

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LEONARDO SOUZA MACEDO

**ELABORAÇÃO DE TEMPLATE EM UM SOFTWARE BIM PARA A EXTRAÇÃO DE
QUANTITATIVOS DE OBRAS RESIDENCIAIS DE PEQUENO PORTE**

CAMPO MOURÃO

2023

LEONARDO SOUZA MACEDO

**ELABORAÇÃO DE TEMPLATE EM UM SOFTWARE BIM PARA A EXTRAÇÃO DE
QUANTITATIVOS DE OBRAS RESIDENCIAIS DE PEQUENO PORTE**

**Development of a BIM software template for extracting quantities from small-scale
residential construction projects**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dr. Douglas Fukunaga Surco.

Coorientador(a): Prof. Dra. Thelma Pretel Brandão Vecchi.

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LEONARDO SOUZA MACEDO

**ELABORAÇÃO DE TEMPLATE EM UM SOFTWARE BIM PARA A EXTRAÇÃO DE
QUANTITATIVOS DE OBRAS RESIDENCIAIS DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 14/junho/2023

Douglas Fukunaga Surco
Doutor em Engenharia Química (UEM)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Vera Lúcia Barradas Moreira
Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade (UNICAMP)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Valdomiro Lubachevski Kurta
Mestre em Engenharia de Produção (UTFPR)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

CAMPO MOURÃO

2023

Dedico este trabalho à minha família, amigos e professores pelos diversos momentos de ausência, pela paciência e prestatividade.

AGRADECIMENTOS

Diversas pessoas foram importantes para meu desenvolvimento durante esse período tão importante em minha trajetória. Agradeço a todos que tiveram qualquer tipo de participação por mais que não estejam citados nessa lembrança.

Agradeço em especial ao meu orientador Prof. Douglas Fukunaga Surco e minha coorientadora Prof^a. Thelma Pretel Brandão Vecchi pelo empenho, conhecimento e prestatividade.

Aos amigos que tive o prazer de conhecer durante o curso e que ainda levo comigo independentemente da distância, vocês foram incríveis durante todo o processo e tenho imenso carinho por vocês.

Aos meus colegas de estágio e trabalho que tive durante esse momento que foram também essenciais e me desenvolveram muito com conhecimento e experiência.

Principalmente à minha família que foi tão paciente e que esteve sempre me apoiando e reconhecendo o meu esforço durante todo o curso, sem o apoio de vocês nada disso seria possível.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo a criação de um *template* no *software* Revit® que possibilitasse a geração automática de dados quantitativos. Para tanto, fez-se necessário a realização dos projetos arquitetônico, hidrossanitário e estrutural baseados em um projeto real já executado, de maneira a poder ser realizada uma comparação qualitativa e quantitativa dos dados obtidos para levantamento de materiais. Os projetos complementares foram realizados por meio dos *softwares* QiBuilder® para o hidrossanitário e Eberick® para o projeto estrutural. Como resultado foi observada a viabilidade do *template* para novos projetos, concluindo que o modelo está compatibilizado para uso posteriormente. Por seu dinamismo, o *template* pode ser atualizado com o tempo, adequando preços, fórmulas e inserindo novos parâmetros e materiais. Sua principal vantagem é a possibilidade de uso em qualquer tipo de projeto, até mesmo naqueles que não usaram como base o modelo criado, trazendo bastante abrangência no processo.

Palavras-chave: BIM; Revit; Template; Compatibilização; Orçamento; Cronograma; Projeto; Desperdício.

ABSTRACT

This final course project aimed to create a template in Revit® software that allows for automatic generation of quantitative data. In order to achieve this, it was necessary to carry out architectural, hydrosanitary, and structural projects based on a real executed project, enabling a qualitative and quantitative comparison of the data obtained for material assessment. The complementary projects were conducted using QiBuilder® software for hydrosanitary and Eberick® for structural design. As a result, the viability of the template for new projects was observed, concluding that the model is compatible for subsequent use. Due to its dynamism, the template can be updated over time by adjusting prices, formulas, and incorporating new parameters and materials. Its main advantage is the possibility of use in any type of project, even those that did not use the created model as a base, providing a wide range of applications in the process.

Keywords: BIM; Revit; Template; Compatibility; Budget; Schedule; Project; Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Capacidade de influência no custo final de um empreendimento.....	18
Figura 2: Relação entre investimentos na presença ou ausência de projeto	19
Figura 3: Origens de problemas patológicos das construções	20
Figura 4: Tabela de distribuição dos custos de falhas da qualidade.	21
Figura 5: Exemplo de compatibilização de projeto.	22
Figura 6: Dimensões BIM.....	24
Figura 7: Composição piso porcelanato.....	31
Figura 8: Dados de identidade da composição.....	32
Figura 9: Tabela de estilo de piso.	33
Figura 10: Grupos de estilo de peça.	34
Figura 11: Tabela de estilo de superestrutura.	34
Figura 12: Processo criação de levantamento.....	35
Figura 13: Criação de levantamento de peça.	35
Figura 14: Criação dos campos.	36
Figura 15: Nome do parâmetro “Tipo de estrutura”	36
Figura 16: Dados fixos estrutura.	37
Figura 17: Dados variáveis estrutura.	38
Figura 18: Fórmula comprimento estribos.	38
Figura 19: Fórmula estribos.	38
Figura 20: Tabela de estilo de peça “peças”	39
Figura 21: Levantamento de materiais “peças”	40
Figura 22: Dados variáveis Levantamento de materiais “peças”	40
Figura 23: Fórmula quantidade de blocos.....	41
Figura 24: Fórmula volume de argamassa.	42
Figura 25: Fórmula sacos de cimento.....	42
Figura 26: Fórmula sacos de cal.....	43
Figura 27: Fórmula volume de areia.	43
Figura 28: Tabela estilo de peça piso e revestimento.	44
Figura 29: Levantamento de materiais piso e revestimento.	45
Figura 30: Fórmula de rejunte.	45
Figura 31: Esquematização telhado.....	46
Figura 32: Tabela de estilo de tinta.....	46
Figura 33: Tabela de levantamento de materiais tinta.....	47
Figura 34: Fórmula latas de tinta e massa.....	47
Figura 35: Fórmula de lixas.....	48

Figura 36: Esquema 3D projeto.	49
Figura 37: Locação de pilares e viga baldrame.	50
Figura 38: Família pilar.....	51
Figura 39: Esquemática pilares, viga baldrame e laje (Eberick®).....	51
Figura 40: Família viga baldrame.....	52
Figura 41: Esquemática pilares, vigas, vergas e contravergas.....	52
Figura 42: Esquemática pilares, vigas, vergas e contravergas.....	53
Figura 43: Corte para esquematização de paredes.....	54
Figura 44: Esquemática paredes.	54
Figura 45: Esquemática esquadrias.....	55
Figura 46: Esquemática piso e laje.	55
Figura 47: Esquemática platibanda.....	56
Figura 48: Esquemática telhas.....	56
Figura 49: Esquemática projeto final.....	57
Figura 50: Foto do projeto real construído.....	57
Figura 51: Assimilação de dados / piso.	58
Figura 52: Diversidade de escolhas de piso.	59
Figura 53: Indicações de ressalva de projeto hidráulico.....	60
Figura 54: Comentários de projeto hidráulico.....	60
Figura 55: Comentários de projeto hidráulico – Pressão disponível.....	61
Figura 56: Pressão inicial do sistema.....	62
Figura 57: Esquema hidráulica compatibilizado.....	63
Figura 58: Esquema 2D sanitário compatibilizado.....	64
Figura 59: Esquema 3D hidrossanitário compatibilizado.....	64
Figura 60: Esquema 3D hidrossanitário compatibilizado.....	65
Figura 61: Projeto hidráulico 3D.....	65
Figura 62: Projeto hidráulico corte.....	65
Figura 63: Projeto hidráulico corte 2.....	66
Figura 64: Tabela de acessório de tubo.....	67
Figura 65: Tabela de conexão de tubo.....	67
Figura 66: Tabela de peça hidrossanitária.....	67
Figura 67: Tabela de tubos.....	68
Figura 68: Projeto sanitário.....	68
Figura 69: Corte projeto sanitário.....	69
Figura 70: Tabela de conexão de tubo de esgoto.....	69
Figura 71: Tabela de peças - hidrossanitário (esgoto).....	70
Figura 72: Tabela de tubos de esgoto.....	70

Figura 73: Esquema estrutural 3D.	71
Figura 74: Esquema estrutural perfil.	71
Figura 75: Verificação vigas, sapatas e pilares.	71
Figura 76: Relação de quantitativos.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PIB	Produto Interno Bruto
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
BIM	Modelagem da Informação da Construção
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
EUA	Estados Unidos
PERT/CPM	Avaliação e Técnica de Revisão do Programa/Método do Caminho Crítico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo Geral	13
2.2	Objetivos Específicos	13
3	JUSTIFICATIVA	14
4	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1	O que é um projeto?	15
4.1.1	Projeto Arquitetônico.....	16
4.1.2	Projeto Estrutural	16
4.1.3	Projeto Hidrossanitário.....	16
4.2	Impacto causado na obra devido à projeto e planejamento	17
4.2.1	Análise nos custos	17
4.2.2	Análise nas patologias	19
4.2.3	Análise no cronograma	21
4.3	BIM e suas vertentes	22
4.4	Modelos do BIM	23
4.5	Ferramentas para modelagem.....	24
4.5.1	Autodesk Revit®	25
4.5.2	QiBuilder Hidrossanitário®.....	25
4.5.3	AltoQi Eberick®	25
4.6	Outras ferramentas para modelagem e dimensões.....	26
4.6.1	Autodesk Navisworks®.....	26
4.6.2	Archicad®	26
4.6.3	Tekla Structures®	27
5	METODOLOGIA DA PESQUISA	28
5.1	Definição da Pesquisa.....	28
5.1.1	Instruções do projeto arquitetônico	29
5.1.2	Instruções do projeto estrutural	29
5.1.3	Instruções do projeto hidrossanitário	29
5.2	Instrumentos de Coleta de Dados	30
5.3	Etapas de estudo	30
5.4	Execução template	31
5.5	Composições e grupos de composições	34

5.5.1 Superestrutura	34
5.5.2 Peças.....	39
5.5.3 Piso e revestimento	43
5.5.4 Cobertura.....	45
5.5.5 Tinta.....	46
6 O PROJETO	49
6.1 Projeto arquitetônico.....	49
6.1.1 Conexão de dados.....	57
6.2 Projeto hidrossanitário.....	59
6.2.1 Projeto hidráulico	65
6.2.2 Projeto de esgoto.....	68
6.3 Projeto estrutural	70
7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	72
7.1 Comparativo de projeto de estudo e executado	72
7.1.1 Análise de quantitativo.....	72
7.1.2 Itens divergentes	73
7.2 Discussão.....	75
8 CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

É notável, historicamente, o quão dependente a relação da construção civil com a situação socioeconômica mundial pode se apresentar, todavia é importante destacar o papel da construção civil também na economia brasileira, movimentando boa parte do PIB. De acordo com o IBGE (2022) a construção civil é responsável por 6,2% do PIB do Brasil, e representa 34% do total da indústria brasileira.

O alto crescimento populacional desencadeou uma série de problemáticas relacionadas à construção civil. Com o aumento da população, a demanda por obras cresceu exponencialmente fazendo com que 24% do total de vagas do país esteja no mercado da construção e, conseqüentemente, o tempo de produção precisou ser reduzido (o que se mostrou ilusório), acarretando construções voltadas para o imediatismo que por sua vez eram isentas de planejamento, gerando principalmente desperdícios de materiais e, mesmo que de forma implícita, de tempo.

No Brasil, como já apresentado, a construção civil tem participado expressivamente do PIB e do total de vagas de emprego. Essa saturação de vagas, por sua vez, acaba por acarretar dificuldade de controle e gerenciamento de produção, uma vez que o mercado já está acostumado a seguir processos consolidados, mas que não garantem bom funcionamento. Isto posto, pelas diversas análises de dados e informações sobre a problemática contextualizada, torna-se evidente a necessidade de ferramentas que auxiliem no gerenciamento das obras.

Os projetos, mesmo representando significativa parte do valor total da obra, geralmente são desconsiderados e, quando realizados, não são seguidos. Assim sendo, é importante destacar os problemas que influenciam essa questão.

Desta forma, este estudo, considerando o que foi apresentado, baseia-se em um projeto residencial utilizando um *template* para auxílio de projetos cada vez mais reais e eficientes, trazendo soluções e vantagens, de maneira a produzir a ideia de obra e acompanhar projetos.

2 OBJETIVOS

A seguir, são apresentados os objetivos gerais e específicos que nortearam o desenvolvimento do estudo.

2.1 Objetivo Geral

Elaborar um *template* no software Revit que seja capaz de realizar toda a extração de quantitativos para obras de pequeno porte. Com o *template* será possível a extração dos dados referentes à projetos arquitetônicos, hidrossanitários e estruturais (superestrutura).

2.2 Objetivos Específicos

- Criar um *template* (modelo) no software Autodesk Revit® 2021 para geração automática de quantitativos;
- Elaborar um projeto arquitetônico com base nas premissas do projeto original já realizado;
- Utilizar o *template* criado para inserir as informações nas peças criadas no projeto arquitetônico do Revit®;
- Fazer o dimensionamento dos projetos hidrossanitário e estrutural que foram utilizados originalmente por meio dos programas AltoQi Builder® e Eberick®, respectivamente;
- Com o dimensionamento dos complementares realizado, reproduzir a modelagem final no Revit® de maneira a fazer a utilização do *template*;
- Extrair os dados quantitativos através do Revit®;
- Comparar com as informações reais referentes ao projeto real já construído.

3 JUSTIFICATIVA

Diversos eventos já contaram com a participação do BIM em suas obras, como foi o caso dos Jogos Olímpicos em 2016. Assim, o Brasil, sendo um país vasto em território e que possui diversas regiões - além de uma expressiva população – necessita de agilidade para o gerenciamento e implantação do BIM ao longo de toda sua extensão.

