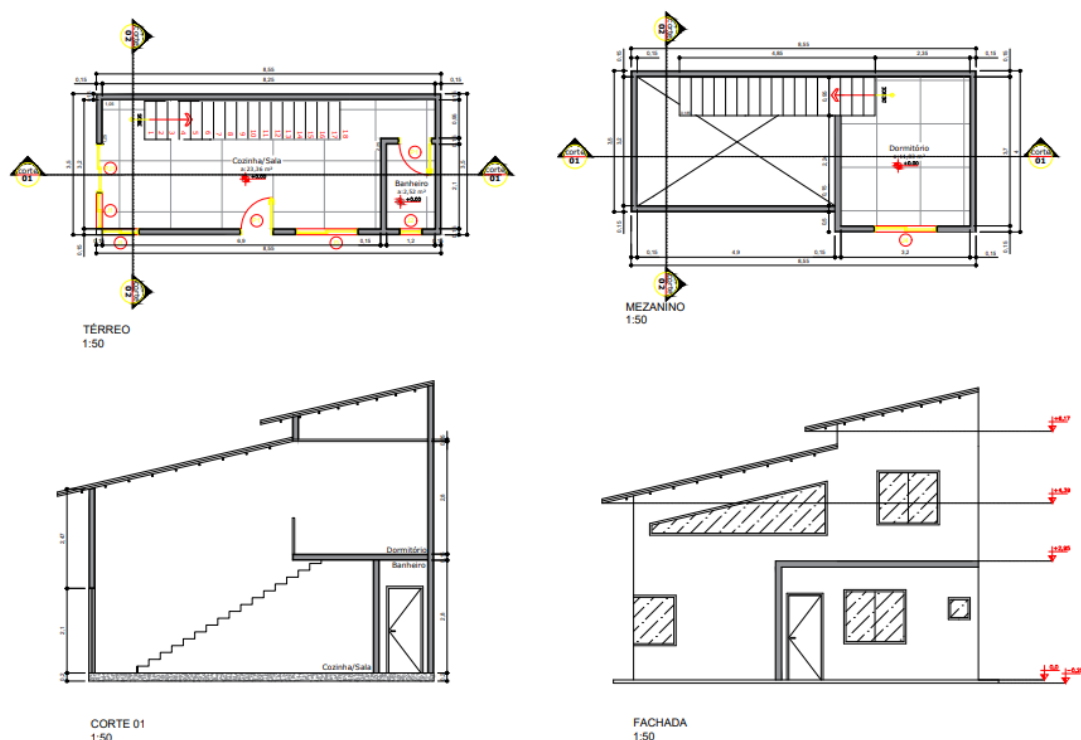
5.2 DEFINIÇÕES E HISTÓRICO DO AUTOCAD

O CAD (Computer Aided Design) ou desenho auxiliado por computador, foi desenvolvido pela Autodesk em 1982, foi um dos primeiros softwares a serem utilizados em computadores pessoais, e ainda é o software mais utilizado no mundo. Ele foi criado com o principal foco em desenhar peças e desenhos técnicos em duas e três dimensões, da mesma forma que seria possível realizar em pranchetas.

“O Autocad é bastante utilizado por engenheiros, arquitetos, projetistas, que trabalham com desenho, com diversos produtos em variadas áreas, tais como, indústria automobilística, engenharia, arquitetura, construção civil, entre outros. (Amariz L.C., 2017).”

Os projetos desenhados em CAD, se baseiam em vetores para que os desenhos sejam formados. Para representar uma parede são utilizadas duas linhas, e assim sucessivamente para os demais elementos da edificação. Contudo, os elementos desenhados não contêm informações ou parâmetros além das existentes no vetor, como comprimento e coordenadas.

Figura 1: Planta baixa, corte e fachada no AutoCAD



Fonte: AutoCAD, (2020).

Mesmo sendo de suma importância para o avanço tecnológico em desenvolvimento de projetos, o CAD apresenta dificuldade para a integração entre projetos, sendo utilizado o programa CAD 2D (MENEGARO; PICCININI, 2017). Desta forma, existe uma grande probabilidade de possíveis interferências analisadas entre os projetos, entre diferentes disciplinas, seja falha ou insuficiente (MONTEIRO, 2017). Com essa necessidade de melhor visualização de detalhes e maior identificação da edificação como um todo, está sendo suprida com novas ferramentas de modelagem, como o BIM.

5.3 DEFINIÇÕES E HISTÓRICO SOBRE BIM

Segundo Pires (2018), a ideia inicial do BIM foi apresentada ainda em 1975, por Charles M. Chuck Eastman, no AIA Jornal, em um trabalho conhecido como “Building Description System”. Conforme Pereira (2017), a metodologia BIM começou o seu desenvolvimento na década de 80, pelo arquiteto Jerry Laisern, especialista em tecnologia da informação, nos EUA na Universidade de Princeton. Mas a tecnologia passou a ser mais conhecida por volta de 2003, onde grandes companhias como a Autodesk, Bentley, Optira e Commonpoint, apresentaram à GSA (General Services Administration), em Seattle (EUA) durante Conferência de Construção, a modelagem em 3D parametrizada,

integrada com cronogramas e as análises energéticas das edificações. E foi com esta demonstração, que inspirou a adoção do BIM na construção civil nos EUA, resultando em larga escala a busca das empresas de projeto e construção pela nova tecnologia apresentada ao mercado (Pereira, 2017).

Apesar de atualmente ser amplamente utilizada no EUA, Inglaterra, entre outros, no Brasil essa disseminação ainda ocorre de forma lenta, em fase bastante preliminar. E o que dificulta ainda mais a sua utilização, são os problemas de interoperabilidade, que nada mais é, do que a troca de informações corretas entre os softwares (Martinez e Amorim, 2010).

Eastman et al. (2008) diz que a plataforma BIM não se trata apenas de um desenho 3D, mas sim de uma metodologia de trabalho onde engenheiros, arquitetos e construtores unem na concepção em modelo virtual, uma base de dados, constando as informações completas de seus projetos, como previsão das fases da construção, orçamentos, cálculos estruturais, parte elétrica, hidráulica e muitas outras disciplinas que envolvem um projeto.

No Brasil, o governo tem buscado incentivar a utilização de ferramentas que utilizem o conceito BIM por profissionais da construção civil. Tendo como principal exemplo, pode-se citar o decreto nº 9.377, que foi publicado em 17 de maio de 2018. Neste decreto,

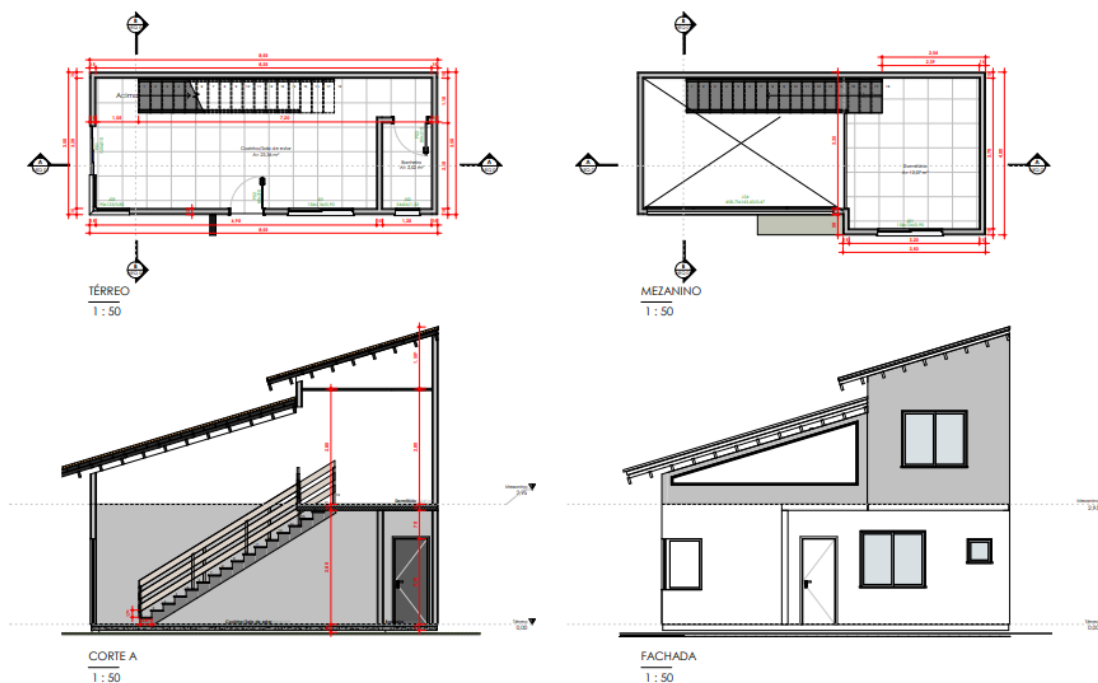
Entende-se o BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, como o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção. (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2018).

Com o BIM se torna possível que todos trabalhem ao mesmo tempo, facilitando a coordenação e comunicação entre os membros envolvidos no projeto, sem gerar problemas, pois a informação gerada por um dos operantes já é transmitida a todos de forma simples, levando mais precisão e reduzindo retrabalhos (Autodesk, 2015).

Qualquer elemento alterado no modelo em alguma das partes do desenvolvimento, o software altera o mesmo elemento automaticamente em todas as outras vistas em que ele aparece, isso acontece no seu próprio ambiente de trabalho e também em todos os profissionais que estão envolvidos e que possuem interesses envolvidos com estas alterações, e isso tudo acontece em tempo real, tornando o procedimento muito mais

prático e rápido, de tal forma que as informações permaneçam de acordo e consistentes, diminuindo as probabilidades de o trabalho ter que ser refeito, reuniões que não seriam necessárias, bem como deslocamentos desnecessários (Autodesk 2015).

Figura 2: Planta baixa, corte e fachada no Revit



Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Com a utilização da plataforma BIM para desenvolver projetos, evitam-se três riscos: informações que conflitam, informações erradas ou desatualizadas e a falta de informações. Assim com essa nova ferramenta de trabalho, mudanças significativas que podem proporcionar benefícios enormes, não somente na construção civil, mas visando o bem da sociedade em um todo, tendo que a proposta é de construções melhores, consumos mais baixos de energia, desde o seu desenvolvimento até o seu uso. (KENSEK e KUMAR, 2008).

5.3.1 Vantagens e desvantagens

Os benefícios do BIM são de ampla magnitude, quando comparados do da plataforma AutoCAD que tem sua metodologia em ambientes 2D e 3D, o BIM nós vamos até o ambiente 7D (Matos, 2014).

Abaixo, serão destacados os ambientes e suas funcionalidade de trabalho no BIM:

- 2D – Plantas baixas – Como no Autocad, são geradas as plantas baixas.

- 3D – Modelo colaborativo – São gerados ambientes tridimensionais, assim como no AutoCAD, mas com grande vantagem, pois identifica possíveis conflitos entre os projetos, como por exemplo o hidráulico dando conflito com o arquitetônico.
- 4D – Agendamento – Os elementos gráficos da edificação podem ser interligados ao cronograma da obra. De forma que o gestor possa acompanhar o desenvolvimento físico da construção, ver a obra sendo construída, como em um filme, podendo ser utilizado também para demonstração aos clientes, como mais um método de encantamento.
- 5D – Estimativas – Cada elemento incluso no projeto, pode ser vinculado aos custos da obra, assim cada parede, janela, porta, tudo que envolver a obra ficam interligados ao orçamento, qualquer modificação realizada o orçamento também será atualizado. Sendo uma das grandes vantagens da plataforma, tornando tudo mais preciso, evitando surpresas desagradáveis.
- 6D – Sustentabilidade – Pode-se obter estimativas de energia mais precisas e completas, ainda no início do projeto, permite também medições enquanto a construção está sendo desenvolvida, sendo possível escolher o método mais eficiente.
- 7D – Manutenção – Neste acontece o gerenciamento do ciclo de vida do bem em questão. Através do BIM 7D, é possível controlar os planos de manutenção, garantia de equipamentos, dados e até mesmo fotos. É entregue ao proprietário após a conclusão da obra, para que possa acompanhar e programar as manutenções necessárias.

Conforme exemplificado na figura 3, as ferramentas BIM visam abranger todas as etapas do ciclo de vida da edificação, da organização de necessidades até a reforma quando necessário. Estas ferramentas apresentam grande potencial de aproveitamentos em diversas áreas. Além do desenvolvimento dos projetos e documentações, pode ser utilizado no planejamento da construção bem como em projetos de fabricação (FLACH, 2017).

Figura 3: Ciclo de vida BIM

Fonte: adaptado de Herden, (2017).

A figura acima mostra o BIM em todo o ciclo de vida do empreendimento. No início do ciclo (1D, 2D e 3D) pode-se ver a fase de projeto: planejamento, projeto conceitual (estudos de viabilidade e preliminares), desenvolvimento de projetos, análises e por último a documentação do empreendimento. Na segunda parte, já pode ser ver a fase de construção, tempo e custos (4D e 5D), que são os cronogramas físicos financeiros e orçamentos, como também a fabricação dos materiais e execução da obra. E por fim, a operação, manutenção e reforma (6D e 7D), onde reinicia o ciclo com a demolição e renovação.

Com o uso da plataforma BIM as vantagens podem ser apresentadas em todo o ciclo de vida da edificação, iniciando com os estudos e análises de viabilidade, até a manutenção ou demolição do edifício. Utilizando a plataforma, ela lhe permite uma construção virtual do projeto, bem como a simulação da edificação pronta em 3D, lhe entregando informações seguras, e por tais motivos, é possível viabilizar a economia de tempo e dinheiro (Aparecida, 2018).