Redução de custos e agilidade são objetivos claros em grande parte das obras. Ao mesmo tempo que a agilidade, qualidade e eficiência em projetos e orçamentos podem ser vantagens não muito conhecidas por engenheiros e arquitetos, o que torna os dois processos incompatíveis visto que dependem um do outro.

Embora o Brasil demonstre avanço com relação a esse assunto, principalmente na América Latina, o país tem muita oportunidade de se destacar mundialmente perante a quantidade de obras realizadas e do poder do mercado da construção civil. A introdução do BIM busca trazer diversos benefícios, mas principalmente reduzir significativamente os desperdícios, retrabalhos, atrasos e patologias.

Isto posto, estudos teóricos e práticos sobre a automatização dos processos de levantamentos de dados de projetos e orçamentos são de suma importância para o desenvolvimento da construção civil nacional, visto que são processos que não divergem significativamente de uma obra para outra, e seus levantamentos costumam seguir uma linha de raciocínio constante.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico, é apresentado o conjunto de conhecimentos relativos à teoria existente no estudo de maneira a entender o contexto em que se encontra.

Em análise à Callegari (2007), na construção civil deve existir a conexão e trabalho mútuo de diversos fatores para que haja a eficácia máxima dentro da obra. Os projetos devem estar compatibilizados, as partes envolvidas exigem boa comunicação, o cronograma tem de estar alinhado e, principalmente, deve existir um planejamento minucioso e bem detalhado, gerando poucos imprevistos, uma vez que muitos destes, agora, já estão previstos perante o planejamento.

Há diversas ferramentas que auxiliam no desenvolvimento de cada etapa trazendo ainda mais agilidade nos processos e, por este motivo, é importante ter conhecimento para extração do máximo que elas têm a oferecer.

4.1 O que é um projeto?

Segundo o PMBOK, um dos guias mais utilizados quando trata-se de gestão de projetos, o projeto é um esforço temporário empreendido para criação de um produto, serviço ou resultado exclusivo. Ou seja, junção de tudo o que é necessário para criação de algo novo: como uma residência, levando em conta o trabalho em questão. Por ser temporário, não significa que é um processo de curta duração, mas sim que existe um início e fim, de maneira que em certo momento ele sirva apenas de conferições e base.

Nessa questão, é possível citar a análise de do Nascimento, Luiz Antônio (2001, p.1) em que o “projeto pode ser definido como a ideia que se tem em executar ou realizar algo de forma que atenda da melhor maneira possível as necessidades dos clientes em conformidade com seus requisitos”.

Por isso, na construção civil pode-se caracterizar o projeto pelo conjunto de desenhos técnicos e especificações em documento, que juntos trazem todas as informações necessárias para boa execução do que é requerido. É basicamente o auxílio principal e o ponto de referência do que há de ser realizado.

4.1.1 Projeto Arquitetônico

De acordo com Lúcio Costa (1995) pode-se definir a arquitetura como uma arte e principalmente construção, a qual é concebida “com intenção de ordenar e organizar plasticamente o espaço, em função de uma determinada época, de um determinado meio, de uma determinada técnica e de um determinado programa”.

Desta maneira, o projeto funciona como um norte a ser seguido por todas as outras etapas, sejam referentes aos próximos projetos complementares a serem realizados quanto aos processos de orçamento, cronograma e seguimento de obra. Trata-se de uma representação gráfica por meio de modelagens 2D e/ou 3D e que pode ser realizado por diversos *softwares*. Essas ferramentas permitem, em alguns casos, até mesmo que o cliente passeie pelo ambiente antes mesmo de qualquer bloco ser colocado, o que traz uma noção importante do que virá adiante.

4.1.2 Projeto Estrutural

O projeto estrutural tem como premissa principal, assim como os outros projetos, dar auxílio para os processos seguintes de obra, seja de execução, compras ou até mesmo planejamento. Entretanto, conforme Paula (2019, p. 139), esse tipo de projeto busca projetar, distribuir, interligar, analisar e dimensionar os elementos do sistema estrutural do edifício, suportando todos os tipos de cargas previstas, trazendo não só segurança e conforto ao usuário, mas também agilidade e menos custo para obra.

4.1.3 Projeto Hidrossanitário

A norma que especifica requisitos para projeto, execução, operação e manutenção de sistemas prediais de água fria é a NBR 5626:2020, definindo os princípios para bom desempenho dos sistemas, uso racional de água e energia. (JÚNIOR, 2021, p. 1).

Já o sistema de esgoto tem a finalidade de transportar todo o efluente das peças de utilização até a rede pública, atendendo os requisitos mínimos de segurança, higiene, conforto e economia, conforme NBR 8160, que rege as normas para sistemas prediais de esgoto sanitário.

4.2 Impacto causado na obra devido à projeto e planejamento

O planejamento de um processo de obra pode trazer mudanças em alguns fatores no decorrer desta. Por este motivo, se faz importante a análise que essa etapa prévia de planejamento pode acarretar nestes fatores, como custo, patologias e cronograma de serviços.

4.2.1 Análise nos custos

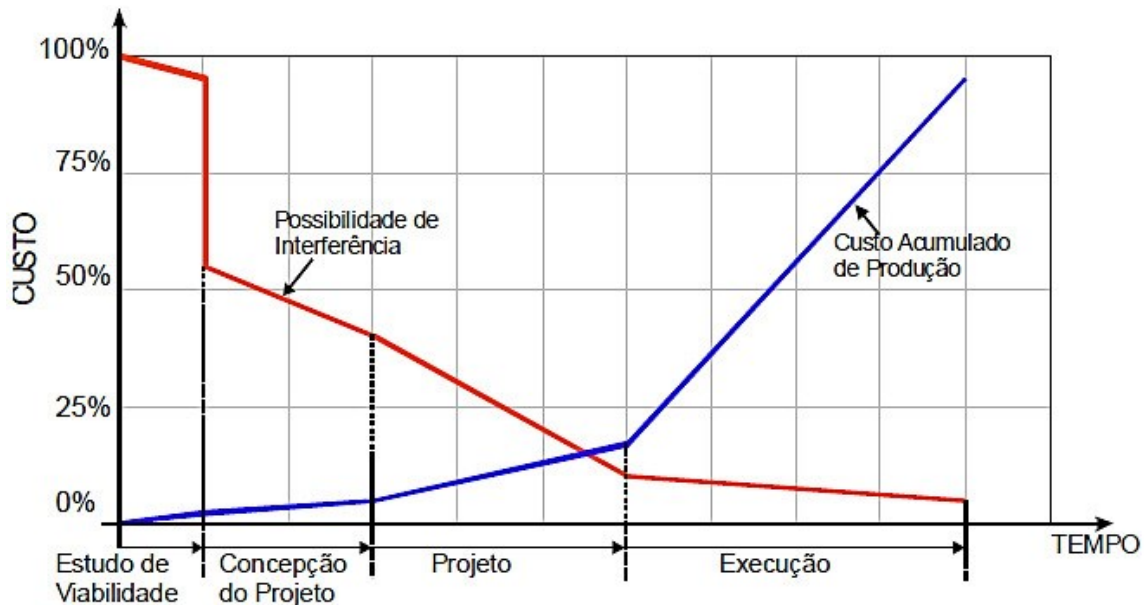
A etapa mais avaliada e mais esperada de uma construção é a execução, etapa na qual o projeto se torna concreto e os custos se tornam mais visíveis, porém há diversas análises e estudos que podem claramente apresentar dados muito importantes para um bom planejamento prévio, informando principalmente as vantagens de um maior tempo e atenção voltados para as demais etapas.

Conforme Hammarlund e Josephson (1992) é feita a exposição de dados a respeito da relação entre o potencial de interferência no custo de obra e o custo acumulado, na qual é notável a baixa possibilidade de interferência da etapa de execução em comparação às outras.

Em contrapartida, é visto que o custo a mais gerado na execução é significativamente relevante. E Isso pode ocorrer devido a etapa de execução que, teoricamente, é a etapa que possui menos chances de influenciar no custo a partir do momento em que há planejamento prévio, tornando-se extremamente previsível, não excedendo o orçamento inicial.

A Figura 1 destaca essa relação discutida anteriormente:

Figura 1 - Capacidade de influência no custo final de um empreendimento

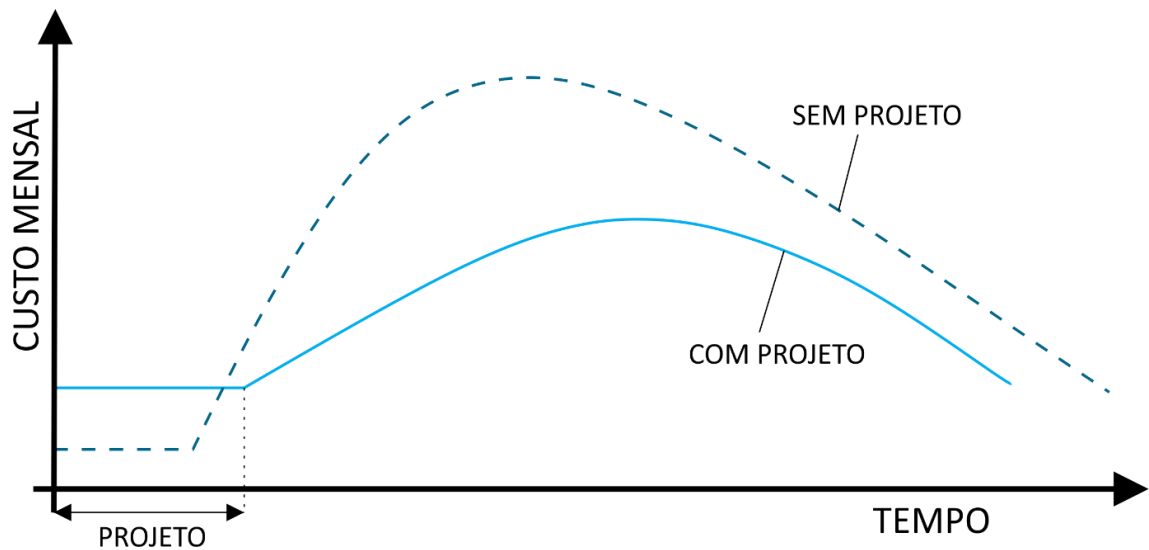


Fonte: Hammarlund e Josephson (1992)

Com as informações apresentadas na Figura 1, é notório a baixa possibilidade de interferência da etapa “execução” em comparação às outras. Em contrapartida, o custo a mais gerado nesta etapa é significativamente relevante. Isto acontece devido a etapa de execução, que teoricamente é a que possui menos chances de influenciar no custo a partir do momento em que há planejamento prévio, se tornando extremamente previsível, não extrapolando o orçamento inicial.

As etapas do estudo de viabilidade até a etapa de projeto são, conforme apresentado por Hammarlund e Josephson (1992), as que mais podem interferir, pois, se mal planejadas, trazem inúmeros malefícios no momento da execução, o que poderia ser facilmente previsto com mais investimento nesses processos. Mais evidências quanto à influência do projeto no andamento de uma construção baseiam-se na Figura 2:

Figura 2 - Relação entre investimentos na presença ou ausência de projeto



Fonte: Barros e Melhado (1994)

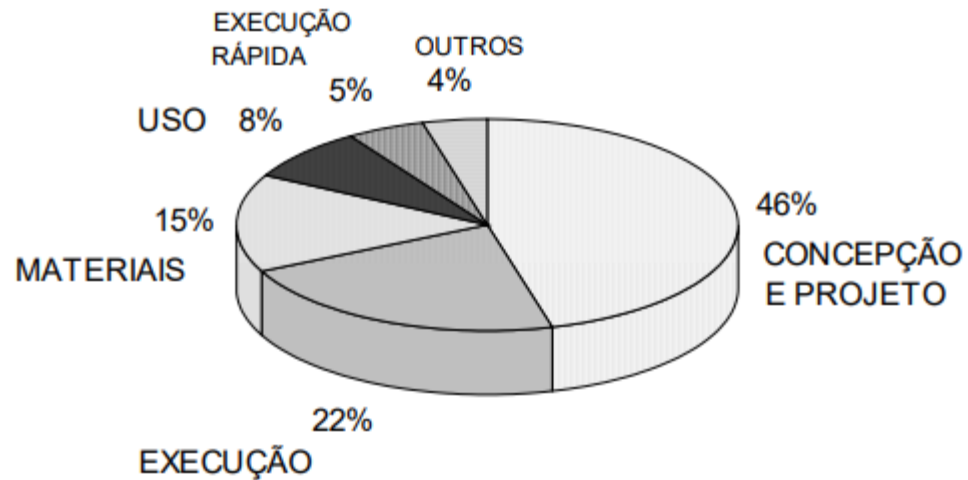
É observado que no início da realização do projeto o tempo e os custos são maiores, entretanto, ao observar todo o período restante, é possível concluir que há uma diminuição considerável em custo e tempo, evitando retrabalhos, desperdício e trazendo muito mais agilidade. O projeto desempenha a função de orientar e dar rumo a qualquer etapa de obra, e quanto melhor o investimento (monetário e de qualidade), mais beneficiado o projeto será.

4.2.2 Análise nas patologias

Quanto às patologias, segundo Motteu e Cnudde (1999), a execução é uma etapa de participação significativa para crescimento desse problema, assim, quando comparada à influência de um projeto, pode ser enxergada a necessidade do planejamento em detalhes.

Analisando a Figura 3, é possível observar a grande participação do projeto para a construção geral e, nesse caso, na aparição de patologias:

Figura 3 - Origens de problemas patológicos das construções



Fonte: Motteu e Cnudde (1999)

Outro estudo realizado pelos autores Hammarlund e Josephson (1992) na Suécia, explicita uma porcentagem dos fatores quanto às falhas internas e externas, sendo que uma está relacionada às falhas durante o processo - sendo necessário retrabalho - e a outra às falhas após a entrega do serviço.

A Figura 4 apresenta a influência dos projetos, que somadas – falhas internas e externas – representam um terço do total dos custos de falha:

Figura 4 - Tabela de distribuição dos custos de falhas da qualidade

ORIGENS DA FALHA	INTERNAS	EXTERNAS	TOTAL REFERENTE
CLIENTE	3%	-	2%
PROJETO	20%	51%	36%
GERENCIAMENTO	34%	-	17%
EXECUÇÃO	20%	26%	23%
MATERIAIS	20%	10%	15%
EQUIPAMENTOS	1%	-	1%
PÓS-OCUPAÇÃO	-	9%	5%
OUTROS	2%	4%	3%
TOTAL			100%

Fonte: Adaptado de Hammarlund & Josephson (1992)

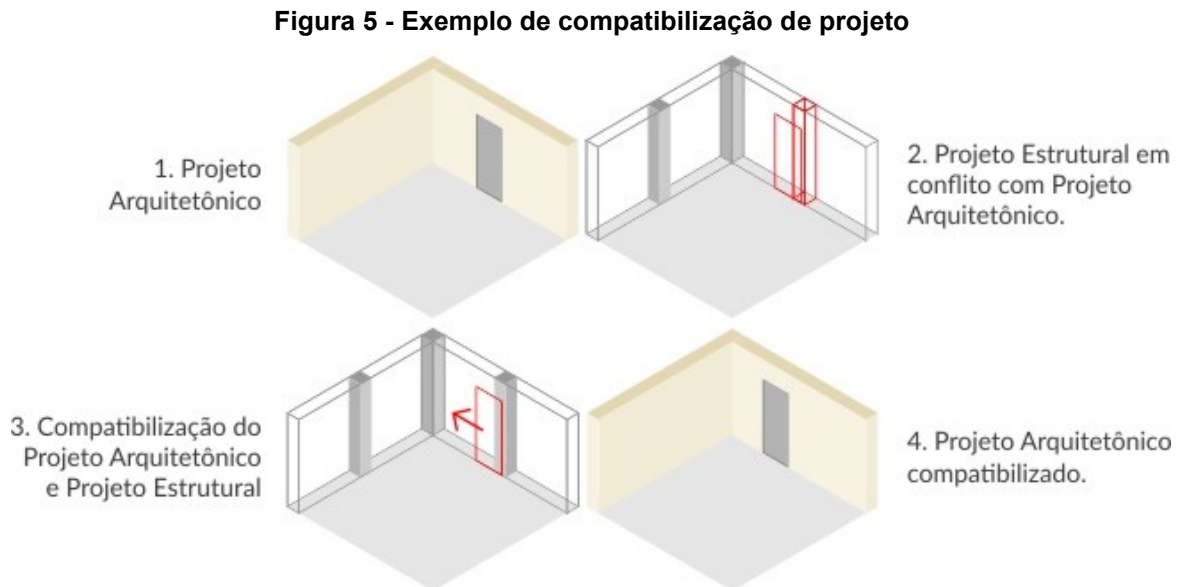
4.2.3 Análise no cronograma

Quando levada em conta a influência dos projetos no tempo de execução, pode-se considerar diversos fatores. Um deles é o investimento em um bom projeto, porém dois fatores podem se sobressair ainda mais nesse caso: A compatibilização de diferentes projetos e a falta de comunicação nas diferentes áreas.

Para o bom desempenho de uma obra, são necessários diversos projetos, e esses devem estar compatíveis e alinhados entre si para que possam ser executados de maneira mútua e sem conflitos de detalhes. Nos casos em que isso não ocorre, são comumente apresentados atrasos e imprevistos. Problemas com fornecedores, atrasos de entrega, atualizações dos preços, fatores climáticos e falta de mão de obra qualificada são alguns dos principais fatores que geram atrasos e retrabalhos na obra.

Porém, outro fator que pode trazer desperdício e perda de tempo é a falta de compatibilização de projetos, sendo necessário ainda mais tempo para corrigir as falhas ocorridas, tanto em projeto quanto em obra.

A Figura 5 apresenta um processo de compatibilização em que envolve uma porta para análise de projeto:



Fonte: Line arquitetura (2019)

No caso da comunicação, sempre que uma etapa de obra acaba e é dado início a outra, a transição de fases tem que estar bem alinhada para que não haja retrabalho de informação, gerando também muito atraso e até desalinhamento quanto às próximas etapas.

4.3 BIM e suas vertentes

Quanto às análises realizadas acima, existe uma parte da engenharia civil denominada BIM que tem como um de seus objetivos minimizar também os casos de orçamentos mal realizados, patologias e erros de cronograma. A sigla BIM vem do inglês *Building Information Modeling*, que significa Modelagem da Informação da Construção, ou seja, é a parte da engenharia civil e arquitetura que busca unir ferramentas de modelagem (desenhos em bidimensionais e tridimensionais) com a parte informativa do projeto, como quantitativos, custos e cronograma. Os esforços, segundo Andrade e Ruschel (2009), são todos voltados para a união das áreas de Arquitetura, Engenharia e

Construção (AEC), trazendo uma comunicação clara entre todas as partes, o que proporciona o desenvolvimento de um modelo único para o edifício.

De acordo com uma pesquisa elaborada no ano de 2012, pela McGraw Hill Construction (2012), empresa de aprendizado voltado para o ramo da construção, as obras que fazem uso do BIM possuem uma redução de 22% no preço de construção, também reduzem em 33% o tempo de projeto, execução e nos erros em documentos. Além disso, há, também, redução de 38% de reclamações após a entrega da obra ao cliente e 44% nas atividades de retrabalho.

4.4 Modelos do BIM

Com relação às dimensões de um modelo, segundo Campestrini *et al.* (2015), infere-se a maneira que ele está programado e quais informações se conseguirá retirar dele. Existem atualmente cerca de 10 dimensões para o uso da ferramenta, que caracteriza todos os setores e segmentos em que o BIM pode ser utilizado, como sustentabilidade, segurança em obra, *lean construction* e outras mais. Todavia, as mais utilizadas ainda são a 3D, 4D e 5D.

No modelo 3D, são retiradas informações espaciais do projeto, como dimensões, localizações e detalhamentos técnicos de pilares, vigas, paredes, portas, janelas e outros, além de apresentar toda a parte de quantitativos de materiais, acabamentos, revestimentos, entre outros fatores.

Nos modelos 4D, são retiradas todas e quaisquer tipos de informações a respeito de prazos, como a produtividade das equipes e a sequência de construção e formação das mesmas. É neste momento em que é bem definido o cronograma de obra, alocando todos os colaboradores nas etapas corretas e é determinado o início e término de cada uma dessas etapas, tendo uma visão geral e uma previsão eficiente de tempo de construção.

O modelo 5D, por sua vez, para Campestrini *et al.* (2015), traz as referências de custo de obra e isso inclui todos os tipos de custos, sendo analisados os materiais, equipamentos, ferramentas, despesas, mão de obra, entre outros fatores. É nessa etapa que é definido o orçamento de obra e são retiradas todas as informações para montagem

de análises - como curva ABC - e a viabilidade econômica. A Figura 6 a seguir apresenta o BIM e suas modalidades de uma maneira mais simplificada:

Figura 6: Dimensões BIM

DIMENSÕES DO BIM		
Plano	Dimensões	Características
Dimensões geométricas	2D	Projeto geométrico em duas dimensões
	3D	Execução e visualização do projeto geométrico em três dimensões
Dimensões de gestão	4D	Combinação da geometria com o a programação de execução do empreendimento
	5D	Combinação da geometria com o planejamento orçamentário do
	6D	Sustentabilidade do empreendimento
	7D	Ciclo de vida do empreendimento e controle de manutenção
	8D	Segurança do empreendimento
	9D	Gestão por meio do <i>Lean Construction</i> ou Construção enxuta
	10D	Industrialização do empreendimento

Fonte: Autoria Própria (2023)

4.5 Ferramentas para modelagem

Os *softwares* utilizados são as fontes principais para todos os tipos de informações necessárias. Se bem configurados previamente, são potenciais softwares para extração automática de dados para o objetivo final do estudo. Para isso existem os *templates*, que serão ajustados para bom desenvolvimento do projeto.

Autodesk Revit® 2021 será o software utilizado para modelagem arquitetônica e reprodução do hidrossanitário e estrutural. Para verificação de dimensionamento e estudo inicial dos complementares, serão utilizados o QiBuilder® para o projeto hidrossanitário e o Eberick® para o estrutural.

4.5.1 Autodesk Revit®

Um dos softwares para modelagem e execução de projetos é o Revit®, que traz muita agilidade, se bem configurado e tem capacidade para execução de diversos detalhamentos e projetos complexos.

Segundo Queiróz et al. (2015), A plataforma BIM e o software Revit® permitem a criação e desenvolvimento de modelos de edificações “*as built*”, ou seja, um tipo de modelo digital conivente ao que será estruturado, ou que retrate inteiramente uma edificação já existente.

4.5.1.1 Template

Para Clementino (2018), o arquivo *Template* é proveniente da Metodologia BIM. Assim, este seria um arquivo modelo, desenvolvido para servir de base padronizada para criação de futuros projetos. Esta forma de arquivo já vem configurada e com uma base de elementos carregados, podendo ser aprimorada e atualizada, visando ser aplicável às necessidades do desenvolvedor.

Os *templates* auxiliam no foco e objetivo do projetista, seja para detalhamento, arquitetura ou estrutura. Quando bem configurados, economizam muito tempo e agilizam em todos os processos, facilitando até mesmo as futuras alterações.

Neste estudo será criado um modelo no qual serão apresentadas todas as ferramentas e configurações disponibilizadas para execução do projeto.

4.5.2 QiBuilder Hidrossanitário®

Este programa pode auxiliar na realização de projetos de instalações hidráulicas e sanitárias prediais, o que permite o lançamento de tubulações, pressões de água e dimensionamento, e que auxilia tanto na parte 3D quanto na parte 5D.

4.5.3 AltoQi Eberick®

Software para projeto estrutural em concreto armado moldado *in-loco* ou pré-fabricado, que envolve toda a parte de lançamento de estruturas até análise, dimensionamento e detalhamento final.

4.6 Outras ferramentas para modelagem e dimensões

Além do software especificado anteriormente, existem diversos outros que são muito utilizados, seja no Brasil ou no mundo.

Vale ressaltar que a ferramenta mais importante do projeto será sempre o projetista, uma vez que as ferramentas virtuais possuem a função de auxiliaadoras, mas a criação será de autoria humana.

A seguir serão apresentados alguns softwares:

4.6.1 Autodesk Navisworks®

Para Carreiró (2017), o programa auxilia na aplicação prática da metodologia BIM e é um software que permite a análise de modelos 3D, recorrendo à integração entre os projetos e as ferramentas, gerando a compatibilidade. Seus objetivos são principalmente a detecção de conflitos, a visualização de processos construtivos e os cálculos de custos totais do projeto.

Diferentemente dos outros programas, o Navisworks® realiza de maneira completa o confronto de todos os projetos simultaneamente e avalia todos os conflitos existentes, podendo também especificar o detalhamento a ser analisado, dando ainda mais propriedade para o processo.

Ainda segundo Carreiró (2017), o software apresentado tem que estar em sintonia total com os outros programas de apoio e modelagem para responder de maneira eficiente ao solicitado na metodologia BIM.

4.6.2 Archicad®

Trata-se da ferramenta mais antiga disponível. Produzida pela empresa húngara Graphisoft, a ferramenta é extremamente completa e possui características parecidas com o Revit®, com grande armazenamento de informação na modelagem 3D.

4.6.3 Tekla Structures®

O software em questão é frequentemente utilizado para análise estrutural e projeção de edifícios.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A seguir são apresentadas as metodologias utilizadas para seguimento do estudo, juntamente com as definições de pesquisa, instrumentos para coleta de dados e etapas de estudo. Em seguida, é inserida a etapa referente à elaboração do *template*, o objetivo principal deste trabalho.

5.1 Definição da Pesquisa

A proposta para o estudo é colocar em prática análises e pré-modelos em BIM para utilização eficiente dos programas e geração mais ágil de cronogramas e quantitativos.

Por esse motivo, no geral a pesquisa se caracteriza como descritiva, por seu modelo ser baseado no relato de problemas de processos na construção civil, além da apresentação de conceitos, características e análises sobre as variáveis expostas.

Quanto à abordagem, é percebido que a pesquisa apresenta tanto características quantitativas quanto qualitativas, podendo ser denominado de quali-quantitativa:

“Há informações e dados a serem interpretados com base nos resultados encontrados”, e com isso chegar aos cronogramas e comparativos entre o projeto e o executado. Entretanto o foco, e boa parte do estudo, é de maneira quantitativa, por meio da “utilização de softwares matemáticos, fórmulas e dados numéricos, com o intuito de alcançar resultados também numéricos. (FONTENELLE, 2020)

No que diz respeito à fonte dos dados, a pesquisa baseia-se em dados primários, os quais são, na maioria, existentes e provenientes de planilhas já executadas, ou seja, não será necessária a busca de dados por meio de formulários ou pesquisas de campo.

Por fim, considerando o que foi dito e os procedimentos para obtenção desses dados, a pesquisa pode ser classificada como bibliográfica, documental e estudo de caso respectivamente, pois sua construção é baseada em livros e artigos existentes, documentos previamente prontos (como orçamentos, memoriais e diários de obra) e estudo de obra já finalizada.

5.1.1 Instruções do projeto arquitetônico

O *software* utilizado para este projeto e para todos os demais, com exceção do estrutural e em partes do hidrossanitário, foi o Revit® 2021, obtido por meio da licença estudantil.

O projeto arquitetônico é a premissa inicial de qualquer início de projeto visto que a partir desse ponto é possível fazer a realização dos demais. Porém, anterior a esse processo, foi necessário a elaboração do *template*, objetivo deste estudo.

A extração automática de quantitativos foi realizada através de definições de materiais denominadas estilo de peças, ou seja, mesmo após realização da modelagem no *software* podemos definir ainda os acabamentos e especificações a serem utilizados. Por esse motivo, não foi necessário especificações prévias de piso, tinta e outros materiais.

O projeto também foi construído de maneira a tornar visível as partes de infraestrutura, facilitando a extração de dados e principalmente tornar evidente a localização das estruturas. Devido ao trabalho se dar com a utilização de estilo de peças, pode-se também fazer o projeto sem essas estruturas aparentes para estética do projeto e, posteriormente, como já citado, definir os materiais para extração dos dados.