As principais vantagens a serem citadas, segundo Pereira (2017), são:

- a) Diminuição de erros de desenho;

- b) Facilidade nas modificações de projeto as quais são realizadas automaticamente em todo o modelo;
- c) Construção mais econômica e consistente;
- d) Mais ajustes na execução;
- e) Quantitativos de materiais mais precisos;
- f) Visualização 3D da estrutura;
- g) Melhor compreensão visual do projeto;
- h) Melhor preparação do projeto;
- i) Modelação de objetos com definição das suas propriedades físicas;
- j) Facilidade na obtenção de documentos de construção (plantas, cortes, detalhes, entre outros);
- k) A estrutura é modelada uma única vez, podendo ser usada nas várias especialidades e fases do projeto;
- l) Consolidação da informação do projeto apenas num único ficheiro informático;
- m) Elevado nível da produtividade;
- n) Facilidade de concepção e percepção das várias fases de construção;
- o) Simplifica intervenções futuras no projeto.

Como outro benefício que também pode ser citado, é quando se referimos aos levantamentos de quantitativo, que na ferramenta BIM ele gera automaticamente, obtendo um ganho de tempo significativo no planeamento e no processo de orçamentos. E se houver uma modelagem bem feita, com todas as informações necessárias, as incoerências e conflitos podem ser eliminados todos ainda na fase de projeto, proporcionando quantitativos mais confiáveis e precisos, e fazendo com que todas as informações para um bom desempenho da obra chegue até a mesma (Marinho, 2017).

Pereira (2017) apresenta também algumas desvantagens para a aplicação desse sistema, sendo elas:

- a) Necessidade de aquisição de software;
- b) Mudança de mentalidades;
- c) Necessidade de formação dos futuros utilizadores;
- d) Necessidade de computadores mais potentes e com mais memória.

Silva e Comparim (2016) de forma semelhante apontam como desvantagens:

- e) Custo inicial elevado para aquisição dos programas;

- f) Ainda há poucos clientes que pagam pelo serviço;
- g) Falta de comunicação com os softwares de projetos complementares;
- h) Poucos profissionais habilitados para a elaboração de projetos em 3D.

5.3.2 O funcionamento do BIM na construção civil

A cerca de 12 anos, a tecnologia BIM tinha sua chegada no Brasil, sendo bastante necessária e claro os motivos da sua implementação, contudo, o mercado ainda apresenta resistência e falta de conhecimento sobre tal assunto, até mesmo o desinteresse, especialmente quando é citada financeiramente, tendo em vista que deverá ser investido altos valores para se obter e implantar a tecnologia (Grupo pet civil UFC, 2015).

Com a sua chegada, se iniciou debates e discussões a respeito das dificuldades que viriam junto com essa nova tecnologia, como o valor de investimento, falta de mão de obra qualificada, os desenhos brasileiros que não seguiam um padrão, tudo da mesma forma quando o AutoCAD foi implementado no Brasil. No início também não foi fácil, mas com o passar dos anos, com qualificações e treinamentos os profissionais foram se aperfeiçoando, chegando ao ponto que se encontra o AutoCAD hoje (Grupo pet civil UFC, 2015).

Porém as dificuldades se tornam pequenas tendo uma significativa amostra do mercado que vem se mobilizando e obtendo resultados magníficos, com isso ocorreu um grande avanço na qualificação da mão de obra, principalmente pela presença de jovens, estudantes de engenharia e arquitetura, além dos novos profissionais que estão cada vez mais se atualizando no mercado de trabalho, mas ainda existem os profissionais que estão a mais tempo no mercado de trabalho que ainda relutam em adotar novas tecnologias.

Já existem alguns fabricantes e fornecedores de materiais utilizados na construção, como Deca, Tigre, Docol, Pormade e outras indústrias, já criaram e disponibilizaram suas bibliotecas, impulsionando e incentivando as empresas a também fazerem. Algumas entidades do governo também visam acompanhar esta tecnologia, como por exemplo a ABNT, que está desenvolvendo novas normas técnicas, que de sete partes, quatro já estão encaminhadas, além da ABNT, o DNIT já solicita que os projetos sejam desenvolvidos na plataforma BIM, fazendo com que os profissionais busquem se adequar as exigências, beneficiando tanto que irá receber os projetos, bem como os profissionais que estarão melhorando cada vez mais para o mercado (Grupo pet civil UFC, 2015).

É evidente os benefícios que a plataforma BIM ocasiona para a indústria da AEC, sendo nos projetos, desenvolvimento, prevenção e manutenções futuras, visto que todas as áreas envolvidas pela construção civil se beneficiam com a implantação desta tecnologia, trazendo novos negócios, evolução e agilidade nos projetos bem como na construção. A cada ano que passa é visível as inovações que acontecem, e no mercado da construção civil não é diferente, cada vez mais tem se tornado muito competitivo, e ao Brasil case se adequar para acompanhar o desenvolvimento em um plano mundial.

5.4 FERRAMENTAS BIM DISPONÍVEIS NO MERCADO

Com a evolução das tecnologias, a popularização da tecnologia BIM está cada vez maior, existindo uma imensa variedade de softwares que envolvem essa plataforma, sendo cada um específico para cada fase do projeto. A organização internacional, *Building Smart*, tem por objetivo melhorar a troca de informações entre os aplicativos dos softwares utilizados no desenvolvimento dos projetos, onde a mesma define que para ser considerado BIM, a aplicação deve importar ou exportar em formato IFC (Industry Foundation Classes) (Pires, 2018). Segundo PIRES 2018, alguns dos principais softwares são:

- a) Revit (Autodesk): modelagem, compatibilização e quantitativos;
- b) ArchiCAD (GRAPHISOFT): modelagem, compatibilização e quantitativos;
- c) AECOSim Building Designer (Bentley Systems): modelagem e quantitativos;
- d) Vectorworks (NEMETSCHEK): modelagem e quantitativos;
- e) TeklaStructure (Trimble): modelagem; detalhamento; estrutural e quantitativos;
- f) SolibriModel Checker (NEMETSCHEK): compatibilização e quantitativos;
- g) Tekla BIM Sight (Trimble): compatibilização;
- h) Navisworks (Autodesk): planejamento, compatibilização e quantitativos;
- i) Synchro pro (Bentley Systems): planejamento;
- j) Vico Office (Trimble): planejamento e orçamento;
- k) ArchiBUS (ArchiBUS): operação e manutenção.

Sendo o programa mais conhecido do mercado, o Revit, foi introduzido pela Autodesk em 2002. Ele é uma família de produtos integrados, incluindo o Revit Architecture, Revit Structure e Revit MEP (Perini, 2017).

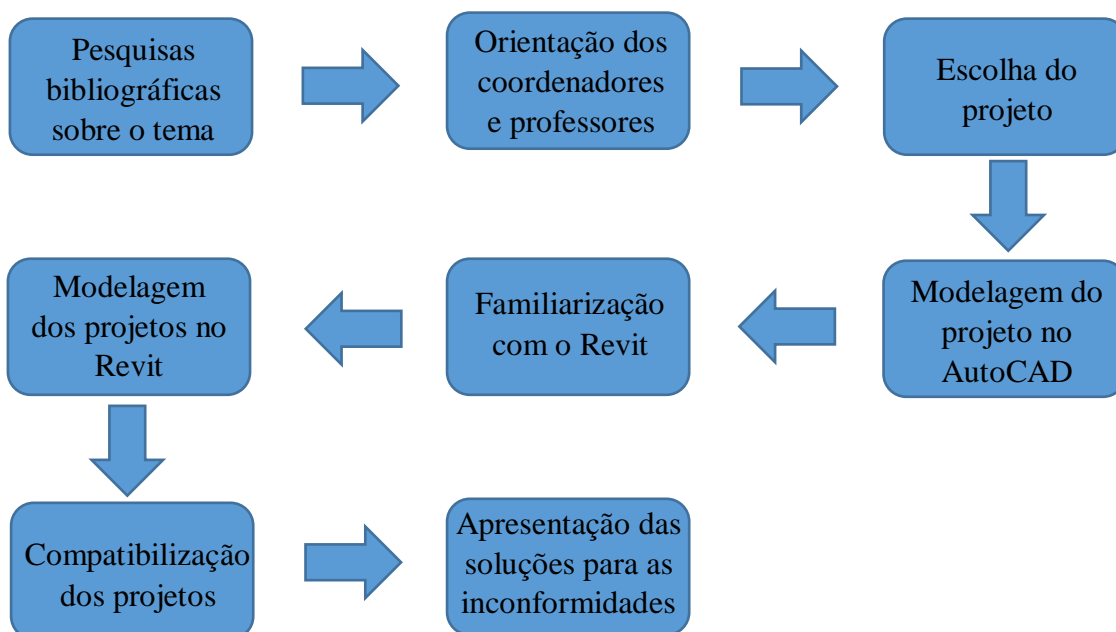
6. METODOLOGIA

Neste trabalho a metodologia adotada consiste na analogia entre dois softwares, AutoCAD e Revit, visando identificar as vantagens e desvantagens de cada um, bem como a realização da modelagem de um projeto residencial unifamiliar de 42,88m², visando detectar incompatibilidades entre as disciplinas: arquitetônico, estrutural e sanitário, fazendo uso da tecnologia BIM.

6.1 ETAPAS DO TRABALHO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar um comparativo do mesmo projeto desenvolvido em duas plataformas diferentes, sendo uma no software AutoCAD e a outra no software também da Autodesk, o Revit, visando evidenciar inúmeras vantagens em modelar em uma plataforma que faz uso da tecnologia BIM. Outro tópico a ser destacado, é demonstrar a importância da compatibilização, quando realizada ainda no início, nas fases projetuais, onde problemas que aconteceriam durante a execução da obra, já podem ser previstos e solucionados quando detectados na compatibilização.

Figura 4: Etapas do trabalho



Fonte: O autor, (2020).

Este trabalho foi desenvolvido em quatro principais etapas, tendo início através de pesquisas bibliográficas em artigos e trabalhos científicos relacionados ao mesmo tema. Em seguida, após obter conhecimento sobre o tema, foi feita a escolha do projeto o qual seria desenvolvido e estudado, sendo o mesmo cedido para métricas de estudo pela engenheira responsável do estágio, o qual se refere a uma residência unifamiliar, de 42,88m², residência qual ficará localizada no município de Lages (SC).

A segunda etapa, compreende em realizar a modelagem do projeto arquitetônico na plataforma AutoCAD, em seguida, a familiarização e aprendizagem do software Revit para o desenvolvimento do projeto nesta plataforma. Após o desenvolvimento dos projetos em ambas as plataformas, iniciamos a terceira fase, a qual está relacionada a utilização do software para a compatibilização do projeto arquitetônico, estrutural e sanitário, onde pretende-se encontrar as possíveis falhas de interferências entre os projetos.

A última etapa consiste em verificar as inconformidades encontradas na compatibilização e apresentar meios para solucioná-las, objetivando assim, mostrar as vantagens por se utilizar o software Revit, bem como a importância da compatibilização de projetos para obras mesmo de pequeno porte, com o intuito de propagar a prática e diminuir custos, retrabalhos e aumentar significativamente a qualidade das obras.

6.2 O SOFTWARE UTILIZADO - REVIT

Entre os diversos softwares que utilizam a tecnologia BIM, neste trabalho foi escolhido o Revit, versão 2017, pertencente a Autodesk, se mostrando como uma nova concepção do software AutoCAD.

Segundo VOLPATO (2015), o Revit foi criado em 1997 pelos principais desenvolvedores da PTC – Parametric Technology Corporation -, sendo inicialmente desenvolvido especificamente para projetos arquitetônicos com a pretensão de permitir a profissionais projetar e documentar edifícios através da criação de um modelo paramétrico tridimensional que contenha informações geométricas e não geométricas do desenho e da construção – o que posteriormente passaria a ser conhecido como Building Information Modeling. No ano de 2002, a Autodesk comprou a Massachusetts-based

Revit Technologies Corporation, e através de muita pesquisa desenvolveu melhorias ao software.

Ele foi desenvolvido, seguindo a “Modelagem de Informação da Construção”, tendo como base os objetos em 3D, possibilitando a realização de projetos com níveis de detalhamentos ainda mais completos, permitindo que todas as fases de projetos possam ser representadas e desenhadas dentro do mesmo software. O Revit é um aplicativo individual, onde tem recursos para projetos de engenharia, arquitetura e construção, onde através do mesmo é possível realizar a troca de informações dentro do próprio software, durante o desenvolvimento de projetos, entre diversos participantes, isso só é possível por ter um modelo central como forma de armazenamento de dados. Ele se destaca pois com a utilização do mesmo, o prazo de entrega dos projetos pode ser reduzido, tendo em vista que o processo fica mais rápido e evitando retrabalhos.