5.1.2 Instruções do projeto estrutural

O software utilizado para realização desse projeto foi o AltoQi Eberick®, obtido por meio da versão flex da licença comercial.

As informações de localização da estrutura, para fins de comparação, foram definidas com base no projeto modelo a ser analisado.

Por ser uma edificação pequena, prevê-se que foi estimado qualquer tipo de fundação padrão para a construção. Entretanto, como já discutido no estudo, o projeto serve para, além de diversos outros objetivos, otimização de materiais.

5.1.3 Instruções do projeto hidrossanitário

Por fim, os projetos de água fria e esgoto foram realizados por meio do AltoQi QiBuilder Hidrossanitário para execução do traçado e definição de peças e pressões e do Revit® (2021), por meio da versão estudantil, para análise de compatibilização.

A localização e modelagem da tubulação e pontos de água foi prioritariamente seguindo as informações do projeto original, porém, com algumas mudanças que foram úteis para otimização do sistema.

5.2 Instrumentos de Coleta de Dados

Os dados e levantamentos para análise da pesquisa foram obtidos por meio de uma construtora localizada no município de Campo Mourão – PR. Todos os tópicos e informações foram retirados dos arquivos de obras já finalizadas, isso para os dados comparativos.

Outro instrumento importante é o *template* (modelo) para realização dos projetos. Os insumos e conteúdos disponibilizados na internet e os conhecimentos adquiridos ao longo do curso foram imprescindíveis para elaboração do modelo, e a partir desse foi possível obter, ainda de maneira automática, todos os dados para comparação.

5.3 Etapas de estudo

A pesquisa consistiu nas seguintes etapas:

- i. Elaborar o *template* no software Revit® para obter as informações de quantitativos;
- ii. Realizar a modelagem e verificação do dimensionamento dos projetos hidrossanitário e estrutural por meio dos *softwares* QiBuilder Hidrossanitário® e Eberick®, respectivamente;
- iii. Elaborar o projeto arquitetônico (por meio do *template* configurado);
- iv. Reproduzir a modelagem dos projetos complementares, criada com base no projeto original e modificado apenas para questões técnicas e dimensionamento nos *softwares* AltoQi Builder® e Eberick®, para o Revit®, a fim de gerar as informações necessárias para o estudo;
- v. Extrair os dados obtidos a respeito de quantitativos de materiais;
- vi. Comparar projeto estudo com a obra já realizada;
- vii. Analisar qualitativamente os resultados obtidos no estudo e o real realizado, de maneira a aferir a assertividade do projeto e analisar as causas referentes à possíveis divergências.

5.4 Execução template

Para realização do *template*, foi decidido primeiramente de que maneira iria ocorrer a quantificação de materiais, composições e insumos. Para tal, estabeleceu-se duas maneiras, sendo que cada uma possui a sua vantagem e desvantagem:

A primeira delas é a definição e caracterização de cada material, fazendo com que esse seja fixo e específico deste *template*. Na Figura 7 e na Figura 8 abaixo, é visto a composição de piso porcelanato 80x80cm. Neste caso, o material já é definido com as especificações do piso (ou qualquer outra composição): dimensões, espessura, espaçamento e até mesmo custo, fazendo com que as planilhas sejam geradas simultaneamente ao projeto e trazendo agilidade ao processo de quantificação. Cabe ao projetista, porém, fazer a aferição constante das especificações dos materiais e insumos que está utilizando para ter assertividade no projeto.

Figura 7: Composição piso porcelanato

Propriedades de tipo

Família: Família do sistema: Piso Carregar...

Tipo: .tcc piso porcelanato 80x80 cm 2cm Duplicar... Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Construção	
Estrutura	Editar...
Espessura-padrão	0,0200
Função	Interior
Gráficos	
Padrão de preenchimento em es	
Preenchimento de cor de escala	Preto
Materiais e acabamentos	
Material estrutural	
Propriedades analíticas	
Coefficiente de transferência de c	
Resistência térmica (R)	
Massa térmica	
Absorção	0,100000
Rugosidade	1
Dados de identidade	
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Modala	

[O que fazem estas propriedades?](#)

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 8: Dados de identidade da composição

Propriedades de tipo

Família: Família do sistema: Piso

Tipo: .tcc piso porcelanato 80x80 cm 2cm

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Resistência térmica (R)	
Massa térmica	
Absorção	0,100000
Rugosidade	1
Dados de identidade	
Tipo de imagem	<input type="text"/>
Nota-chave	<input type="text"/>
Modelo	<input type="text"/>
Fabricante	<input type="text"/>
Comentários de tipos	<input type="text"/>
URL	<input type="text"/>
Descrição	<input type="text"/>
Descrição de montagem	<input type="text"/>
Código de montagem	<input type="text"/>
Marca de tipo	<input type="text"/>
Custo	<input type="text"/>
Material	<input type="text"/>
Mão de Obra	<input type="text"/>

[O que fazem estas propriedades?](#)

Fonte: Autoria própria (2022)

Pode-se notar que nesses campos é possível informar as especificações desse material (Piso Porcelanato 80x80 espaçamento 2mm) todas nessa etapa, fazendo isso para todos os materiais existentes. Por mais que pareça um processo lento, após ser realizado uma vez, tem-se esse modelo para todos os próximos projetos.

A segunda maneira (que foi utilizada nesta pesquisa) é a de criação de várias tabelas de estilo de peça, que especificam todos os parâmetros dos materiais a serem utilizados e, posteriormente, essas peças serão associadas às composições do Revit®.

Esse sistema facilita as atualizações de informações e não exige que o projetista já tenha de decidir a respeito dos materiais a utilizar, podendo fazer esse procedimento somente ao final do projeto, já que muitas vezes questões de acabamentos só são definidas após aprovação dos desenhos técnicos.

A desvantagem, contudo, se dá ao fato de que, por meio dessas planilhas, as informações não saem simultâneas ao desenvolvimento do projeto, sendo necessário a assimilação de informações.

A Figura 9 exemplifica uma tabela de estilo de peça para tintas, na qual são inseridas todas as informações a respeito dos materiais para posteriormente serem anexadas ao projeto.

Figura 9: Tabela de estilo de piso

<.TCC Tabela de estilo de PISO>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nome-chave	Fator Piso	Fator Malha	IP	PISO			Kg Arg/m ² piso	Colagem Dupla	e_Rej (mm)
				Especificações					
				Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (cm)			
Argamassa AC I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%				5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Argamassa AC II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%				5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Argamassa AC III	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%				5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Contrapiso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%					<input checked="" type="checkbox"/>	
Pedra Britada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%					<input checked="" type="checkbox"/>	
Piso Cerâmico 30x30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,3	0,3	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Cerâmico 40x40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,4	0,4	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Cerâmico 50x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,5	0,5	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Porcelanato 60x60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,6	0,6	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Porcelanato 70x70	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,7	0,7	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Porcelanato 80x80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,8	0,8	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5

Fonte: (Autoria própria, 2022)

É notado que nesta tabela pode-se inserir todos os tipos de insumos possíveis para a composição de instalação de piso. Válido desde o contrapiso até o revestimento em si, e, posteriormente, são inseridos todos os tipos de informações a respeito desses materiais.

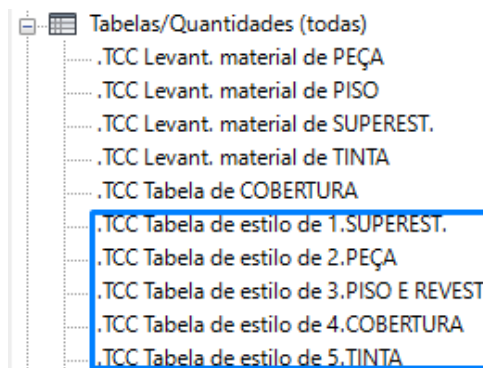
Vale ressaltar que nessas tabelas somente são inseridos os insumos primários, enquanto informações gerais da composição, como área, volume e algumas vezes dados de cota, são fornecidos pelo Revit®, já que essa é a intenção do *template* no momento de gerar os quantitativos.

Outro fator importante a ser levado em conta sobre esses dois modelos é que no primeiro caso citado o projeto deve ser realizado tendo como base o *template* origem, com os materiais pré configurados, somente desta maneira os quantitativos e custos serão possíveis. No segundo caso, a principal vantagem - e que fez com que seja o ponto de escolha desse modelo - é sua versatilidade para ser usado em qualquer *template* e em qualquer projeto, seja ele já realizado ou não. Isso devido a sua capacidade de deixar as informações dos materiais já montadas e as peças já bem definidas, possibilitando a transferência dessas informações para o projeto alvo.

5.5 Composições e grupos de composições

Para ser iniciado a formação das tabelas de estilo de peça, foram analisados todos os tipos de grupos de composição necessários para realização do projeto residencial e, desta maneira, definidos seus insumos. A Figura 10 mostra os grupos criados para posteriormente ser realizado o levantamento de material.

Figura 10: Grupos de estilo de peça



Fonte: (Autoria própria, 2022)

5.5.1 Superestrutura

O primeiro grupo caracteriza-se pela superestrutura, o qual, conforme Figura 11, foram inseridas todas as informações a respeito dos materiais que compõem uma viga, um pilar, baldrame, verga e contraverga. Desta maneira, informações a respeito de concreto e vergalhões são possíveis.

Figura 11: Tabela de estilo de superestrutura

<.TCC Tabela de estilo de 1.SUPEREST.>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Nome-chave	Fator Estrutura	Fator Viga	Fator Pilar	Fator Laje	IP 3	Altura (m)	Largura (m)	Resistência (MPa)
Laje 15cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10%	0,15		25
Laje 20cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10%	0,2		25
Pilar 14x26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,14	0,26	25
Pilar 20x20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,2	0,2	25
Pilar 20x30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,2	0,3	25
Viga 15x30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,3	0,15	25
Viga 15x40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,4	0,15	25
Viga 15x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,5	0,15	25
Viga 20x40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,4	0,2	25
Viga 20x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,5	0,2	25
Viga 20x60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,6	0,2	25
Viga 30x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,5	0,3	25
Viga 30x60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,6	0,3	25

Fonte: Autoria própria (2022)

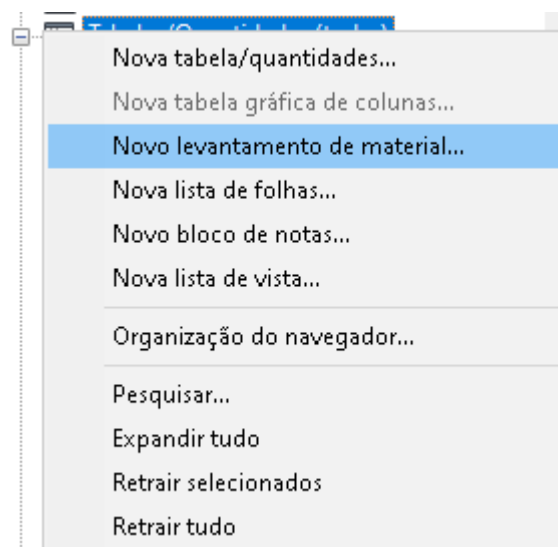
Nessa tabela, por caracterizar-se apenas de concreto e aço - sendo que o concreto foi considerado usinado e bombeado - as estruturas não precisam de tantas especificações. O IP 3 é o parâmetro relacionado ao índice de perda, e servirá de variável para cálculo dos insumos.

As colunas de Fator Estrutura, Fator Viga e Fator Pilar servem para estruturação da planilha e filtros, fazendo com que seja mais simples a separação das informações e, principalmente, tornar possível o uso de fórmulas com condições, já que é gerado uma exclusividade àquele material. Posteriormente, no próximo tópico serão apresentadas as fórmulas e as condições utilizadas.

5.5.1.1 Levantamento de materiais

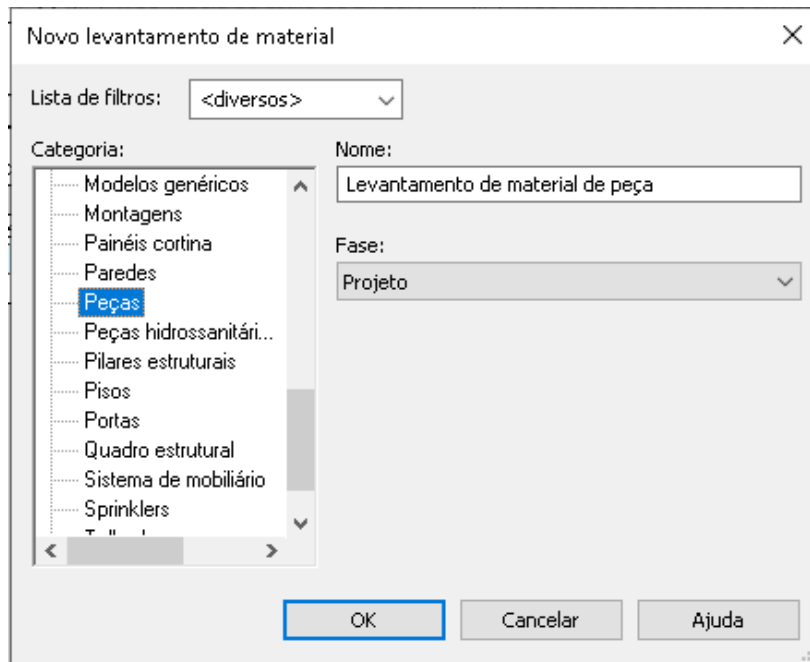
Para realização do quantitativo é gerada uma Planilha de Desenvolvimento de Materiais, conforme as Figuras 12 e 13, que traz como base a tabela de estilo de peça feita anteriormente, para que assim, as especificações fiquem vinculadas às duas planilhas. Com isso, é possível dar prosseguimento ao levantamento e inserção de fórmulas para contagem dos materiais.