6.2.1 O funcionamento do Revit

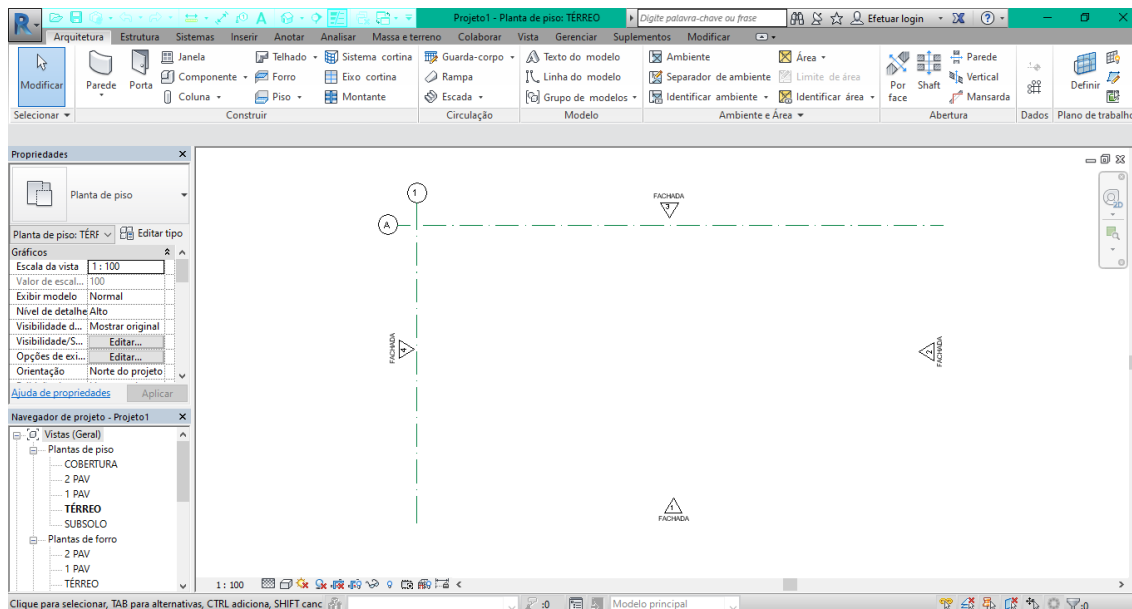
O Revit é um software da Autodesk que faz uso da tecnologia BIM. Possui design de projeto de engenharia e arquitetura, em um sistema completo que suporta todas as fases de processo. De forma mais ampla, no Revit encontra-se uma plataforma completa, onde compreende projetos de arquitetura, engenharia, construção em 3D, onde o profissional já consegue visualizar o projeto em um todo, com possíveis falhas e conflitos.

A plataforma BIM, vista em softwares paramétricos como o Revit, tem a disponibilidade instantânea e contínua de referências e informações com qualidade e confiabilidade integradas ao projeto.

“Modelo paramétrico é uma representação computacional de um objeto construído com entidades, geralmente geométricas, que possuem atributos que são fixos e outros variáveis. Atributos fixos são aqueles que podem ser controladas, atributos variáveis podem ser representados por parâmetros e regras, permitindo que os objetos sejam ajustáveis, conforme o usuário.”
Hernandez (2006).

Os profissionais que fazem uso deste software já têm uma vantagem competitiva de início, passando a fornecer projetos com qualidade superior, facilitando engenheiros e toda a equipe a terem uma maior comunicação em todos os processos do projeto.

Figura 5: Interface Revit 2017



Fonte: Autodesk Revit, (2020).

O que no AutoCAD seriam blocos, no Revit são famílias de componentes, divididos em objetos construtivos, como paredes, pisos, telhados, coberturas e tudo que envolve a construção, mas com uma grande diferença em relação ao AutoCAD, não se trata apenas de desenhos, em cada componente é possível manipular, quando é modificado em uma vista, ele se estende a todo o projeto, além disso, é possível agregar valores, informações como o fabricante, os materiais empregados, quantidades, dimensões e todas as informações que sejam pertinentes ao projeto.

Outra grande vantagem do Revit, é que quando modificações são realizadas, todos que estão envolvidos no mesmo projeto, conseguem visualizar em tempo real tais modificações, independentemente do local em que se encontram, necessitando apenas de acesso à internet, com isso os problemas com compatibilidade e conflitos entre as disciplinas, como o arquitetônico com o hidráulico, estrutural com o elétrico, reduzem em um nível bem significativo, melhorando a qualidade dos projetos, e diminuindo o tempo de desenvolvimento.

Também é possível se obter tabelas de quantitativos e custos dentro do próprio Revit, quando são inseridas ou modificadas as informações as tabelas já são geradas

automaticamente. Um bom exemplo é encontrado quando inserimos as portas e janelas, as tabelas são geradas com todas as informações que constam naquele material, tais como, dimensões, fabricante, valores, e é possível se obter também as tabelas de alvenarias, onde através delas já podemos calcular quantidades necessárias de argamassa, tijolos, revestimentos, para determinada área. Evitando a falta de informação ou de comunicação entre proprietários e funcionários envolvidos no projeto.

Entre inúmeras vantagens e benefícios obtidos com o Revit, o estudo solar também se destaca entre elas, onde de forma real, com dados reais, dia e horários, é possível realizar onde terá a maior incidência em cada época do ano, visando o conforto de cada ambiente projetado.

6.3 ANALOGIA ENTRE AS TECNOLOGIAS CAD E BIM

De forma clara é possível diferenciar as duas tecnologias, CAD e BIM, principalmente pelos seus métodos de aplicação. Onde na plataforma CAD, os desenhos são gerados através de linhas, arcos e polígonos, sem informação que acrescentem além da sua representatividade, dificultando assim o processo de quantificação e definição de cada componente como elementos construtivos.

Conforme Marinho (2017), “no CAD todos os desenhos são direcionados através de coordenadas geométricas, que quando se unem representam elementos diversos, entre eles, paredes, vigas, lajes, entre outros, entretanto sempre que for necessário fazer qualquer alteração em algum dos elementos, todas as outras vistas que estejam este mesmo elemento, as alterações deverão ser feitas todas de forma manual, requerendo em retrabalhos e grande quantidade de tempo disponibilizado somente para tais alterações.”

O BIM faz uso de elementos de geometrias construtivas em três dimensões, onde cada elemento possui uma identidade, com informações e atributos, como exemplo, uma parede. Com isso os desenhos realizados na plataforma BIM, possuem informações bem mais completas e precisas, em maiores quantidades, do que os desenhos desenvolvidos em CAD. Além disso, o BIM faz uso da modelagem paramétrica, com isso, quando uma alteração é realizada em algum elemento dentro do projeto, o modelo por completo é atualizado, sem a necessidade de as alterações ocorrerem de forma manual, obtendo – se assim um ganho de tempo significativo.

Através de um estudo realizado por Campos Neto, Taveira e Moreau (2017) a respeito das duas plataformas, pode-se observar as vantagens e desvantagens de cada um. O estudo teve por objetivo avaliar as diferenças entre projetar nas duas plataformas. Para que isso fosse possível, o mesmo projeto foi desenvolvido em ambas as plataformas, visando demonstrar as melhores características no desenvolvimento e resultado final, distinguindo as facilidades, dificuldades, manuseio, ferramentas disponíveis, interface.

Após o desenvolvimento dos projetos em ambas as plataformas, os autores concluíram que os dois métodos apresentam vantagens e desvantagens, deixando a critério de cada profissional avaliar a situação, em qual ele se familiariza melhor, o potencial de investimento disponível a isso, deixando a escolha do software que irá atender as necessidades.

Marinho (2017) também realizou um estudo, onde fez uma análise comparativa entre as tecnologias, CAD e BIM, com o levantamento de quantitativos para elaboração de orçamentos entre uma residência unifamiliar e um prédio residencial, envolvendo as etapas de fundação, estrutura, alvenaria e acabamentos. Com a utilização do método BIM, com o software Revit, os quantitativos levantados apresentaram porcentagens menores do que se fossem realizados de forma manual com o auxílio do software CAD, representando diferenças no orçamento na faixa de três mil reais na residência unifamiliar e cerca de trezentos mil reais no prédio residencial. Sendo assim, é possível concluir que mesmo em obras de pequeno porte o impacto no orçamento se torna bem significativo.

Ainda foi observado o tempo em relação ao levantamento de dados, com o BIM o processo apresentou maior agilidade, por realizar tudo automaticamente, além da precisão e facilidade dos resultados obtidos. Tendo como vantagem também a identificação automática, de falhas e interferências. Como desvantagem, pode ser citado a necessidade de amplo conhecimento e familiaridade com o software, para que o processo construtivo seja modelado de forma correta (Marinho, 2017).

O Revit quando comparado com o tradicional AutoCAD, apresenta uma visualização de projeto muito mais completa, com riqueza de detalhes, ao ter a possibilidade de visualizar a construção em 3D em diversos ângulos diferentes, com cada item necessário, além de o fato que se for necessário fazer uma remodelagem ou resolução de algum conflito, ela pode ser solucionada no mesmo instante.

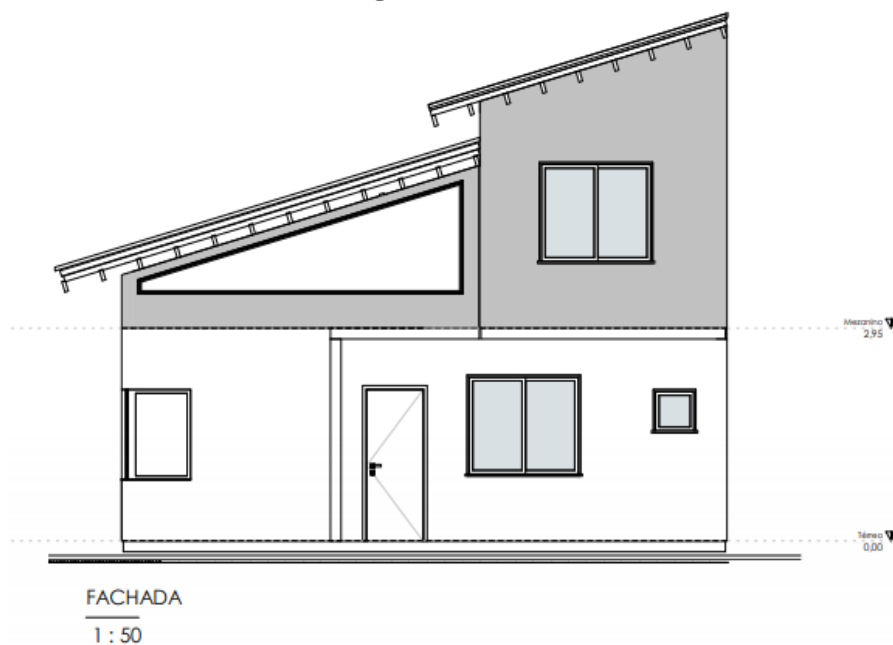
Assim Marinho (2017), com seu estudo pode concluir que mesmo com os investimentos altos e conhecimento do software precisarem ser em um níveis maiores, o uso da tecnologia BIM apresenta inúmeras vantagens, como a diminuição de erros, conseqüentemente, a diminuição de desperdícios de materiais nas obras, apresentando orçamentos mais enxutos e adequados, bem como, a diminuição de planejamento e prazo da obra.

Tendo isso, foi observado entre todos os estudos citados, que a utilização da tecnologia BIM, traz inúmeras vantagens e benefícios para quem realiza seus projetos com esta plataforma, quando a mesma é comparada com a tecnologia CAD. Mesmo o AutoCAD sendo o software mais utilizado para o desenvolvimento dessas etapas, o Revit tem chamado a atenção dos profissionais que ainda não o utilizam, pois apresenta muitos benefícios, visando diminuir os custos, desperdícios, erros e falhas, sendo pontos de busca inerente a melhoras. Sendo encontrada apenas como desvantagem o quesito do alto investimento e dos conhecimentos técnicos que precisam ser aprimorados, podendo também serem minimizados quando comparada na melhoria da produtividade e redução de custos.

6.4 CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS

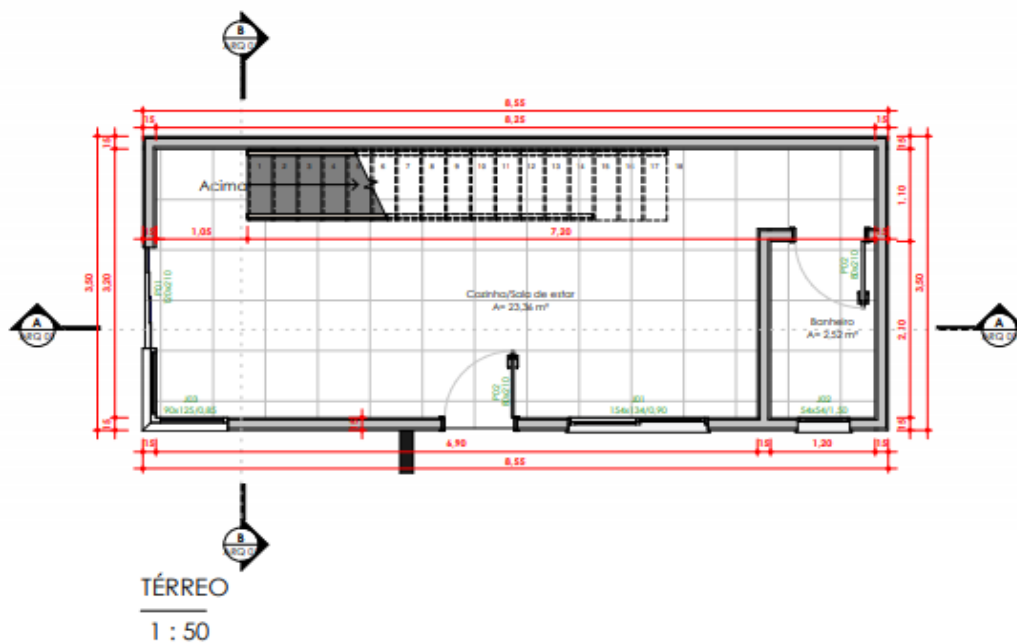
6.4.1 Projeto Arquitetônico

O projeto em estudo é de uma edificação com área de 42,88m². O pavimento térreo possui 29,92 m² e o pavimento superior dispõe de 12,96 m² de área. O projeto foi desenvolvido pela engenheira conforme as exigências e necessidades dos clientes, afim de atender as expectativas desejadas.