Figura 12: Processo criação de levantamento



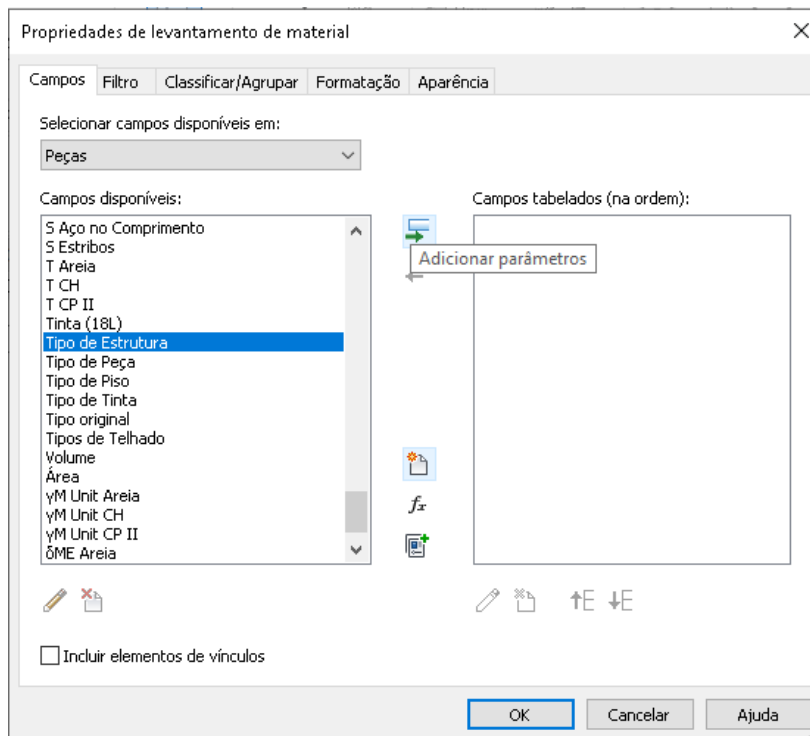
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 13: Criação de levantamento de peça



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 14: Criação dos campos



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 15 - Nome do parâmetro “Tipo de estrutura”

Nome-chave	Fator Estrutura	Fator Viga	Fator Pilar	Fator Laje	IP 3	Altura (m)	Largura (m)	Res
Laje 15cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10%	0,15		25
Laje 20cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10%	0,2		25
Pilar 15x24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,15	0,24	25
Pilar 20x20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,2	0,2	25
Pilar 20x30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,2	0,3	25
Viga 15x30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,3	0,15	25
Viga 15x40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,4	0,15	25
Viga 15x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,5	0,15	25
Viga 20x40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,4	0,2	25
Viga 20x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,5	0,2	25
Viga 20x60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,6	0,2	25
Viga 30x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,5	0,3	25
Viga 30x60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10%	0,6	0,3	25

Fonte: Autoria própria (2022)

Conforme indicado na Figura 14, no início da execução do levantamento é necessário a inserção dos campos. Todos os campos podem ser inseridos a qualquer momento, porém é importante que sejam pelo menos inseridos os campos de Nome do material e Tipo de Estrutura. O campo de tipo de estrutura é criado no momento da criação da tabela de peças, e pode ser alterado com base no intuito do projetista, conforme Figura 15.

5.5.1.2 Fórmulas para cálculo dos componentes de superestrutura

Após criação da planilha e inserção das fórmulas, a planilha ficará conforme apresentam as Figuras 16 e 17.

O grupo de composição de superestrutura é o que possui menos materiais, entretanto são diversas caracterizações para a estrutura, ou seja, a composição depende de muitos parâmetros para ser eficiente, como por exemplo: cobertura, espaçamento de estribos, quantidade de vergalhões de aço na seção transversal da estrutura, o tipo desses vergalhões, dentre outros. Por isso, neste caso, fez-se necessário gerar essas informações manualmente; o projetista, ao realizar os cálculos da estrutura, pode inserir as informações e dar seguimento ao projeto.

Figura 16 - Dados fixos estrutura

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Tipo de Estrutura	Material: Nome	Categoria original	Fator Estrutura	Fator Viga	Fator Pilar	Fator Laje	IP 3	Am Superior	Am Inferior	S Estribos (m)	Cobrimento (cm)
Pilar 15x24	TCC Concreto Usinado	Pilares estruturais	Sim	Não	Sim	Não	0,1	2	2	0,2	3
Laje 20cm	TCC Concreto Usinado	Pisos	Sim	Não	Não	Sim	0,1				
Viga 15x30	TCC Concreto Usinado	Quadro estrutural	Sim	Sim	Não	Não	0,1	2	2	0,2	3

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 17 - Dados variáveis estrutura

M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Material: Volume	C (m)	Vergalhões Inf (12m)	Vergalhões Sup (12m)	Estribo (12m)	LAJE			FORMAS			
					Área Laje	Malha (2x3m)	Malha (2,45x6m)	Tábuas 0,3x3m	Área (m²)	Ripas 5x1,5cm (3m)	Pregos (1kg)
3,27 m³	90,76666	15	15	20	0	0	0	87	75,15	74	3
22,18 m³	0	0	0	0	110,896	21	8	0	0,00	0	0
9,32 m³	207,18	35	35	57	0	0	0	228	192,68	190	9

Fonte: Autoria própria (2022)

O volume e o comprimento (C (m)) são gerados automaticamente. A partir daí, quantidade de Vergalhões é definida por C (m)/12, sendo 12 o tamanho de um vergalhão em metros. Conforme Figura 18, os Estribos foram definidos com base no espaçamento (S Estribos) e o perfil da estrutura, possibilitando assim sua contagem. Já a Figura 19 representa a quantidade de estribos que será utilizado.

Figura 18 - Fórmula comprimento estribos

Valor calculado

Nome: C Estribos

Fórmula Percentual

Disciplina: Comum

Tipo: Número

Fórmula:
$$\left(\frac{[\text{Comprimento (m)}]}{S \text{ Estribos}} \right) * \left(\left(\frac{[\text{Altura (m)}] - ([\text{Cobrimento (cm)}] / 100) * 2}{100} \right) * 2 + \left(\frac{[\text{Largura (m)}] - ([\text{Cobrimento (cm)}] / 100) * 2}{100} \right) * 2 \right)$$

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 19 - Fórmula estribos

A caixa de diálogo 'Valor calculado' apresenta os seguintes campos e opções:

- Nome:** Estribo (12m)
- Opções:** Fórmula, Percentual
- Disciplina:** Comum
- Tipo:** Número
- Fórmula:** C Estribos / 12
- Botões:** OK, Cancelar, Ajuda

Fonte: Autoria própria (2022)

As malhas são definidas com base na área da Laje e na área da malha, em que se coloca um transpasse entre cada uma de 15cm, para amarração. Vale lembrar que essas informações do projeto podem alterar de acordo com o projeto de estruturas, sendo necessário apenas a atualização das informações conforme dados encontrados.

Já a quantidade de formas (tábuas e ripas) foi obtida pela soma das áreas das faces das vigas e pilares, a partir do momento que as formas cobrem estas áreas no momento da concretagem. Foram consideradas 3 ripas com uma distância de 30cm entre cada para cada metro de estrutura. Em casos que essa definição necessitar ser diferente, será preciso alterar a fórmula. Entretanto, desta maneira há um cálculo mais assertivo com o que se encontrou em obra.

5.5.2 Peças

Este grupo foi nomeado como “Peças” pois é o que apresenta mais variações de insumos. Compõe todos aqueles que envolvem execução de parede, envolvendo blocos, chapisco, emboço, emassamento, pintura e até argamassa de assentamento. Por este motivo é o que possui maior número de informações, conforme é mostrado na Figura 20.

Figura 20 - Tabela de estilo para Peças

«TCC Tabela de estilo de 2.PEÇA»																		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Nome-chave	Fator Material	Fator Volume	IP	Especificações do Bloco (m)			e_Arg (m)	Traço				Massa Unitária (g/cm³)			Massa Específica (g/cm³)			Fator Compatibilidade
				L Bloco	A Bloco	C Bloco		CP II	CH	Areia	A/C	γ CP II	γ CH	γ Areia	δ CP II	δ CH	δ Areia	
Alvenaria de Bloco 6 furos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10,0%	0,09	0,14	0,19	0,02	1	2	7	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Alvenaria de Bloco 9 furos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10,0%	0,19	0,14	0,29	0,02	1	2	7	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Alvenaria Estrutural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10,0%	0,14	0,19	0,39	0,01	1	1	6	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Alvenaria Tijolo Maciço	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10,0%					1	2	7	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Chapisco	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15,0%					1	0	3	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Contrapiso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%					1	1	5	0	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Massa Única	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10,0%					1	2	8	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Massa Única Sarrafeada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%					1	1	7	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2
Reboco	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%					1	1	5	1	1,2	1,7	1,5	3,15	2,38	2,5	1,2

Fonte: Autoria própria (2022)

Observa-se que nesse grupo, informações como Massa Unitária e Massa Específica são essenciais para o desenvolvimento da tabela. Isso ocorre pois temos o fator de traço, em que todos os materiais dependem da quantidade de cimento e, devido ao traço ser com base em volume, unidades como quilograma não servem para o cálculo. Como resumo e exemplificação, pode-se dizer que 1 (um) saco de cimento não é igual a 1 (um) saco de cal, da mesma maneira que 1 (um) kg de cimento não ocupa o mesmo espaço (volume) que 1 (um) kg de areia. Por este motivo, informações que relacionam a densidade dos materiais auxiliam para a assertividade das informações.

O fator compatibilidade é um parâmetro que é utilizado para compatibilização do cálculo de areia, já que 1 (um) m³ de areia não rende 1 (um) m³ de argamassa, e sim menos, devido aos outros componentes (cimento, cal e água), mesmo que em menores quantidades.

5.5.2.1 Fórmulas para cálculo dos componentes na categoria “peça”

Com inserção das fórmulas, a tabela apresenta-se conforme as Figuras 21 e 22, de maneira a iniciar com as colunas de inserção fixa ou automática pelo software - aquelas que inserimos manualmente e que o Revit® fornece, respectivamente - e finalizar com as colunas que são calculadas com base nas fórmulas.

Figura 21 - Levantamento de materiais “peças”

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Estilo de peça	Material: Nome	IP	Fator Material	Volume IP	Especificação Bloco	Traço	e_Arg	Área do Bloco
Alvenaria de Bloco 6 furos Meia vez	.TCC Alvenaria de Bloco	10,0%	Sim	27,71 m³	0,09 x 0,14 x 0,	1,0 : 2,0 : 7,0 / 0,9	0,02	0,0266
Chapisco	.TCC Chapisco	10,0%	Sim	3,69 m³		1,0 : 0,0 : 3,0 / 1,2		
Reboco	.TCC Reboco	10,0%	Sim	12,31 m³		1,0 : 1,0 : 5,0 / 1,0		

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 22 - Dados variáveis Levantamento de materiais “peças”

<.TCC Levant. material de PEÇAS>

J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Qtd Blocos	Volume de Blocos	Volume Argamassa	Consumo de Cimento (kg/m³)	Volume de Areia Seca	CP II (kg/m³) - Compatível	CP II - Sacos 50kg	CH - Sacos 20kg	Volume de Areia (m³)	Volume de Água (L)
9161,990226	21,93 m³	5,77 m³	205,854652	0,960655	257,142857	29,684848	148,424242	6,926465	1335,818175
0	0,00 m³	3,69 m³	367,990654	0,735981	600	44,320939	0	4,432094	2659,256323
0	0,00 m³	12,31 m³	267,549338	0,891831	360	88,628984	221,572459	14,771497	4431,449183

Fonte: Autoria própria (2022)

A quantidade de blocos, conforme Figura 23, é definida com base na área do bloco com argamassa de assentamento (por este motivo, a espessura da argamassa influencia no cálculo) e a área da parede.

Figura 23 - Fórmula quantidade de blocos

Valor calculado

Nome: Qtd Blocos

Fórmula Percentual

Disciplina: Comum

Tipo: Número

Fórmula: $\text{Área IP} / (((\text{A Bloco} + \text{e_Arg}) * (\text{C Bloco} + \text{e_Arg})) * 1 \text{ m}^2)$

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria (2022)

Mesmo o Revi® fornecendo as ferramentas para inserção de fórmulas, o software não define e não trabalha de maneira automatizada com as unidades, por isso há vezes em que se faz necessário multiplicações e divisões para compatibilidade da fórmula. O

que foi o caso do final da fórmula da Figura 23, em que a equação foi multiplicada por 1 (um) m² no divisor para a conta ser compatibilizada em m²/m².

Quanto às colunas de “Fator”, podem ser apresentadas no cálculo de Volume de Argamassa. A argamassa é tanto calculada no assentamento quanto no chapisco e emboço, por isso não é correto o uso da fórmula de Volume automático do Revit® para encontrar esta informação. Para isso, é necessário o uso do *if* conforme Figura 24, limitando, assim, o cálculo.

Figura 24 - Fórmula volume de argamassa

Valor calculado

Nome:

Fórmula Percentual

Disciplina:

Tipo:

Fórmula:

Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa maneira, o cálculo de cimento, cal e areia é realizado levando em consideração o consumo de cimento por m³ de argamassa, conforme demonstra as Figuras 25, 26 e 27. Por consequência, dentro do campo para fórmula já é possível realizar o cálculo do produto (sacos ou m³), sem tornar-se necessário a criação de novas colunas.

Figura 25 - Fórmula sacos de cimento

Valor calculado

Nome:

Fórmula Percentual

Disciplina:

Tipo:

Fórmula:

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 26 - Fórmula sacos de cal

Valor calculado

Nome: CH - Sacos 20kg

Fórmula Percentual

Disciplina: Comum

Tipo: Número

Fórmula:
$$\frac{(((CP II (kg/m^3) - Compatível] * Volume Argamassa) * T CH)}{20 m^3}$$

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 27 - Fórmula volume de areia

Valor calculado

Nome: Volume de Areia (m³)

Fórmula Percentual

Disciplina: Comum

Tipo: Número

Fórmula:
$$\frac{(((CP II (kg/m^3) - Compatível] * Volume Argamassa) * T Areia) / 1000 m^3)}{\gamma M Unit Areia}$$

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria (2022)

É válido lembrar que em algumas fórmulas faz-se necessário o uso de divisões e multiplicações para compatibilização dos cálculos.