Figura 6: Fachada

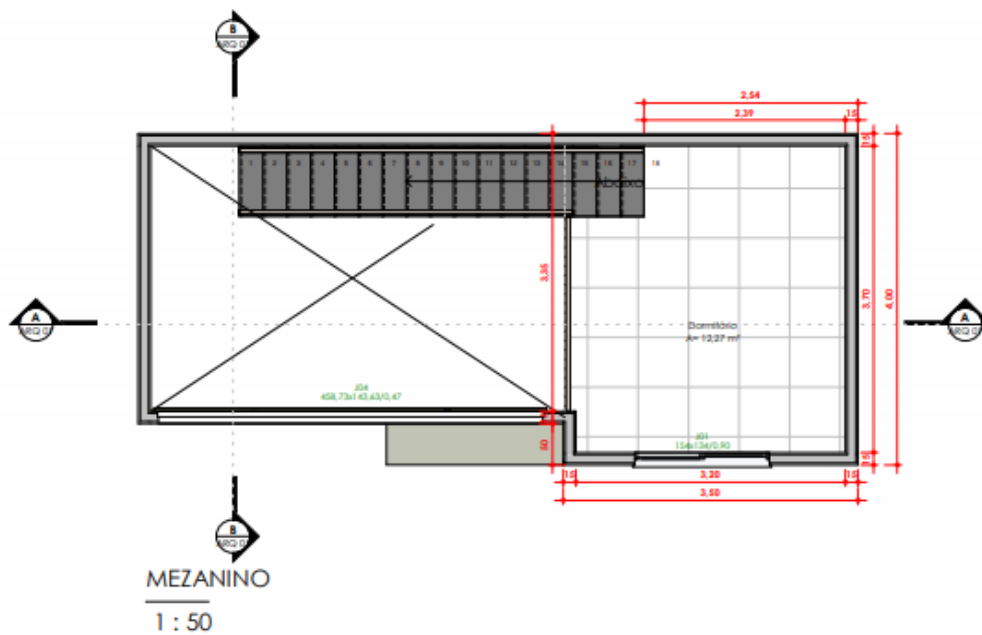
Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

O pavimento térreo conforme mostra a figura 7, contempla os seguintes ambientes: cozinha integrada com a sala de estar, lavanderia e banheiro.

Figura 7: Planta baixa Térreo

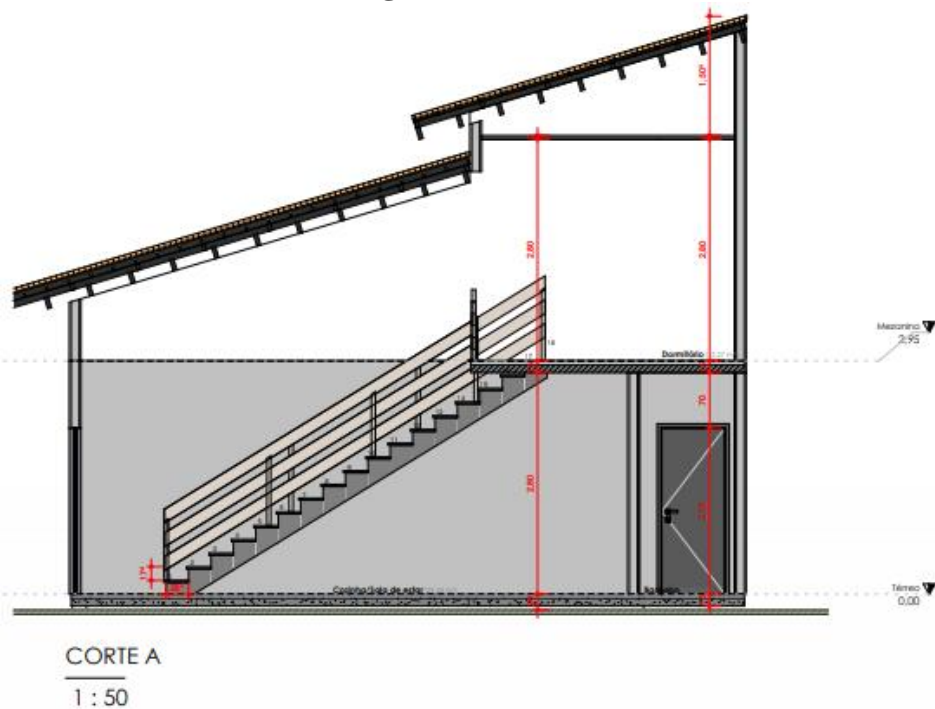
Fonte: Autodesk Revit, (2020).

O pavimento superior ilustrado na figura 8, conta com o mezanino, que atualmente será utilizado como dormitório.

Figura 8: Planta baixa Mezanino

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

No corta A, representado na figura 9, temos a vista lateral da escada de acesso ao mezanino, bem como o espaço logo a baixo da escada que ficará a lavanderia e a porta de acesso ao banheiro.

Figura 9: Corte A.

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Na figura 10, temos o corte B, que ilustra a vista de forma lateral da residência, apresentando os níveis de cada pavimento e também a cobertura.

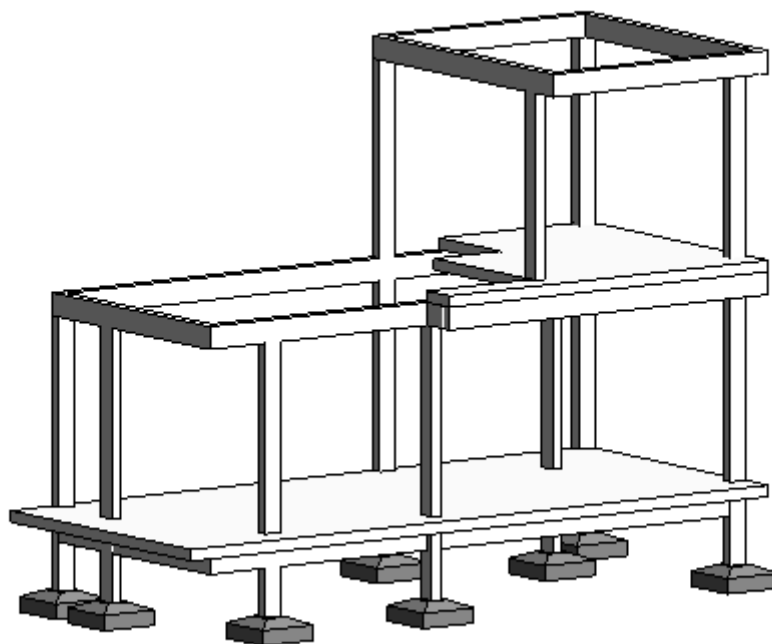
Figura 10: Corte B.



Fonte: Autodesk Revit, (2020).

6.4.2 Projeto estrutural

O projeto foi realizado após a aprovação do projeto arquitetônico, sendo utilizado o software Revit para a modelagem do mesmo a partir de um vínculo. Sendo assim, é possível incluir elementos sem que ocorra alteração nos dados já existentes, após a importação do vínculo, deu-se início a locação dos elementos estruturais.

Figura 11: Projeto Estrutural

Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

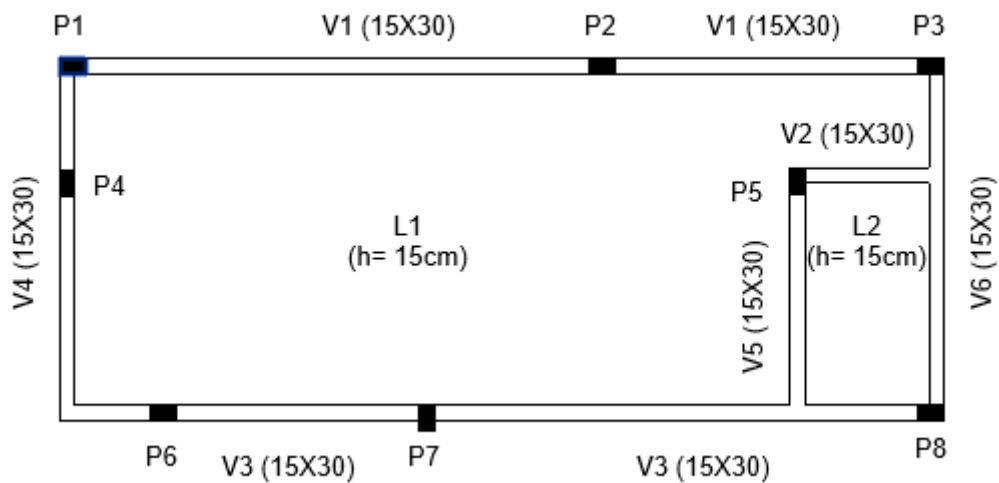
Os itens que compõem essa estrutura são:

1. Sapatas
2. Pilares
3. Vigas
4. Lajes

- 1) Sapata: fundação mais comum em residências unifamiliares. Trata-se de uma fundação superficial direta.
- 2) Pilares: elementos estruturais verticais existentes com intenção de receber os esforços das vigas e lajes e transmiti-los á fundação: neste caso, as sapatas.
- 3) Vigas: elementos estruturais horizontais, nos quais recebem os esforços provenientes das lajes ou de outros pilares (neste caso, chamadas de vigas de transição).
- 4) Lajes: são elementos horizontais e planos responsáveis por formar os pavimentos. Podem ser projetadas para receberem carga de ocupação ou podem possuir apenas a função de cobertura.

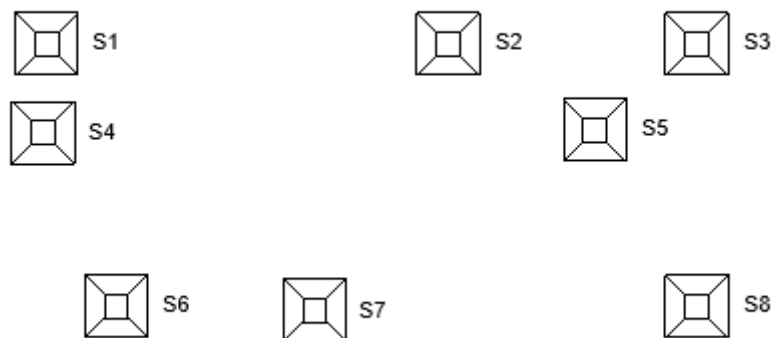
Na estrutura a qual foi realizada todos os pilares possuem seção transversal, as vigas também têm seção transversal e as lajes são pré-moldadas. Nas imagens 12 e 13 a seguir temos a representação de parte do processo, com a locação das vigas, pilares e sapatas.

Figura 12: Planta baixa vigas e pilares



Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Figura 13: Planta baixa sapatas



Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Na tabela abaixo temos a composição estrutural utilizada no projeto desenvolvido, com medidas e quantidades.

Tabela 1: Composição estrutural

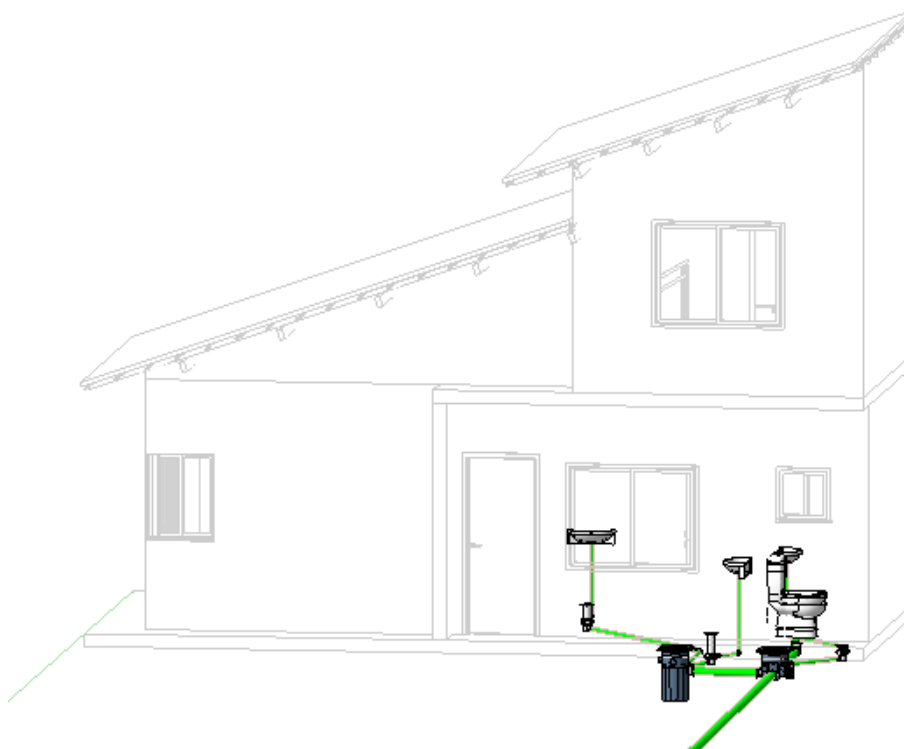
COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL	
Componente (cm)	Total
Sapata 80x80	8 pç
Pilares 15x25	9 pç
Vigas 15x30	19 pç
Laje	3 pç

Fonte: O autor, (2020).

6.4.3 Projeto sanitário

Após ter finalizado a modelagem dos projetos arquitetônico e estrutural, deu-se início a modelagem do projeto sanitário da residência unifamiliar. O qual foi utilizado um novo template do Revit, tendo como base o vínculo arquitetônico deste mesmo projeto.

A figura 14 demonstra como é o vínculo arquitetônico quando é realizada a exportação para outro template para efetuar a modelagem de outra disciplina.