5.5.3 Piso e revestimento

O grupo de piso e revestimento caracteriza todos os insumos referentes a um piso terminado, desde a pedra britada para regularização, até o rejunte do piso. A Figura 28 evidencia os componentes considerados.

Figura 28 - Tabela estilo de peça piso e revestimento

«TCC Tabela de estilo de 3.PISO E REVEST.»									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nome-chave	Fator Piso	Fator Malha	IP	PISO			Kg Arg/m ² piso	Colagem Dupla	e_Rej (mm)
				Especificações					
				Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (cm)			
Argamassa AC I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%				5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Argamassa AC II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%				5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Argamassa AC III	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%				5	<input checked="" type="checkbox"/>	
Contrapiso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%					<input checked="" type="checkbox"/>	
Pedra Britada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%					<input checked="" type="checkbox"/>	
Piso Cerâmico 30x30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,3	0,3	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Cerâmico 40x40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,4	0,4	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Cerâmico 50x50	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,5	0,5	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Porcelanato 60x60	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,6	0,6	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Porcelanato 70x70	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,7	0,7	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5
Piso Porcelanato 80x80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10,0%	0,8	0,8	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1,5

Fonte: Autoria própria (2022)

5.5.3.1 Fórmulas para cálculo de pisos e revestimentos

No caso dos pisos, a planilha de levantamento apresenta-se conforme mostrado na Figura 29, e contém algumas peculiaridades parecidas com o caso do grupo de peças.

Figura 29 - Levantamento de materiais piso e revestimento

«TCC Levant. material de PISO»																				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
Tipo de Piso	Material: Nome	Categoria original	Fator Piso	Fator Malha	Fator Pedra	Índice Perda	Material: Área	Material: Volume	Especificações				Dados		Kg Arg/ m ² piso	Arg. (c 20kg)	Colagem Dupla	Malha (2x3m)	Malha (2,45x6m)	
									L	C	H	e_Rej (mm)	Qtde. Piso	Rejunte (kg)						
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	74,65 m ²	1,49 m ³						0	0	5	37,3225	Sim	0	0
Argamassa AC III	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	26,51 m ²	0,53 m ³						0	0	5	13,2556	Sim	0	0
Contrapiso	TCC Concreto Ultraplaco Contrapiso	Pisos	Sim	Sim		10%	101,62 m ²	3,08 m ³						0	0				25	8
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	1011,6 m ²	141,6 m ³						0	0				0	0
Piso Cerâmico 30x30	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim			10%	106,59 m ²	0,61 m ³	0,3	0,3	1	1,5		1303	29				0	0
Piso Porcelanato 60x60	TCC acabamento porcelanato	Pisos	Sim			10%	51,59 m ²	0,52 m ³	0,6	0,6	1	1,5		158	7				0	0
Total geral							462,11 m ²	20,39 m ³						1460	37		50,5781		25	8

Fonte: Autoria própria (2022)

Para os pisos, há parâmetros que são muito importantes para os cálculos. Dados como espaçamento do rejunte, quilogramas de argamassa por área de piso, tipo de colagem (no contrapiso e na peça ou somente no contrapiso) são informações que variam de projeto para projeto e devem ser cuidadosamente inseridas para funcionamento do projeto. É possível observar também que nesse grupo há informações a respeito do contrapiso e pedra britada. Geralmente, quando o projetista realiza um projeto no software, o piso a ser inserido é dado somente pelo insumo de revestimento. Nesses

casos, não haverá precisão de materiais, pois há a ausência de uma peça estrutural muito importante para a instalação dos pisos, a regularização e o contrapiso.

Neste grupo, a maioria das informações saem automáticas, sem o uso de fórmulas muito específicas, com exceção do cálculo do rejunte, que leva em consideração sua densidade, $0,0025 \text{ kg/cm}^3$, mostrado na Figura 30. Com essa informação, é necessário realizar o cálculo do volume de rejunte, e isso depende do tamanho do piso, da espessura do rejunte e da profundidade do piso. Desta maneira, é notado que este parâmetro depende de muitos dados, dados esses que são fornecidos com base no desejo do proprietário da obra para o acabamento.

Figura 30 - Fórmula de rejunte

Valor calculado

Nome:

Fórmula Percentual

Disciplina:

Tipo:

Fórmula:

OK Cancelar Ajuda

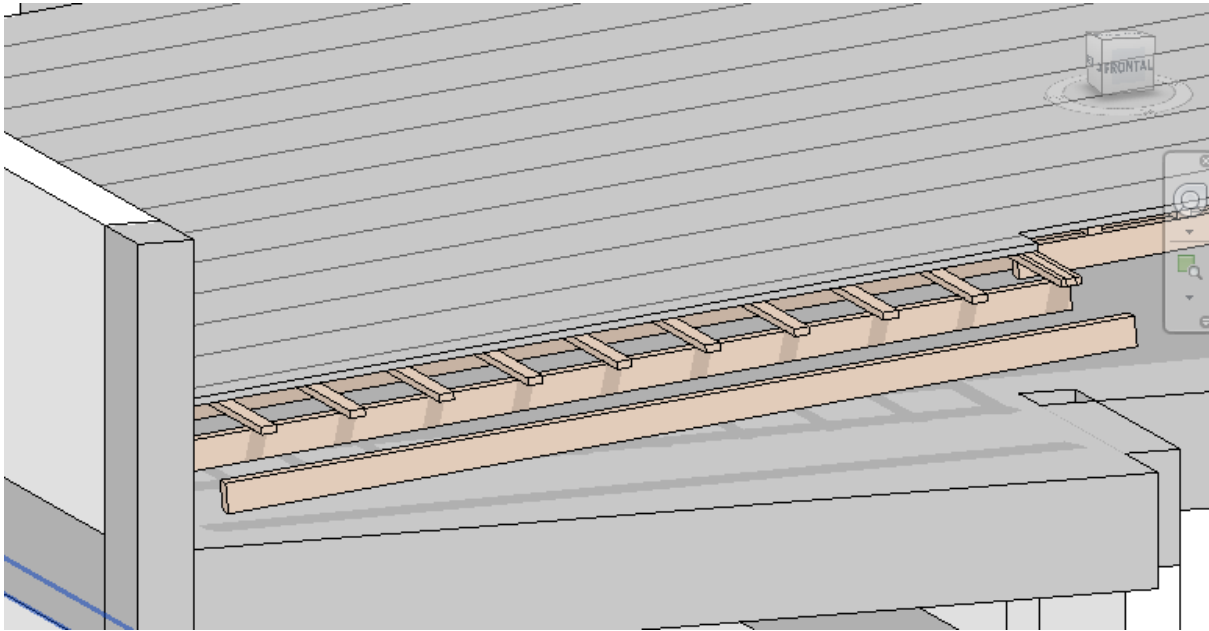
Fonte: Autoria própria (2022)

5.5.4 Cobertura

Para a cobertura, não será utilizada a tabela de peças. Isso se deve ao fato de que os componentes que envolvem a cobertura são insumos colocados um por vez, em todos os projetos, ou seja, não se assemelha à uma parede, em que colocamos a família de parede e essa já traz as camadas para cada material (chapisco, emboço, emassamento e pintura). No caso da cobertura, conforme ilustra a Figura 31, o processo é realizado de maneira a colocarmos cada material de cada vez, primeiro as terças, depois as ripas e, por fim, a telha, podendo esta última ser de diferentes materiais.

Portanto, estas tabelas saem de maneira automática, baseado em cada material.

Figura 31 - Esquemática telhado



Fonte: Autoria própria (2022)

5.5.5 Tinta

Por fim, o último grupo é o referente às tintas, sendo que a tabela, conforme mostrado na Figura 32, fornece informações a respeito de rendimento da tinta, demãos, qualidade da tinta, ou seja, fatores que determinam a quantidade de tinta para ser realizada a pintura. Essas informações podem variar de projeto para projeto, por isso, o projetista poderá alterar e atualizar essas informações somente uma vez na tabela, conforme já informado anteriormente.

Figura 32 - Tabela de estilo de tinta

<TCC Tabela de estilo de S.TINTA>						
A	B	C	D	E	F	G
	Fator Tinta	Qualidade	Nº. Demãos	R1-18L	R2-18L	R3-18L
Massa Acrilica	<input checked="" type="checkbox"/>	PREMIUM	2	50	25	16,5
Massa PVA	<input checked="" type="checkbox"/>	PREMIUM	2	50	25	16,5
Tinta Látex Acrilica	<input checked="" type="checkbox"/>	PREMIUM	3	500	250	165
Tinta Látex PVA	<input checked="" type="checkbox"/>	STANDARD	3	385	193	129

Fonte: Autoria própria (2022)

5.5.5.1 Fórmulas para cálculo de tintas e massas

O grupo de tintas, conforme apresentado na Figura 33, tem como objetivo a retirada de informações, como latas de tinta, latas de massa e lixa. Essas informações são parâmetros que dependem de variáveis, como o número de demãos e rendimento da tinta/massa. A qualidade é apresentada apenas para auxílio e controle no momento de compra dos materiais.

Figura 33 - Tabela de levantamento de materiais tinta

<TCC Levant: material de TINTA>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Tipo de Tinta	Material: Nome	Categoria original	Material: Área	Fator Tinta	Fator Massa	IP	Nº. Demãos	R1-18L	R2-18L	R3-18L	Qualidade	Área IP	Lata 18L	Lixa 120g
Massa Acrilica	TCC Massa Acrilica	Paredes	213,26 m²	Sim	Sim	10,0%	2	50	25	16,5	PREMIUM	234,581982	9	23
Massa PVA	TCC Massa PVA	Paredes	346,23 m²	Sim	Sim	10,0%	2	50	25	16,5	PREMIUM	380,847571	15	38
Tinta Látex Acrilica	TCC Tinta Acrilica	Paredes	213,27 m²	Sim		10,0%	3	500	250	165	PREMIUM	234,599582	1	0
Tinta Látex PVA	TCC Tinta Látex	Paredes	346,20 m²	Sim		10,0%	2	385	193	129	STANDARD	380,818091	2	0

Fonte: Autoria própria (2022)

As fórmulas utilizadas para resultado das informações são apresentadas conforme Figuras 34 e 35.

Figura 34 - Fórmula latas de tinta e massa

Valor calculado

Nome:

Fórmula Percentual

Disciplina:

Tipo:

Fórmula:

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 35: Fórmula de lixas

A caixa de diálogo 'Valor calculado' apresenta os seguintes campos e opções:

- Nome:** Lixa 120g
- Opções:** Fórmula, Percentual
- Disciplina:** Comum
- Tipo:** Número
- Fórmula:** $\text{if}(\text{Fator Massa, Material: Área} * (1 + \text{IP}) / 10 \text{ m}^2, 0)$

Botões de ação: OK, Cancelar, Ajuda.

Fonte: Autoria própria (2022)

A função *if* nesses casos foi utilizada por motivos diferentes. No primeiro caso faz-se necessário a separação do rendimento por número de demãos. Já no caso das lixas, o *if* foi utilizado juntamente com a coluna de Fator Massa, fazendo com que o cálculo das lixas seja realizado somente nas linhas de massa, e não das de tinta, evitando assim duplicidade das informações.

6 O PROJETO

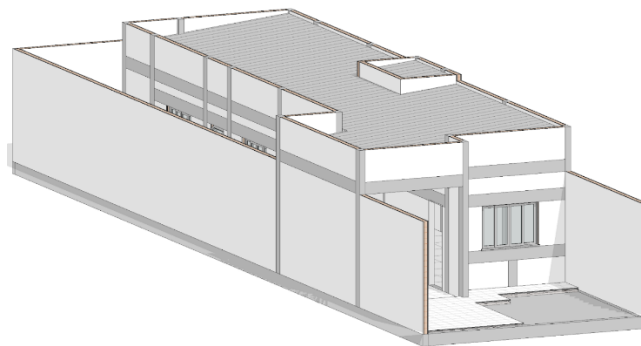
O projeto arquitetônico foi baseado no *template* desenvolvido neste estudo a partir do momento que envolve camadas e composições que se baseiam em diversos insumos. Por sua vez, o projeto hidrossanitário teve como *template* o arquivo fornecido pela Roberta Vendramini, da Cursos Construir (2018) plataforma com cursos licenciados da Autodesk. O documento disponibilizado é básico, porém, o projeto hidráulico por ser dependente somente de peças e tubulações, já fornece o quantitativo de maneira completa, sendo possível também realizar alterações e inserções de fórmula para objetivo final.

6.1 Projeto arquitetônico

A Figura 36 apresenta a modelagem do projeto realizado. Esse projeto foi totalmente baseado em uma construção real, que foi realizada no ano de 2020 para 2021, para fins de comparação e análise de viabilidade do *template* construído.

O projeto trata-se de uma residência unifamiliar de 85 m². O terreno foi dividido em dois lotes, possuindo então frente de 6 metros por 25 metros de comprimento, totalizando 150 m². A obra durou 7 meses, entretanto eram casas geminadas. Posteriormente, para as análises dos dados extraídos, houve como base somente a unidade A, já que o intuito é apresentar e analisar a eficiência do quantitativo e custo automático, além de comparar as ferramentas utilizadas para o cronograma.