Figura 14: Projeto Sanitário

Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

O projeto sanitário da residência unifamiliar foi composto dos seguintes elementos:

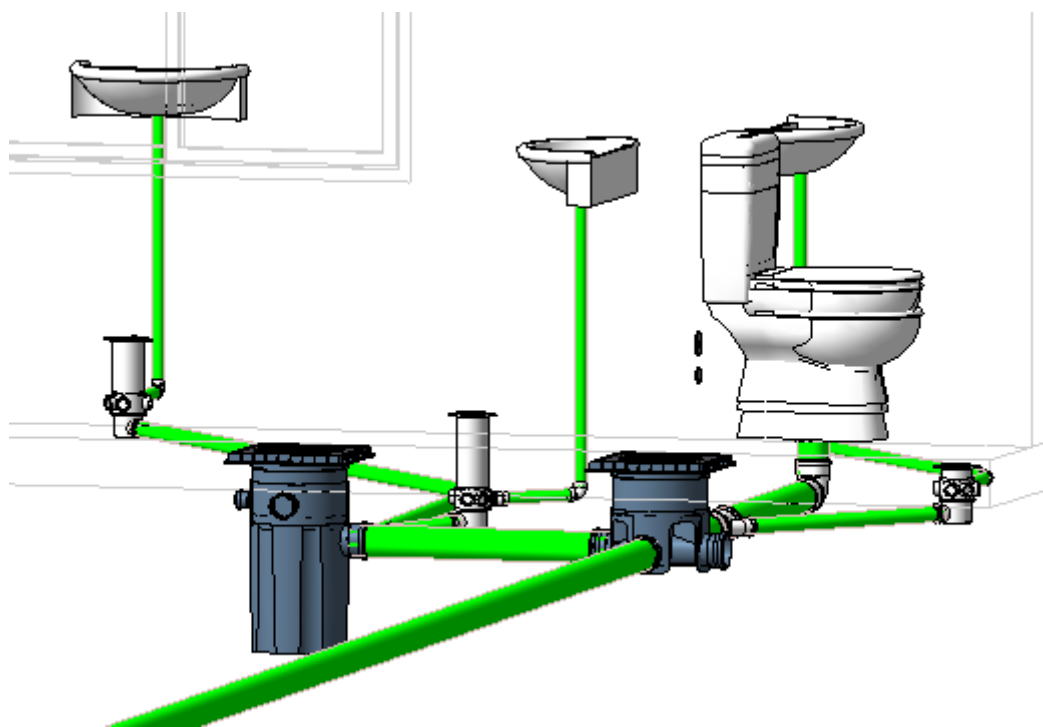
1. Tubos de PVC série normal
 2. Acessórios e conexões de tubos
 3. Caixa de gordura
 4. Caixa de inspeção
 5. Válvula de retenção
-
- 1) Tubos de PVC: Os tubos de PVC para esgoto conduzem os efluentes dos aparelhos sanitários, inclusive das bacias sanitárias e mictórios da instalação predial de esgoto e ventilação.
 - 2) Acessórios e conexões de tubos: No geral, os acessórios e conexões de tubulação servem para dar sequências aos tubos, sendo mudança de sentido as adaptações dependendo da situação, como mudança de diâmetro.
 - 3) Caixa de gordura: A caixa de gordura serve para receber a gordura proveniente da cozinha, que por ser menos densa que a água sobe para a superfície e a água pode passar livremente para o esgoto.

- 4) Caixa de inspeção: A caixa de inspeção serve para fazer a manutenção da rede de esgoto, que ajuda a detectar possíveis entupimentos e outras obstruções da rede.

Cada elemento é essencial para realizar um projeto sanitário, sendo que os componentes citados na lista, já estão inclusos nas bibliotecas do Revit MEP (Mecânica, elétrica e hidrossanitário). Sendo assim, definiu-se os devidos locais de uso dos mesmos e ocorreu a modelagem.

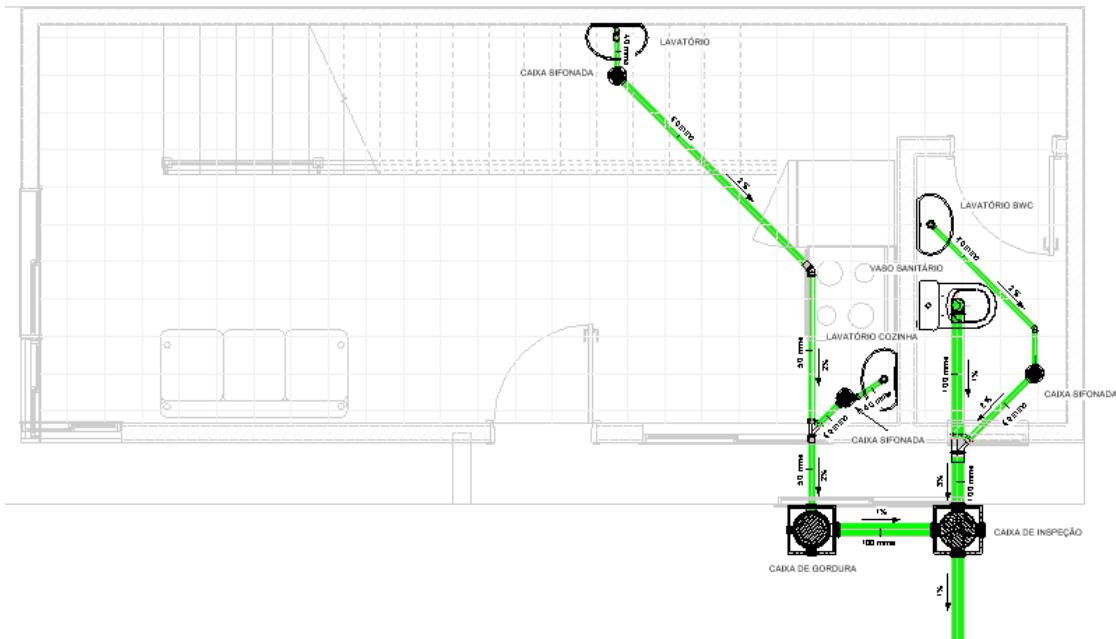
Nas figuras 15 a 18 estão demonstradas o projeto sanitário desenvolvido dentro do software Revit, com o vínculo do projeto arquitetônico, deixando todas as ligações e tubulações nos devidos lugares conforme já foi pré-estabelecido.

Figura 15: Projeto Sanitário



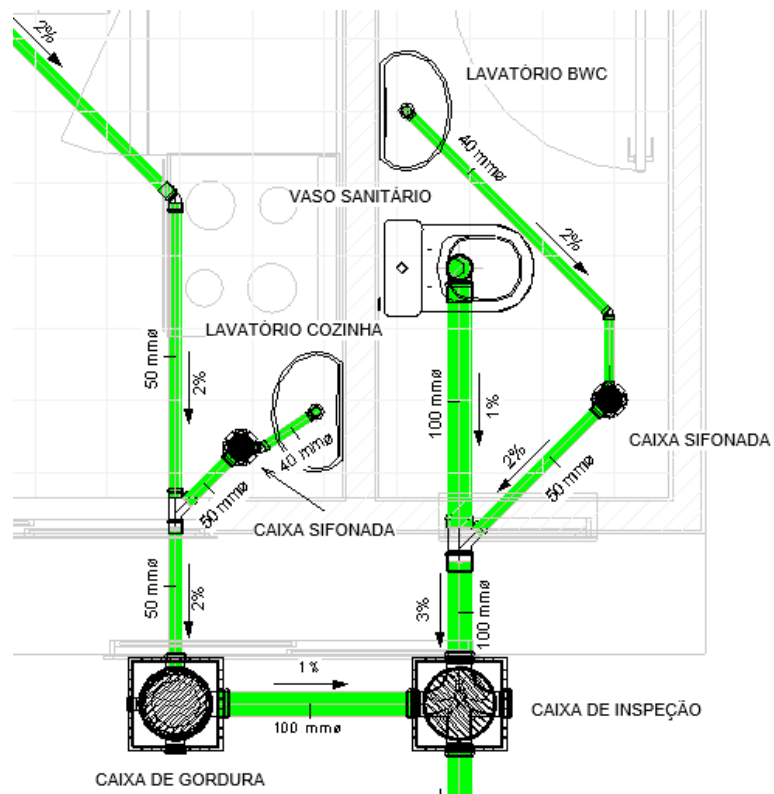
Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Figura 16: Planta baixa projeto sanitário

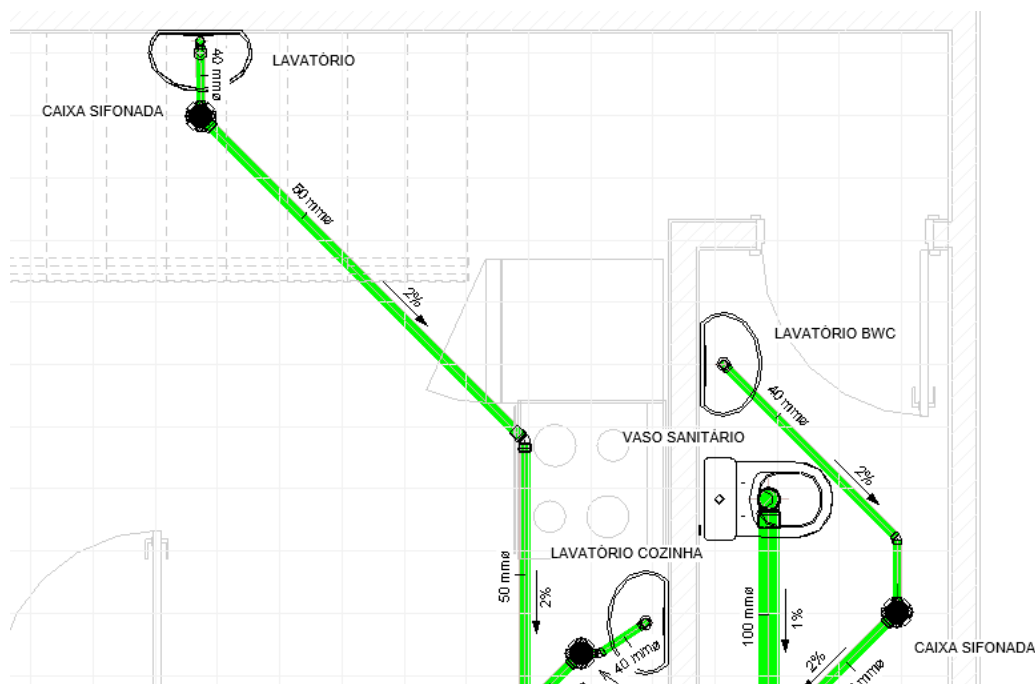


Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Figura 17: Planta baixa projeto sanitário



Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Figura 18: Planta baixa projeto sanitário

Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Como o software Revit faz uso da parametrização e possui componentes da tecnologia BIM, obteve-se a geração de quantitativos de tubos e conexões para o projeto, onde o próprio software identifica quais serão necessários, conforme as tabelas 2 e 3, contendo dimensões, tipo, comprimento, facilitando a parte orçamentária bem como na hora de realizar a compra de materiais, gerando economia e que aconteça a falta de algum produto

Tabela 2: Tubos

<Tabela de Tubos>		
A	B	C
Tipo	Diâmetro	Comprimento (m)
PVC - Esgoto - Série Normal Tigre		
PVC - Esgoto - Série Normal Tigre	40.0 mm	4.59 m
PVC - Esgoto - Série Normal Tigre	50.0 mm	4.94 m
PVC - Esgoto - Série Normal Tigre	100.0 mm	30.30 m

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Tabela 3: Conexões de tubos

<Tabela de conexões de tubo>		
A	B	C
Contador	Tigre: Descrição	Tigre: Sistema
1	Joelho 45° 50mm,	Esgoto
1	Luva Simples 50m	Esgoto
1	Junção Simples 50	Esgoto
1	Luva Simples 50m	Esgoto
1	Joelho 90° 40mm,	Esgoto
1	Produto Inexistente	Esgoto
1	Joelho 90° 40mm,	Esgoto
1	Joelho 90° 40mm,	Esgoto
1	Joelho 90° 100mm,	Esgoto
1	Luva Simples 100m	Esgoto
1	Junção Simples 10	Esgoto
1	Luva Simples 100m	Esgoto
1	Joelho 45° 40mm,	Esgoto

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

6.7 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A engenharia segue em busca de soluções inovadoras para os projetos, produtos e processos que seja possível atender as necessidades de seus clientes. Sendo fundamental considerar as ascendências dos problemas, para que assim possam ser solucionados ainda na fase de projeto, fazendo com que as empresas ou empreiteiras que irão executar tal obra, caminhem juntas. Desta forma, com a análise de possíveis falhas encontradas ainda no início a qualidade do produto final, bem como a execução e suas etapas ficarão cada vez melhores.

A compatibilização de projetos consiste em sobrepor os projetos com objetivo de localizar conflitos. Pois todas as edificações, mesmo que de pequeno porte, exigem projetos como estrutural, hidrossanitário, elétrico, arquitetônico, entre outros. E normalmente esses projetos são desenvolvidos por profissionais diferentes, o que pode ocasionar conflitos entre eles.

Com a compatibilização de projetos, é possível analisar diversos projetos que fazem parte para a construção de uma obra, sendo eles, arquitetônico, estrutural, instalações, ar condicionado, gesso, entre outros, sempre com a finalidade de encontrar e solucionar interferências. Em grande parte, os projetos são realizados por profissionais diferentes, e se não houver a troca de informações, a probabilidade de acontecerem

conflitos nos projetos ficam ainda maiores, sendo normalmente encontrados na hora da execução, ocasionando mudanças de última hora, bem como o retrabalho.

Conforme Rodriguez (2005), a compatibilização de projetos fundamenta-se na análise, verificação e correções das interferências físicas, buscando diferentes meios para solucionar as interferências encontradas no projeto.

Através da compatibilização e ajustes realizados nos projetos, chega -se ao projeto final, com eles os orçamentos são elaborados em uma ordem muito próxima ao real, podendo assim, dar o início ao processo construtivo.

Com as novas tecnologias, o processo de compatibilização de interferências se tornou muito mais prático, com a automatização e utilização de sistemas 3D. É bastante comum encontrar conflitos entre os projetos de profissionais de engenharia e arquitetos, principalmente quando se trata de instalações prediais, como, elétrica, hidráulica e automação.

O objetivo da compatibilização consiste em sobrepor os projetos realizados, antes de dar início a obra, encontrando recursos que se adaptem as necessidades da obra, mas mantendo o que já havia sido estabelecido no briefing pelo contratante. Sendo assim, será desenvolvida a compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural e sanitário de uma residência unifamiliar de 42,88m² tendo por objetivo encontrar e solucionar interferências que viriam atrasar o desenvolvimento da obra, gerando gastos não previstos.

6.7.1 Vantagens da compatibilização

Um ponto que pode ser citado como grande benefício da realização da compatibilização de projetos, é que todas as interferências são localizadas e solucionadas ainda na fase projetual, evitando problemas durante a execução da obra. Utilizando os recursos do software Revit, os desenhos de cada projetista são sobrepostos, com o propósito de encontrar e corrigir interferências entre os projetos.

Como citado anteriormente, o investimento para desenvolver os projetos dessa forma fica em torno de 1% a 1,5% do custo do empreendimento, simplificando a execução da obra, pois maioria dos problemas são ainda detectado ainda nos projetos, otimizando também o tempo da construção. Existem estudos que comprovam que os projetos

desenvolvidos fazendo a utilização de gestão e compatibilização reduzem entre 5% até 10% do custo total da obra.

A compatibilização de projetos é um meio em deixar o empreendimento mais atrativo financeiramente, quando visto no mercado mobiliário, bem como pelo o contratante, pois com a compatibilização a redução de custos se torna bastante significativa, aumentando os rendimentos esperados pela empresa ou quando o contratante é o consumidor final, a economia inesperada.

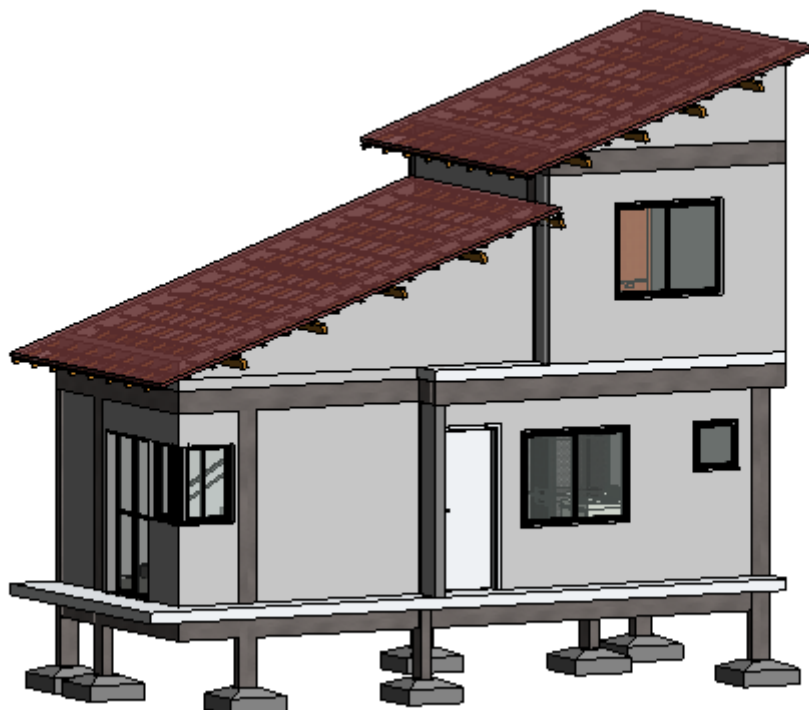
Em resumo, a compatibilização de projetos tende a crescer cada dia mais na área da construção civil no Brasil, tendo em vista os principais motivos, redução de custos, diminuição de retrabalhos, execução dentro dos prazos estipulados, orçamentos mais enxutos, beneficiando boa parte dos envolvidos no projeto e execução das edificações.

6.7.2 Compatibilização projeto arquitetônico e projeto estrutural

Após a conclusão da modelagem do projeto arquitetônico e também do projeto estrutural, iniciou-se a compatibilização de projetos para realizar a conferência das interferências e incoerências entre os mesmos. O processo da compatibilização foi realizado no mesmo software em que os projetos foram desenvolvidos, o Revit, onde foram unidos os vínculos visando transformar em apenas um projeto, onde a arquitetura se juntaria com a estrutura.

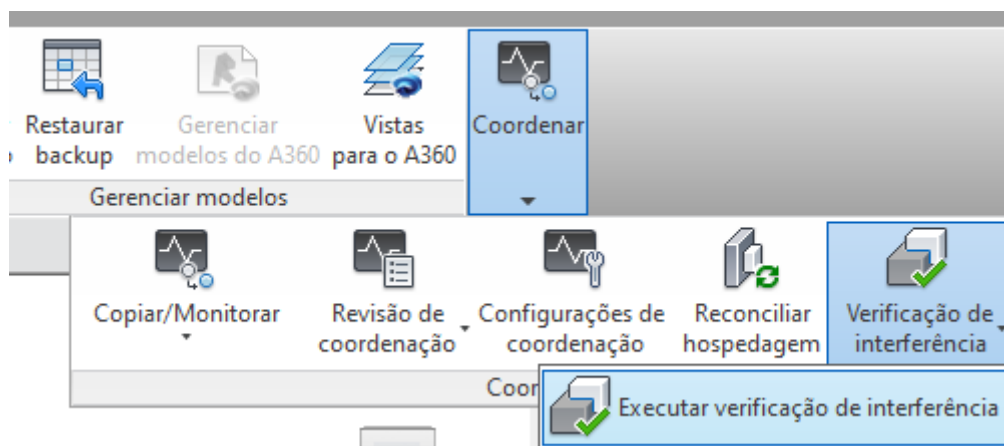
Na figura a seguir, temos a demonstração em 3D após a união dos projetos, arquitetônico e estrutural.

Figura 19: União projeto arquitetônico e estrutural



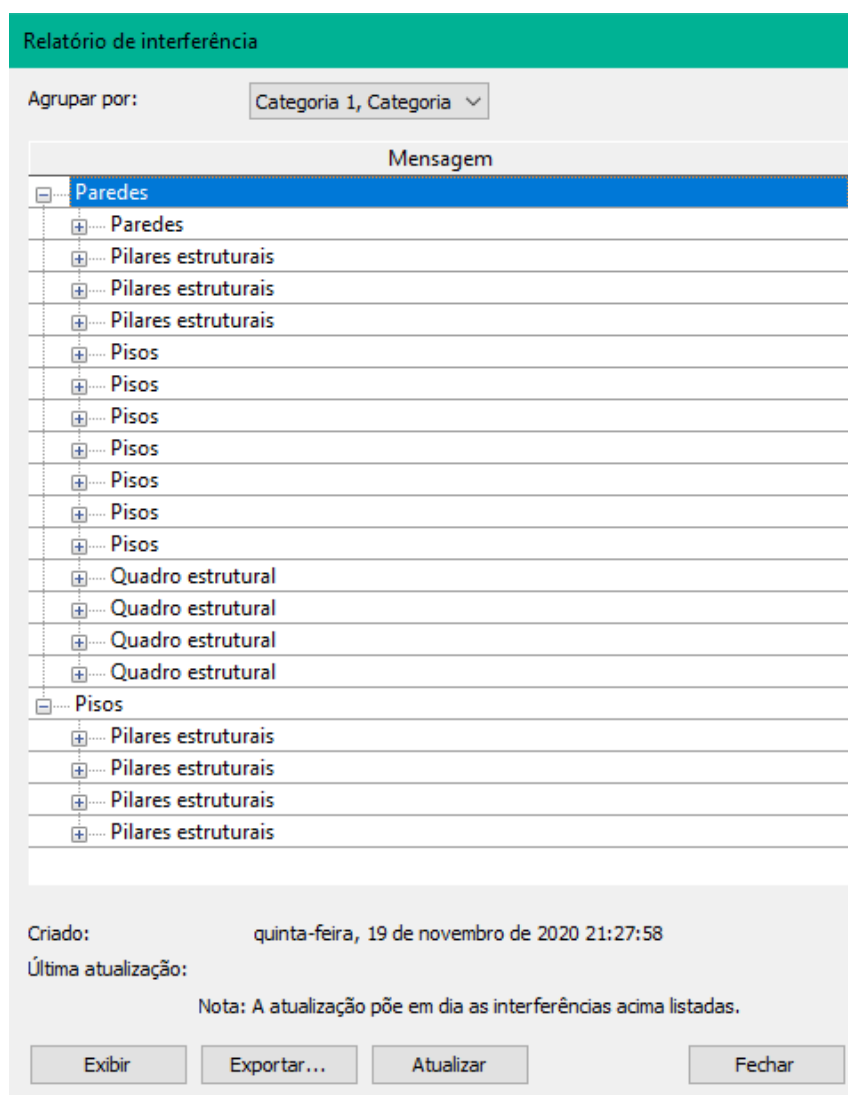
Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Para realizar este procedimento, foi utilizado o comando “Verificação de interferência” disponibilizado pelo software para a realizar a análise do projeto. A função desta verificação é realizar uma leitura do projeto por completo e identifica caso tenha alguma irregularidade, causando uma união indevida entre as disciplinas. Tendo a opção de seleccionar somente parte da estrutura onde ele demonstrou ter a interferência ou a estrutura inteira. Na figura 20 a seguir, está a demonstração de onde se localiza no Revit o comando utilizado para a verificação das interferências.

Figura 20: Verificação de interferências

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

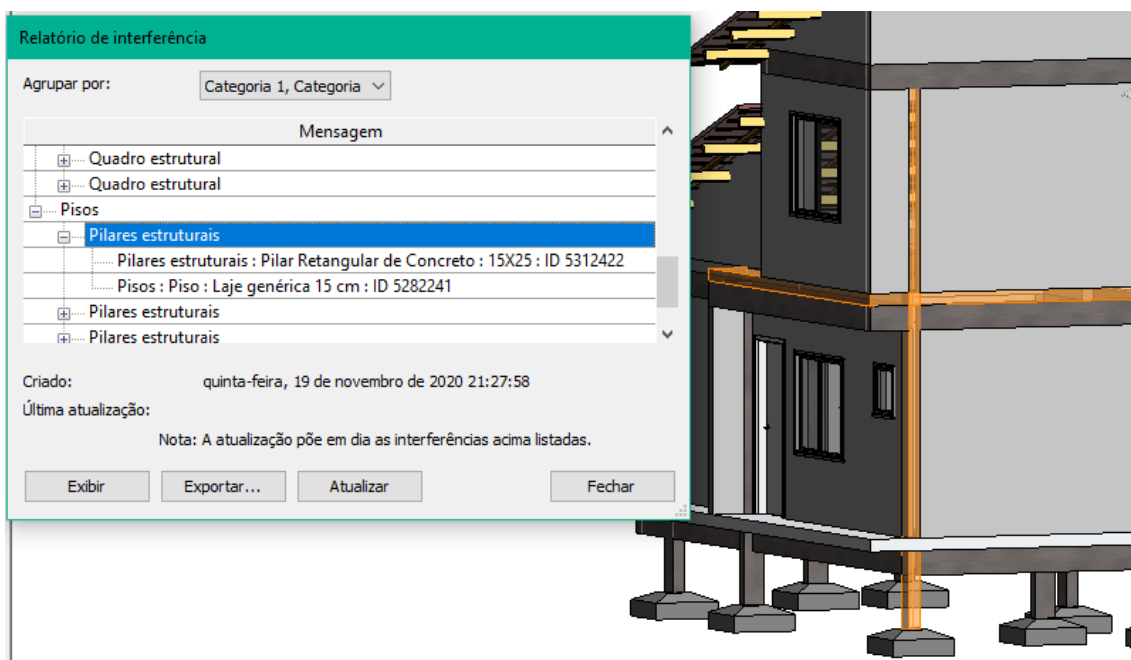
Após a verificação, é gerado um relatório com algumas interferências entre as disciplinas. Além do relatório é possível obter em destaque no projeto onde está localizada a incoerência, tudo isso gerado pela própria ferramenta. Na figura 21 está demonstrado o relatório gerado através das incompatibilidades entre as disciplinas.

Figura 21: Relatório de interferências arquitetônico x estrutural

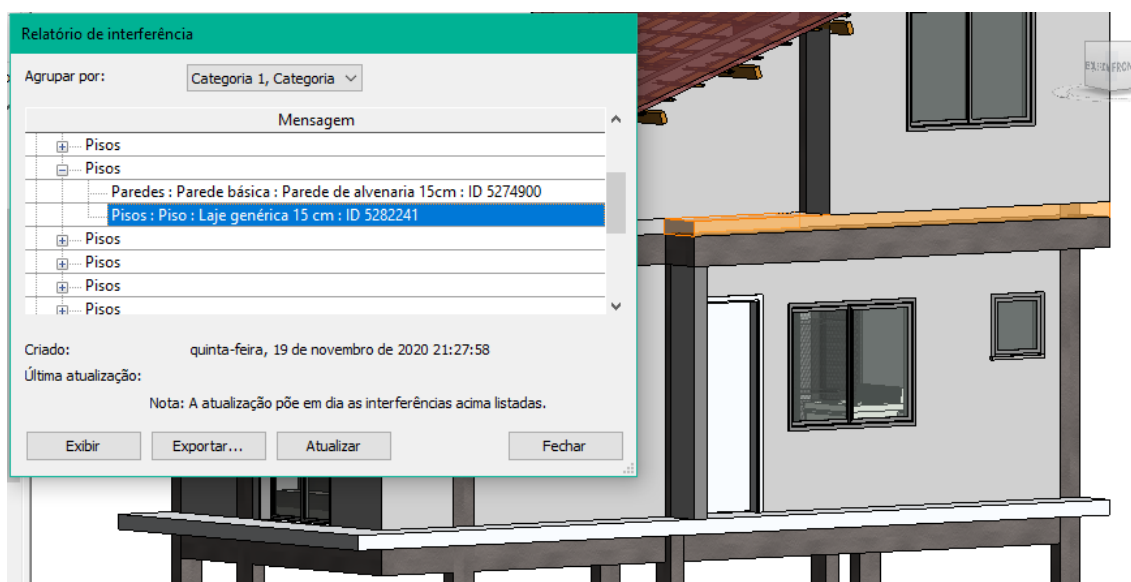
Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Com as inconformidades listadas deu-se o início do processo de correção das mesmas, modelando-as conforme os ajustes necessários para que o projeto fique compatibilizado em primeira instância.