Figura 36 - Esquema 3D projeto

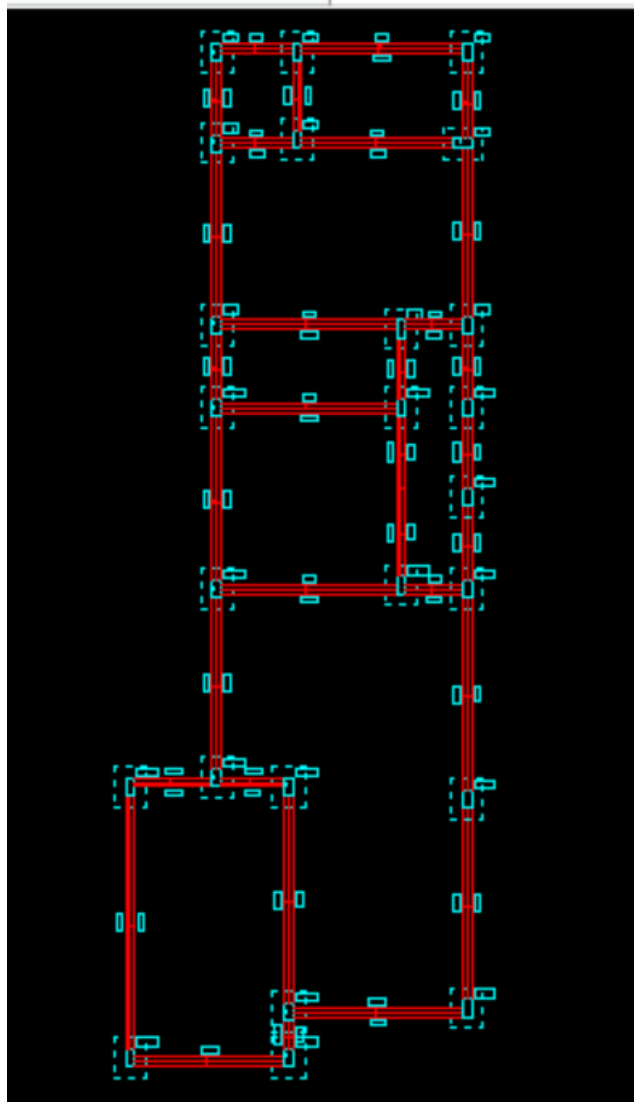


Fonte: Autoria própria (2022)

Para assertividade nos processos e controle dos materiais a serem utilizados, o projeto foi realizado etapa por etapa, fazendo assim com que não haja conflitos no momento de realizar o estudo de viabilidade. As superestruturas estão aparentes, porém estão servindo para sinalização da localização das estruturas.

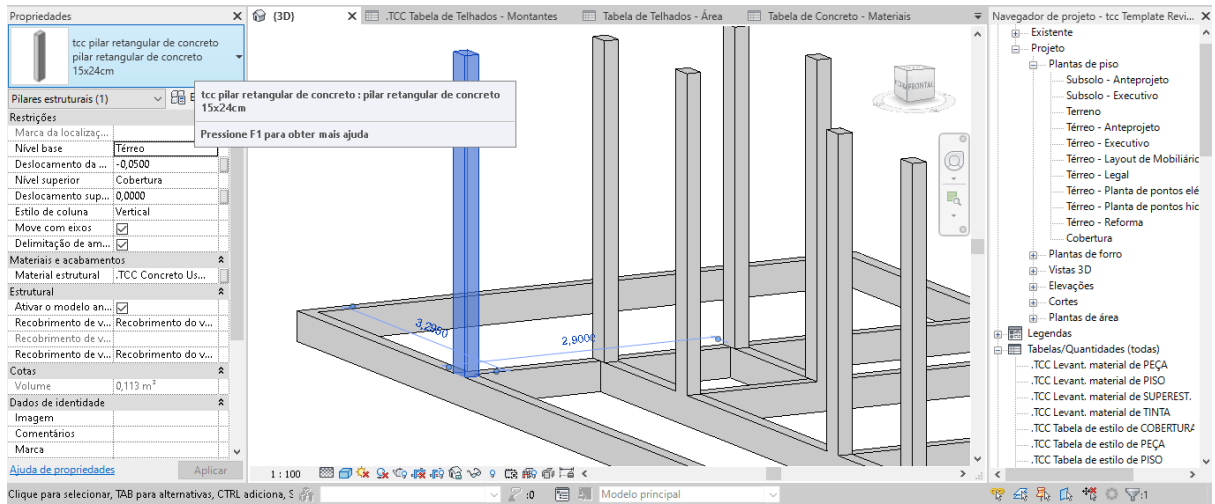
Primeiro passo foi a locação de pilares e da viga baldrame, conforme Figura 37. A Figura 38, Figura 39 e Figura 40 a seguir representam o esquema de pilares e vigas, evidenciando a maneira com que foram utilizadas as famílias.

Figura 37 - Locação de pilares e viga baldrame



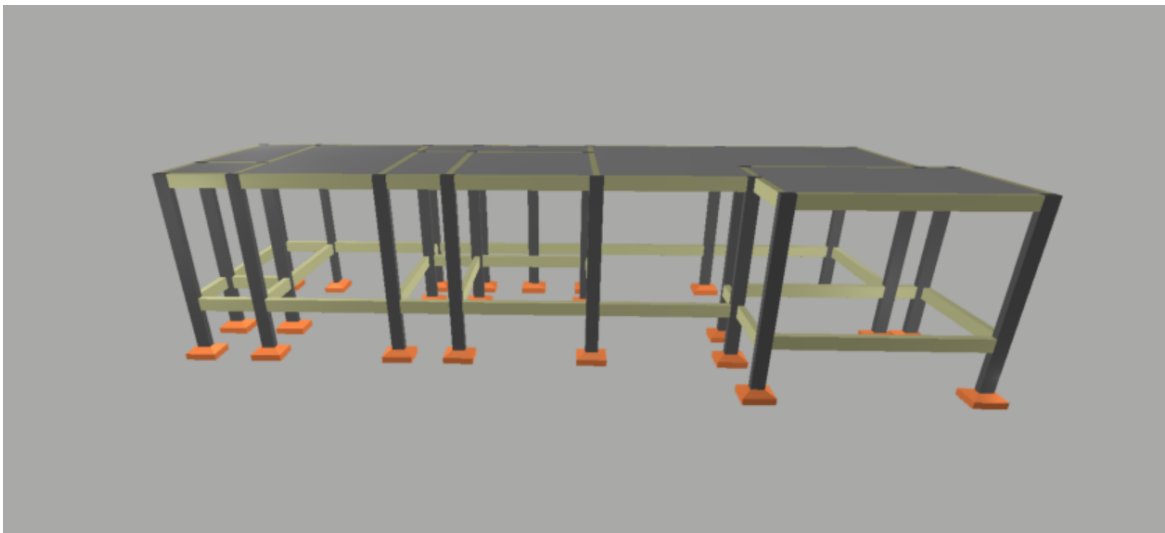
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 38 - Família pilar



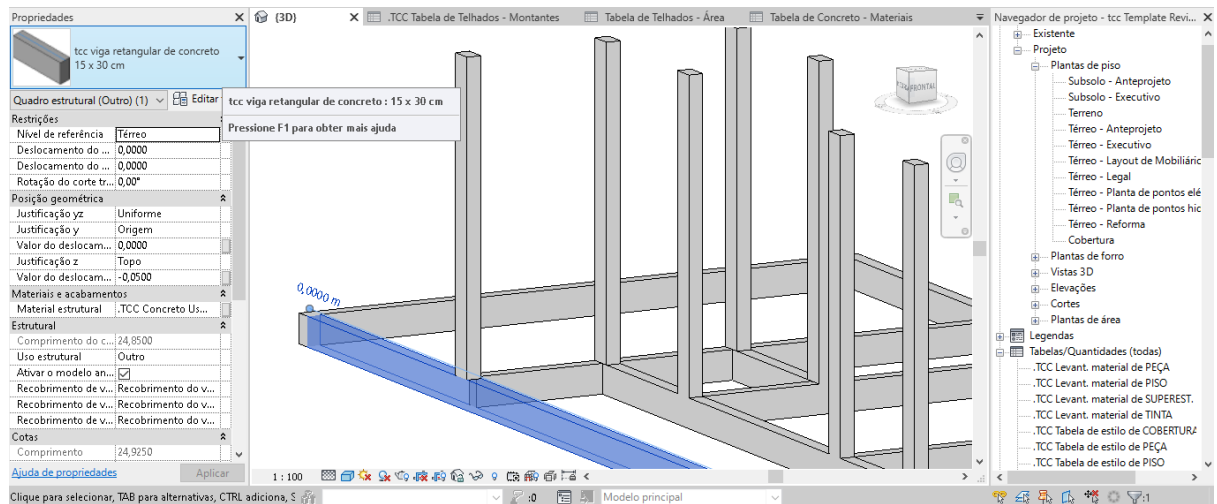
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 39: Esquematisação pilares, viga baldrame e laje (Eberick®)



Fonte: Autoria própria (2022)

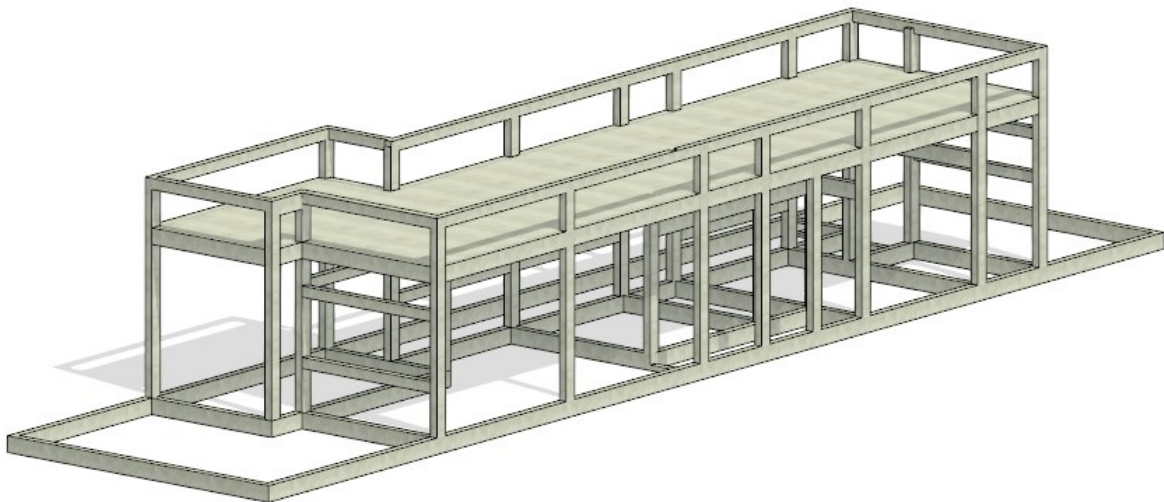
Figura 40: Família viga baldrame



Fonte: Autoria própria (2022)

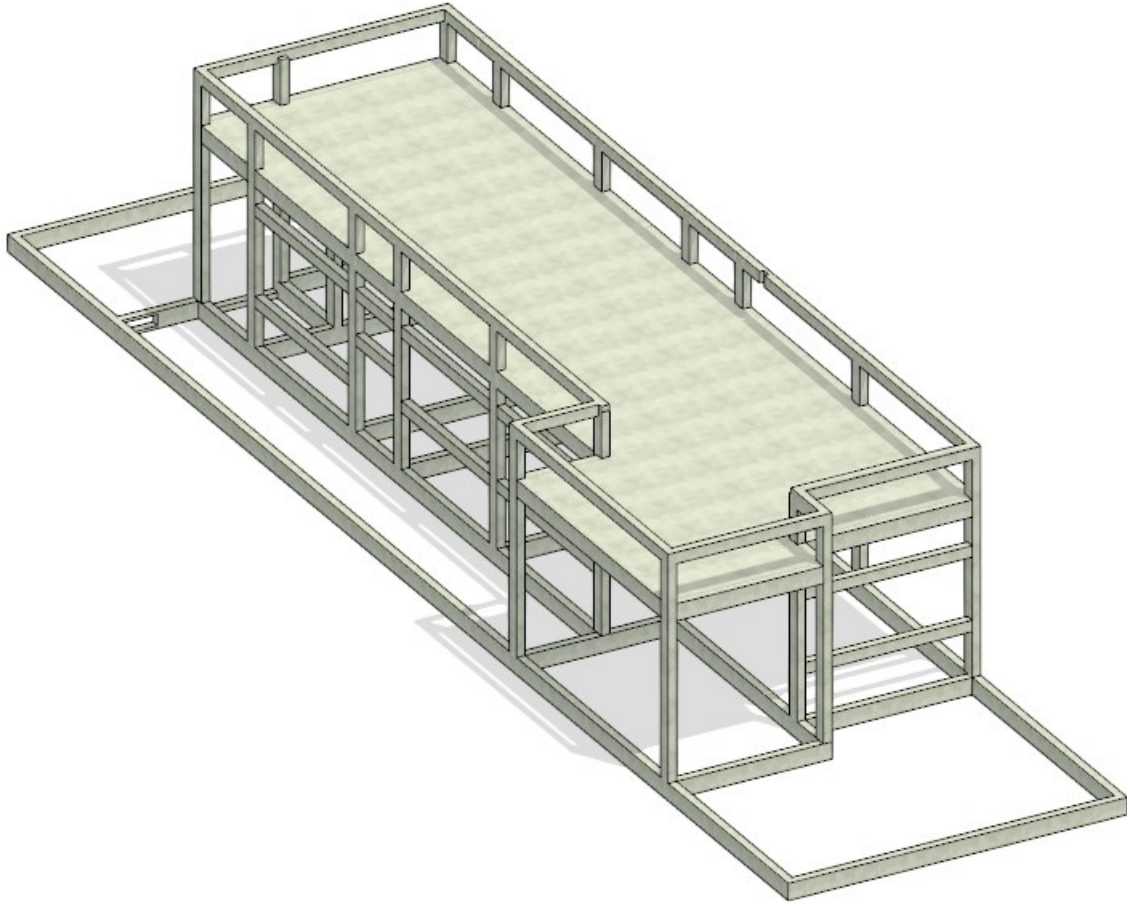
Em seguida, foram inseridas as demais estruturas, como vigas, pilares intermediários, vergas e contravergas para finalização da etapa de superestrutura e o primeiro grupo já mencionado, conforme as Figuras 41 e 42.