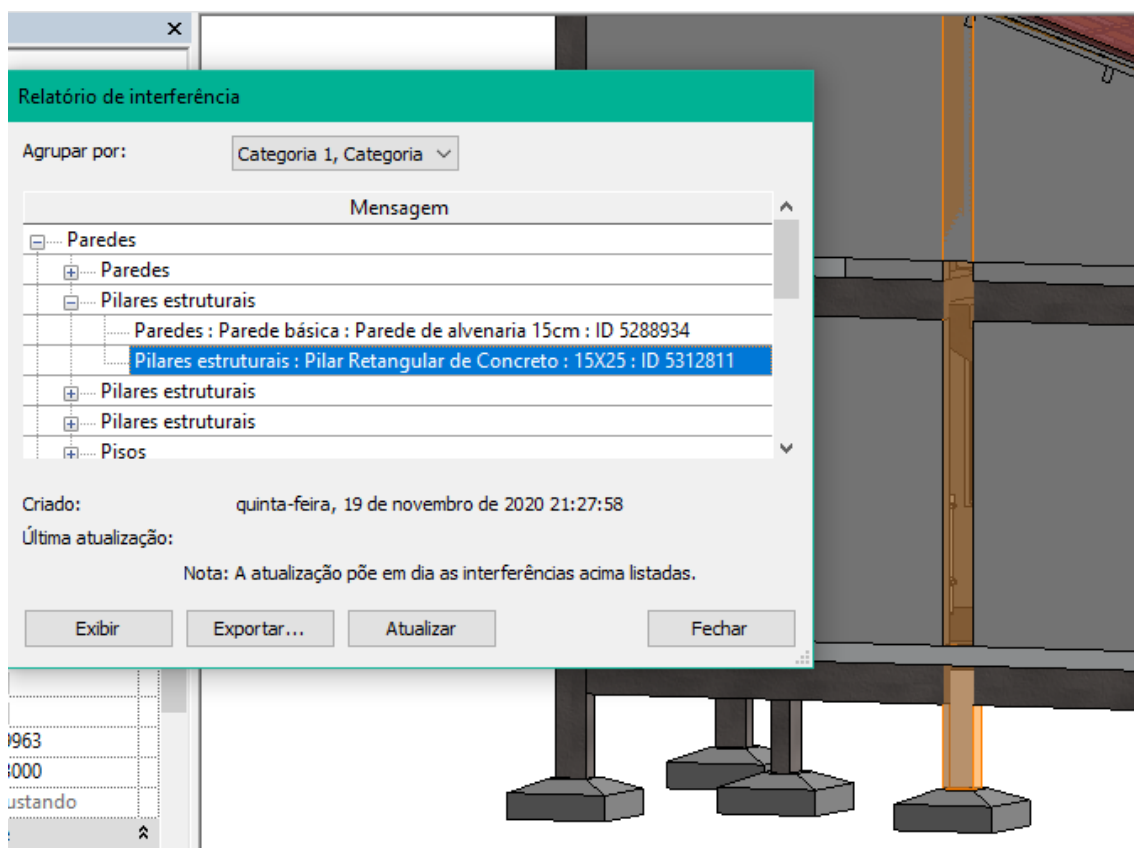
Nas figuras 22 a 24 estão apresentadas algumas das interferências encontradas através da compatibilização das disciplinas arquitetônica e estrutural.

Figura 22: Interferência pilar x piso

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Figura 23: Interferência parede x piso

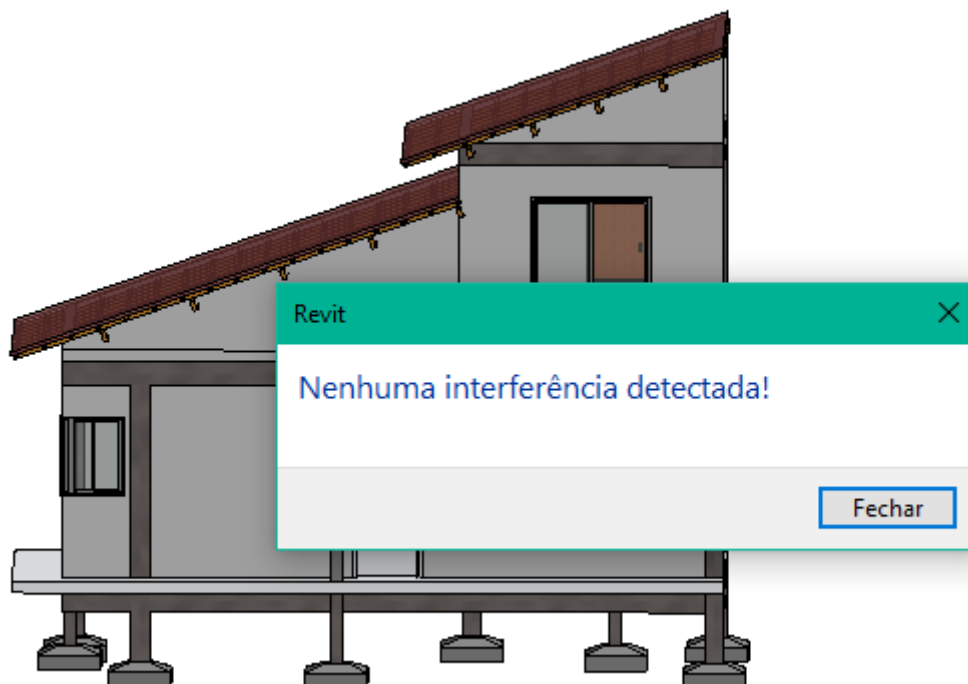
Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Figura 24: Interferência parede x pilar

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Após identificar e solucionar as incoerências no projeto, foi realizada uma nova verificação de interferência, onde esta nova verificação apontou mais nenhuma interferência detectada no projeto, conforme apresenta a figura a seguir.

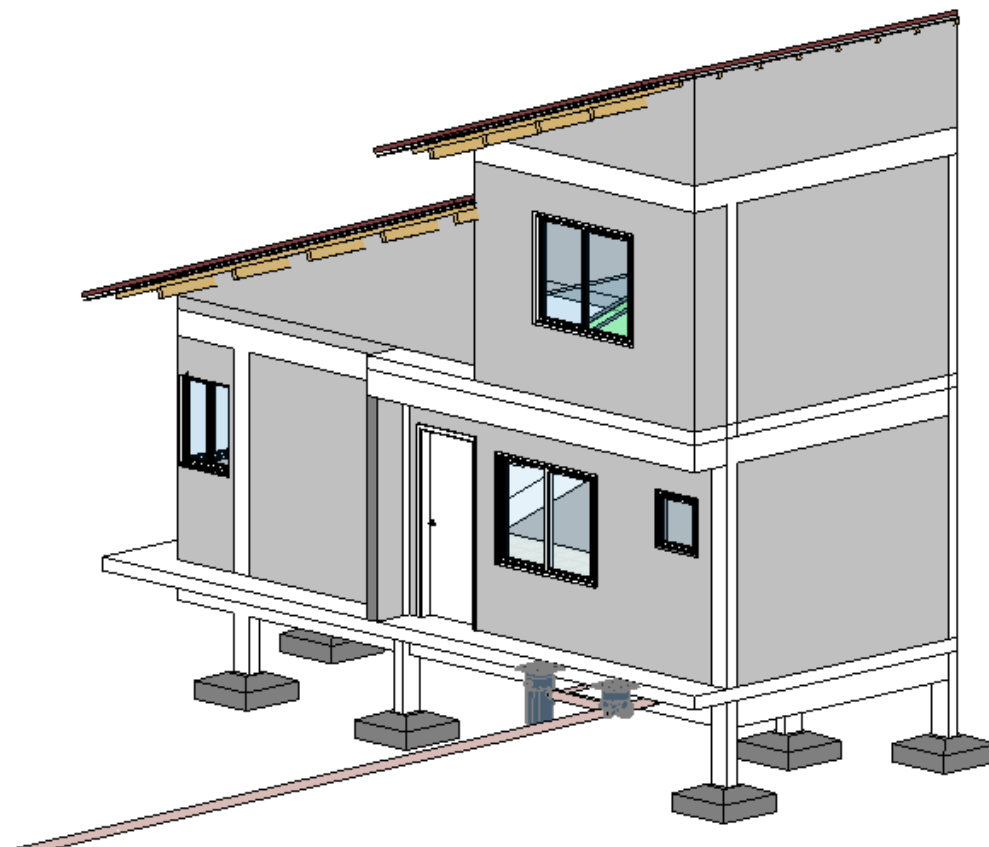
Figura 25: Relatório final após solucionar interferências



Fonte: Autodesk Revit, (2020).

6.7.3 Compatibilização projeto arquitetônico, estrutural e projeto sanitário

Após a conclusão da compatibilização do projeto estrutural juntamente com o projeto estrutural, também se deu início a união do projeto sanitário, sendo assim foi vinculado o projeto sanitário com os projetos já compatibilizados, nesse caso, gerando novas incompatibilidades. Na figura 26, temos a ilustração de quando as três disciplinas foram sobrepostas uma a outra.

Figura 26: União das disciplinas arquitetônico, estrutural e sanitário

Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Figura 27: Relatório de interferências

Relatório de interferência

Agrupar por:

Mensagem

- + Conexões de tubo
- + **Paredes**
- + Pisos
- + Quadro estrutural

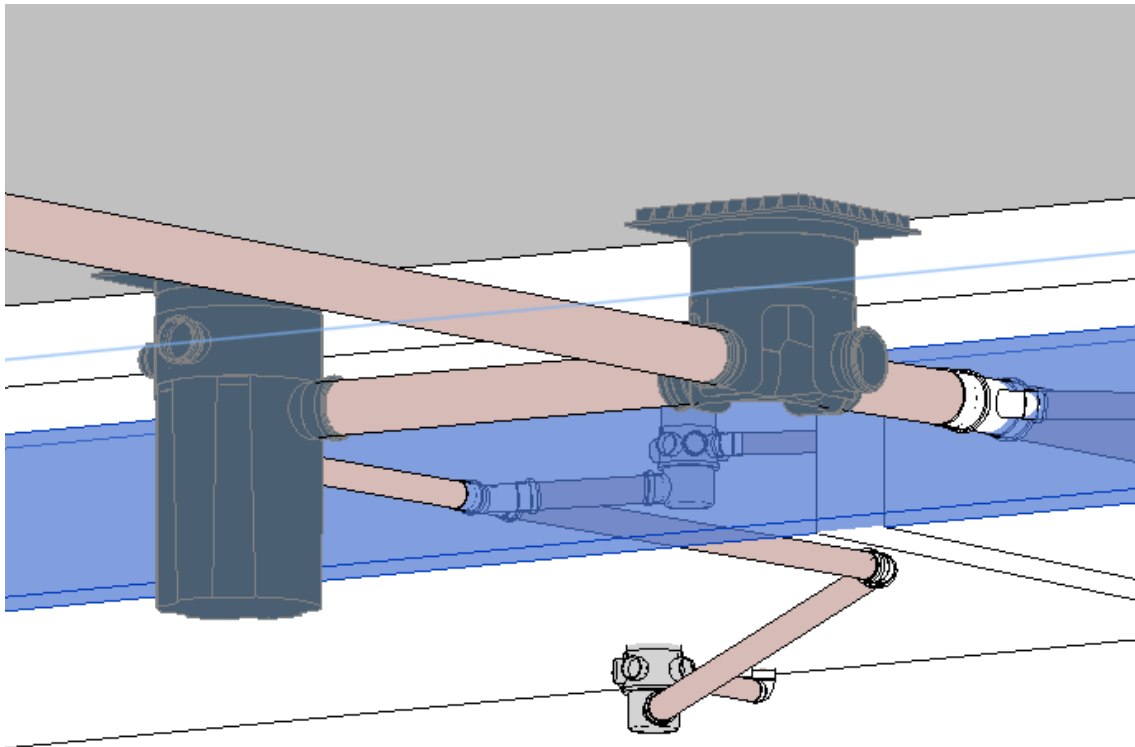
Criado: quinta-feira, 19 de novembro de 2020 22:17:30

Última atualização:

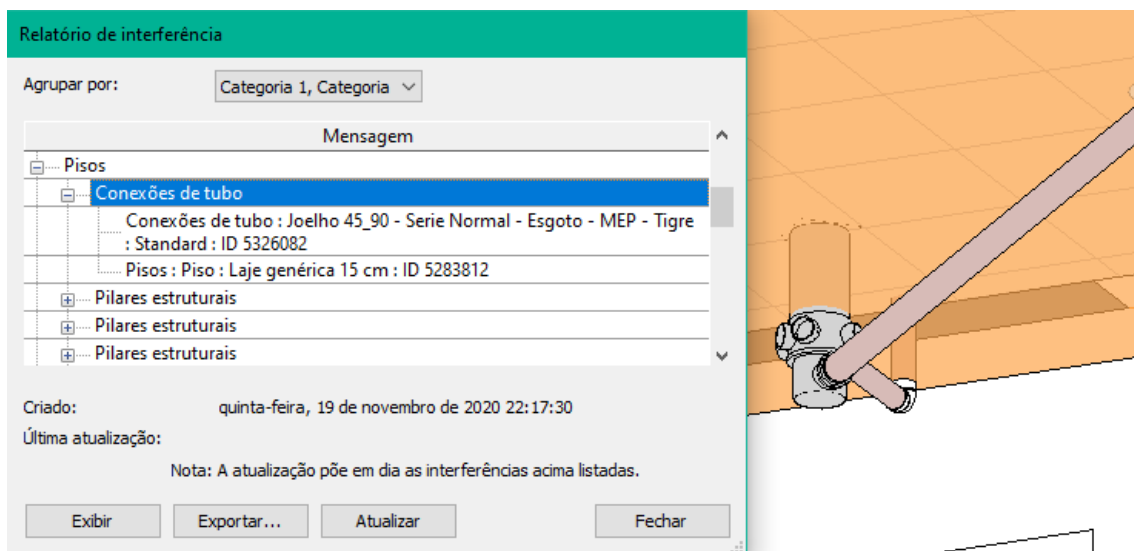
Nota: A atualização põe em dia as interferências acima listadas.

Exibir Exportar... Atualizar Fechar

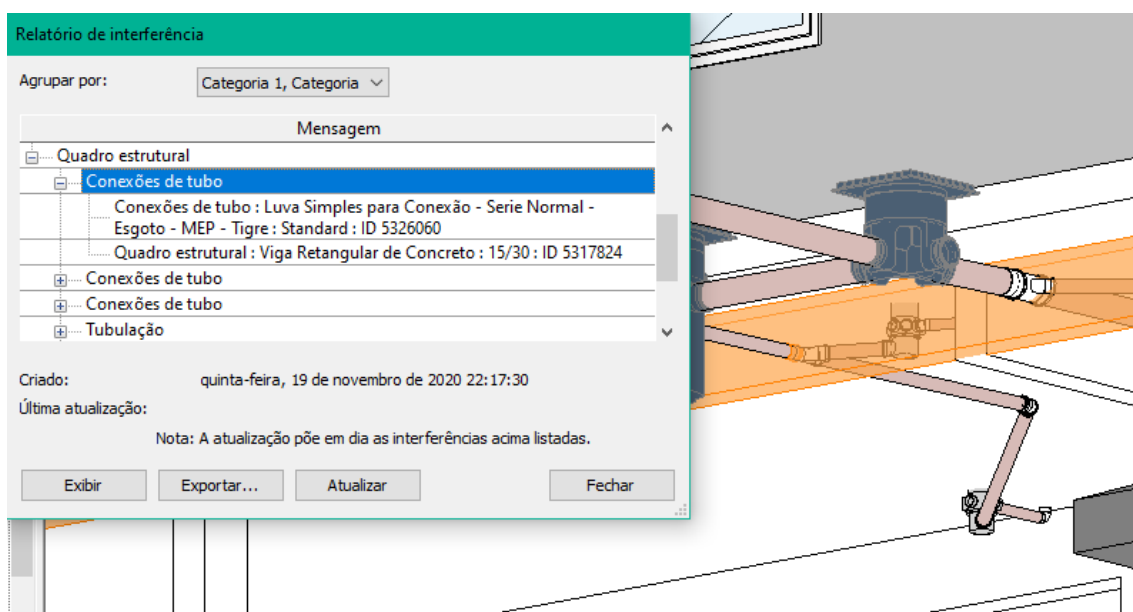
Fonte: Modelagem desenvolvida pelo autor, (2020).

Figura 28: Interferências vigas e tubos

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Figura 29: Interferência tubo x piso

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

Figura 30: Interferência tubo x viga

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

6.7.4 Projeto compatibilizado

Após a realização de todas as revisões e correções no projeto, o processo de compatibilização foi finalizado, os elementos definidos da forma correta, fazendo com que desta forma os erros que aconteceriam se aproximem a zero. Na figura 31 demonstra o último relatório gerado após a finalização das alterações necessárias para que as incoerências fossem sanadas ainda na fase projetual.

Figura 31: Projeto compatibilizado

Fonte: Autodesk Revit, (2020).

7. ANÁLISE DE RESULTADOS

Será apresentado neste capítulo os resultados obtidos com o desenvolvimento do trabalho, bem como sugestões para algumas das incompatibilidades encontradas no capítulo anterior.

Durante o desenvolvimento deste projeto até a compatibilização foram encontradas algumas inconformidades, as quais foram construídos tabelas e gráficos para demonstrar os resultados.

O projeto em si foi dividido em três partes, sendo elas a parte arquitetônica, seguida da parte estrutural finalizando com a sanitária, após esta divisão foi desenvolvido o processo de compatibilização entre estas disciplinas, primeiramente o projeto arquitetônico com o projeto estrutural, em seguida a junção do sanitário com os dois.

Na tabela 2 e 3 estão citadas as interferências e a quantidade de cada uma e nos gráficos 1 e 2 está a demonstração das incompatibilizações em porcentagens entre as disciplinas, posteriormente a análise dos resultados.

Tabela 4: Incoerências da compatibilização arquitetônica e estrutural

Incoerência	Nº de vezes
Pilar x Piso	4
Pilar x Parede	1
Piso x Parede	3
Parede x Parede	7

Fonte: O autor, (2020).

Gráfico 1: Interferências entre projetos arquitetônico e estrutural

Fonte: O autor, (2020).

No gráfico acima estão dispostas um total de 15 (quinze) inconformidades entre o projeto arquitetônico e estrutural, sendo a que mais predominou foi a interferência entre paredes, por justamente utilizarem o mesmo espaço na hora da junção das disciplinas. O software não identificou as uniões gerando assim relatórios de interferências.

Abaixo segue uma lista com as interferências descritas com as soluções encontradas.

- 1- Pisos sobrepostos em pilares
- 2- Pilares colidindo com paredes
- 3- Paredes sobrepostas em pisos
- 4- Paredes desassociadas

Soluções encontradas para os itens citados acima em um projeto no software Revit:

- 1) Os pisos foram sobrepostos na parte estrutural, neste caso a solução foi elaborar um contorno dos mesmos sobre os pilares, fazendo com que os pilares continuassem unidos através dos pisos, não ocasionando erros estruturais.
- 2) Os pilares que colidiam com as paredes foram solucionados ao unir as geometrias e identificar onde estavam os pilares e até onde seriam os limites das paredes.
- 3) As paredes sobrepostas aos pisos causavam interferências por estarem colidindo com parte dos mesmos, nesse caso, o piso é representado pela laje estrutural, sendo assim bastou definir um ponto inicial para a parede que o erro foi solucionado.
- 4) As paredes desassociadas ocorriam por não haver uma junção automática no projeto arquitetônico, ocasionado por algum erro, desta forma bastou identificar as mesmas e efetuar a união de forma correta.

Tabela 5: Incoerências da compatibilização arquitetônica, estrutural e sanitária

Conexão x Piso	1
Tubulação x Piso	4
Conexão x Viga	3
Tubulação x Viga	5

Fonte: O autor, (2020).

Gráfico 2: Interferências entre projetos arquitetônico, estrutural e sanitário



Fonte: O autor, (2020).

No gráfico 2, está disposto um total de 13 (treze) inconformidades entre os projetos arquitetônico, estrutural e sanitário, sendo dada a ênfase entre o estrutural e o sanitário.

Abaixo segue uma lista com as interferências encontradas juntamente com as soluções encontradas.

- 1- Conexões passando através do piso
- 2- Tubulações passando através do piso
- 3- Conexões passando através das vigas
- 4- Tubulações passando através das vigas

Soluções encontradas para os itens citados acima:

- 1) Para solucionarmos o quesito das conexões passarem através do piso, é fazer uso das orientações previstas na NBR 6118/2014, deixando esperas nos locais devidamente projetados para que a tubulação passe sem a necessidade da quebra da laje piso, evitando desperdícios.
- 2) As tubulações que ultrapassam o piso ou a laje estrutural são as mais comuns de serem encontradas nas obras, podendo ser solucionada conforme a NBR 6118/2014, onde seriam demarcados os pontos de instalação, bem como o local por onde a tubulação irá passar, para que as esperas já sejam posicionadas na hora da concretagem.
- 3) As conexões passando através das vigas baldrame são as utilizadas na tubulação de saída de esgoto, as quais devem ser previstas antes da concretagem deixando a espera para passagem futura.
- 4) As tubulações que passam através das vigas baldrame são as tubulações de saída as quais são responsáveis de destinar o esgoto para fora da edificação e para solucionar tais inconformidades temos duas opções, uma delas seria fazer uma modificação no projeto sanitário, fazendo com que as tubulações passem por baixo das vigas, a segunda opção seria seguir as orientações da NBR 6118/2014, a qual se refere a furos nas vigas, analisando o projeto e a norma para que seja possível a realização dos furos sem comprometer a viga, seria deixar pontos previstos ainda em projeto, como espera para realizar a locação dos tubos posteriormente.

8. CONCLUSÕES

A inserção de novas tecnologias na construção civil é um meio para a otimização de projetos, oferecendo maior segurança aos seus clientes e empreendimentos. Atendendo também a uma tendência de mercado, onde os consumidores estão cada dia mais exigentes, visando a redução de desperdícios, bem como o aumento no cronograma da obra devido os retrabalhos.

Sendo assim, o presente trabalho buscou realizar uma análise comparativa entre dois métodos, visando o melhor desempenho ao realizar os projetos de uma residência unifamiliar, destacando o uso das tecnologias AutoCAD e BIM, realizando uma revisão bibliográfica e estudos sobre o tema. Após os estudos realizados sobre cada um dos métodos, foi realizada a comparação visando a ênfase das vantagens e desvantagens em se modelar em cada método.

Com isso, foi possível observar que a plataforma BIM entrega diversos benefícios, podendo estes serem visíveis em qualquer tipo de obra, é o caso de uma residência unifamiliar, ocasionando a redução de desperdícios, minimizando retrabalhos, aumentando a produtividade, entregando projetos com maior qualidade, visto que a redução dos erros e de custos é extremamente significativa.

O software mais utilizado que faz uso da plataforma BIM é o Revit, o qual no Brasil o seu uso ainda é pouco disseminado devido ao seu custo mais elevado e a necessidade de qualificação de profissionais. Sendo estas as maiores desvantagens apresentadas pelo sistema, mas que podem ser solucionadas com a capacitação e atualização dos profissionais com as tecnologias disponíveis no mercado, atendendo assim um consumidor mais exigente. E ao fazer uso dessas ferramentas, a qualidade dos projetos tende a alavancar, aumentar a produtividade e a minimizar os custos, ou seja, os investimentos iniciais retornarão em lucros a longo prazo.

Em seguida, foi realizada a compatibilização de projetos onde identificou-se interferências as quais foram descritas e apresentadas em forma de figuras no trabalho. Em contrapartida, as inconformidades constatadas na compatibilização podem acarretar diversos problemas, retrabalhos, custos adicionais, atraso no cronograma, e com isso fica visível que se todos os projetos forem desenvolvidos de forma isolada, sem a interação dos profissionais envolvidos, geram prejuízos para o setor da construção civil.

O estudo de caso desenvolvido vem confirmar a importância do emprego da compatibilização de projetos, visto que muitas das interferências encontradas poderiam ser corrigidas antes mesmo de chegar na obra, reduzindo os gastos e retrabalhos gerados, podendo cumprir melhor o cronograma proposto, executando uma obra com qualidade e atingindo as expectativas do cliente.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTODESK (Org.). **3D Design, Engineering & Entertainment Software**. Disponível em: <<http://www.autodesk.com>>. Acesso em: 08 out 2020.

AUTODESK. Software CAD - Projetos 2D e 3D em CAD. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>>. Acesso em: 08 out. 2020.

CAMBIACHI, H. Projeto e obra no difícil caminho da qualidade. **Obra, planejamento e Construção**, n. 37, jun. 1992. P. 10-12.

CAMPOS NETO, L., TAVEIRA, A., & MOREAU, N. (2017). **Desenvolvimento de projeto de edificação: um estudo comparativo nas plataformas CAD e BIM. Iberoamerican JournalOf Project Management**, 8(2), 31-48. Disponível em: <<http://www.ijopm.org/index.php/IJOPM/article/view/317>>. Acesso em: 14 out. 2020.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

EASTMAN, Chuck, TEICHOLZ, Paul, SACKS, Rafael, LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman, 01/2014.

FEDERAÇÃO DAS IDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. **Proposta de política industrial para a construção civil: edificações**. São Paulo: DECONCIC/FIESP, 2008. 168 p.

HERDEN, Patricia. **BIM - O Caminho**. 2017. Disponível em: <<https://patriciaherden.webhostapp.com/2017/07/bim-o-caminho>>. Acesso em: 20 out. 2020.

MARINHO, R. (2017). **Análise comparativa do levantamento de quantitativos entre o método manual e a plataforma BIM** (Graduação). Universidade Federal do Ceará.

MARTINEZ, L., & Amorim, S. (2010). **Inserção de aspectos sustentáveis no projeto de arquitetura unifamiliar e capacitação de profissionais de arquitetura em Niterói**. In Congresso Nacional de Excelência em Gestão (pp. 1-23). Disponível em <<http://www.inovarse.org/node/1492>>. Acesso em: 21 out 2020.

MENEGARO, Bruna Ferreira; PICCININI, Ângela Costa. **Aplicação da metodologia BIM (Building Information Modeling) no processo de projeto, com foco em compatibilização**. 2017. 17 f. Artigo (Bacharelado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira, et al. **Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas**. Revista Campo do Saber, Cabedelo, v. 3, n. 1, p. 53-77, jan/jun 2017.

PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Florianópolis, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PEREIRA, N. J. (2017) Utilização da tecnologia BIM no desenho arquitetônico: um estudo de caso (Graduado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

PERINI, V. (2017) **Estudo de caso: compatibilização de edificação unifamiliar de dois pavimentos de alto padrão utilizando a tecnologia BIM** (Graduado). Universidade do Planalto Catarinense.

RODRIGUEZ, M.A.A; HEINECK, L.F.M. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. Santa Catarina, 2003.

SANTOS, Adriana de Paula Lacerda et al. A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Revista Ibero-americana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p.25-25, dez. 2009.

SILVA, J. L., & COMPARIM, L. L. (2016) **Estudo de caso: análise comparativa do orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas AutoCAD e Revit** (Graduado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

NAKAMURA, Juliana. Como compatibilizar bem projetos de diferentes especialidades. 2011. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>>. Acesso em: 07 nov. 2020.