Figura 41 - Esquemática pilares, vigas, vergas e contravergas



Fonte: Autoria própria (2022)

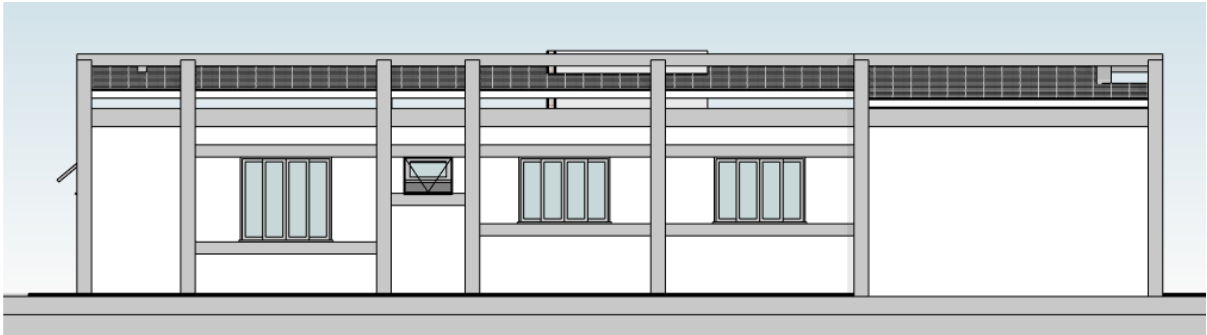
Figura 42 - Esquemática pilares, vigas, vergas e contravergas



Fonte: Autoria própria (2022)

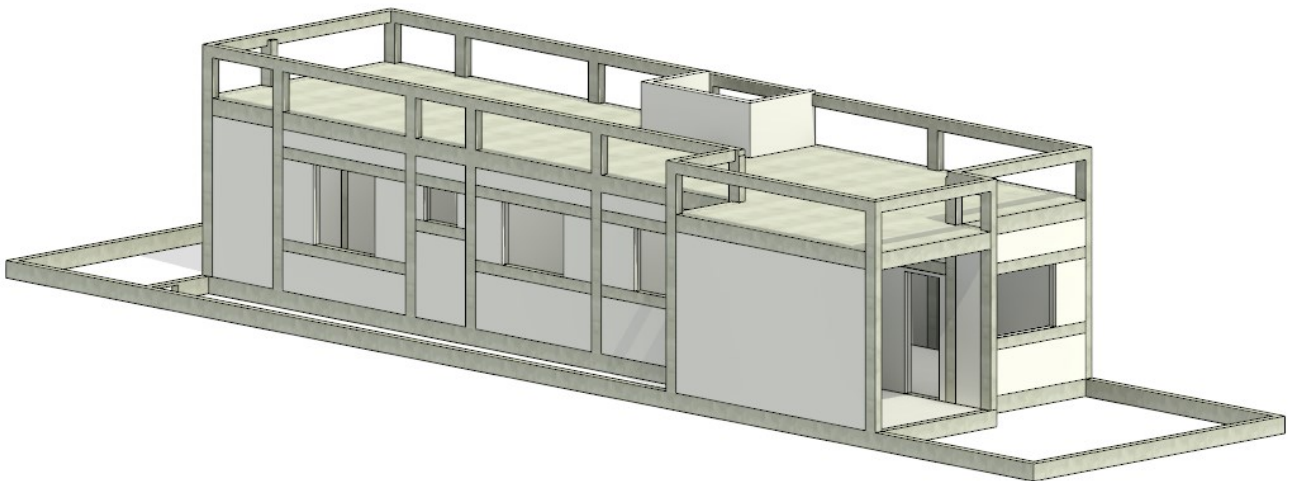
Após, foram inseridas as paredes, já com as suas respectivas camadas. As camadas são para referir os materiais, entretanto, como já foi mencionado, elas não definem os parâmetros das peças, já que foi decidido a utilização de tabelas de estilo de peça, por isso, pode-se definir qualquer estilo de peça para qualquer tipo de material, por isso é importante a cautela ao relacionar os parâmetros. As Figuras 43 e 44 mostram a inserção das paredes e como resultam os espaços de janelas e portas.

Figura 43 - Corte para esquematização de paredes



Fonte: Autoria própria (2022)

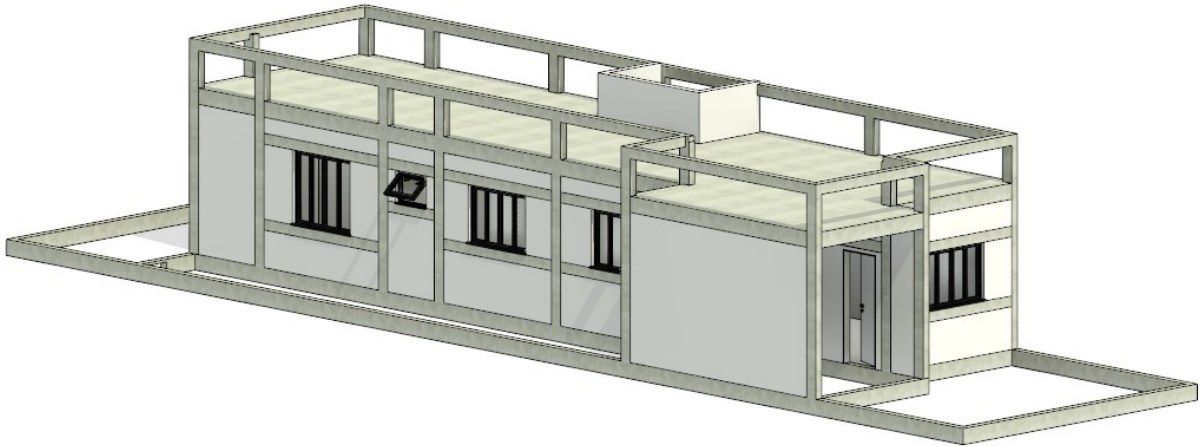
Figura 44 - Esquematização paredes



Fonte: Autoria própria (2022)

Em seguida, foram inseridas as esquadrias, conforme Figura 45, de maneira que ficassem idênticas ao projeto real. Seus tamanhos, folhas e materiais ficaram compatíveis.

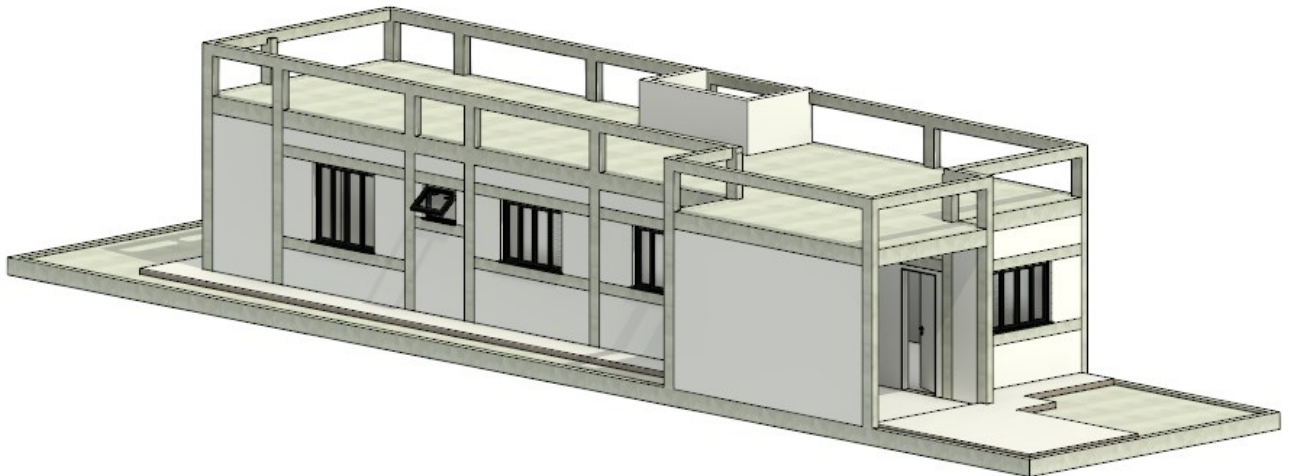
Figura 45 - Esquemática esquadradas



Fonte: Autoria própria (2022)

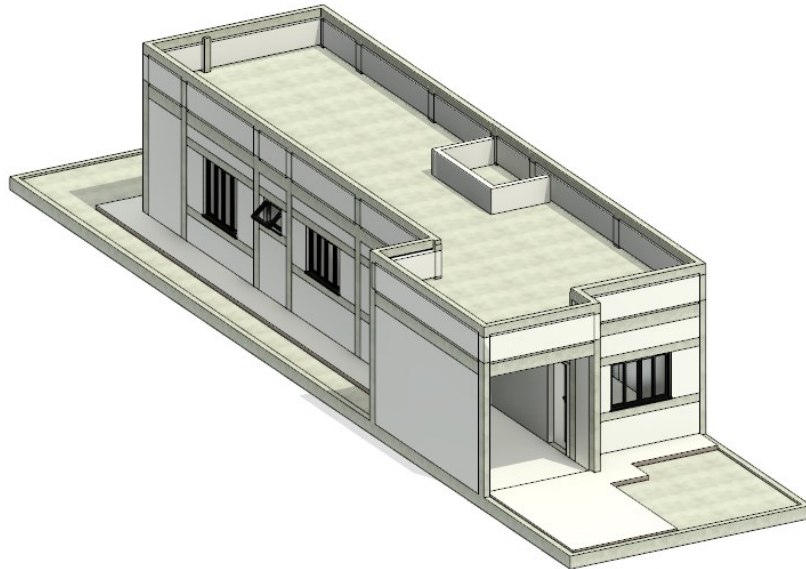
A próxima etapa é a inserção dos pisos, contrapiso e laje, conforme Figura 46 e posteriormente a platibanda e telhado de fibrocimento, conforme Figuras 47 e 48.

Figura 46 - Esquemática piso e laje



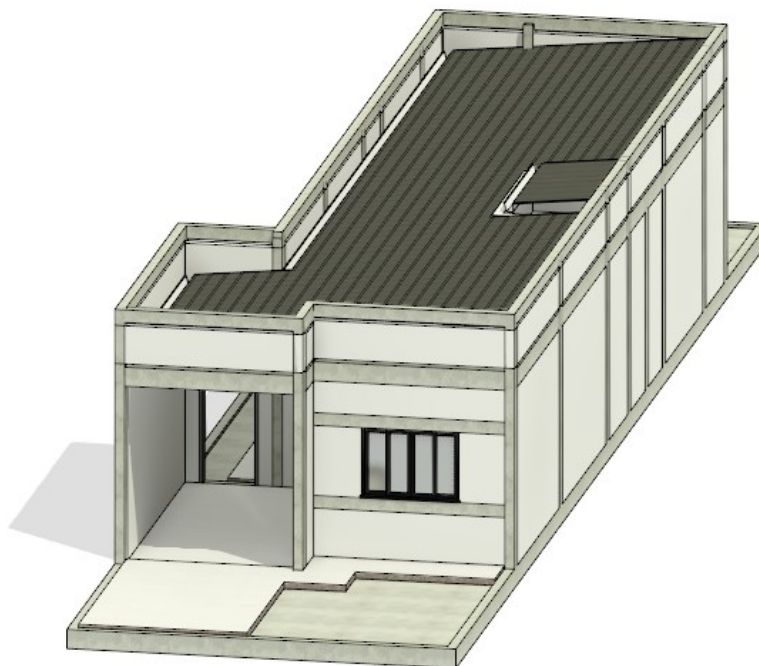
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 47 - Esquematização platibanda



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 48 - Esquematização telhas



Fonte: Autoria própria (2022)

Por fim, o resultado é apresentado na Figura 49, com base no realizado conforme Figura 50.

Figura 49 - Esquematização projeto final



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 50 - Imagem do projeto real construído



Fonte: Autoria própria (2022)

6.1.1 Conexão de dados

Após finalização do projeto, faz-se necessária a assimilação das peças com os materiais/camadas que foram criadas. Este processo é o mais importante até o momento,

pois com o *template* já finalizado, a partir desse momento o projetista terá apenas a função de fazer a conexão das peças. A Figura 51 mostra, como exemplo, a assimilação do material TCC acabamento cerâmico com a peça Piso cerâmico 30x30. Nota-se que as outras peças já estão vinculadas, porém, como informa a Figura 52, é possível que seja colocado diversos tipos de peças para o mesmo material, ou seja, nesse caso, pode ser inserido qualquer especificação de piso cerâmico (qualquer tamanho de piso, qualquer rejunte, qualquer argamassa) para o material piso cerâmico. Essa flexibilidade é o ponto principal desse tipo de modelo.

Figura 51 - Assimilação de dados / piso

Tipo de Piso	Material: Nome	Categoria original	Fator Piso	Fator Malha	Fator Pedra	Índice Perda	Material: Área	Material: Volume	Espe
									L
Piso Cerâmico 30x30	TCC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	2,25 m ²	0,02 m ³	0,3
Pedra Britada	CC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	4,62 m ²	0,05 m ³	0,3
Piso Cerâmico 30x30	CC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	3,97 m ²	0,04 m ³	0,3
Piso Cerâmico 40x40	CC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	12,22 m ²	0,12 m ³	0,3
Piso Cerâmico 50x50	CC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	2,25 m ²	0,05 m ³	
Piso Porcelanato 60x60	CC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	4,62 m ²	0,09 m ³	
Piso Porcelanato 70x70	CC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	3,97 m ²	0,08 m ³	
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	12,22 m ²	0,24 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	12,22 m ²	1,71 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	2,25 m ²	0,32 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	4,62 m ²	0,65 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	3,97 m ²	0,56 m ³	
Piso Porcelanato 60x60	TCC acabamento porcelanato	Pisos	Sim			10%	29,84 m ²	0,30 m ³	0,6
Piso Porcelanato 60x60	TCC acabamento porcelanato	Pisos	Sim			10%	12,60 m ²	0,13 m ³	0,6
Piso Porcelanato 60x60	TCC acabamento porcelanato	Pisos	Sim			10%	9,15 m ²	0,09 m ³	0,6
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	29,84 m ²	0,60 m ³	
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	12,60 m ²	0,25 m ³	
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	9,15 m ²	0,18 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	9,15 m ²	1,28 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	29,84 m ²	4,18 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	12,60 m ²	1,76 m ³	
Contrapiso	TCC Concreto Usinado	Pisos	Sim	Sim		10%	10,89 m ²	2,18 m ³	
Contrapiso	TCC Concreto Usinado	Pisos	Sim	Sim		10%	21,67 m ²	4,33 m ³	
Contrapiso	TCC Concreto Usinado	Pisos	Sim	Sim		10%	82,48 m ²	16,50 m ³	
Piso Cerâmico 30x30	TCC Tinta Látex	Paredes	Sim			10%	1,07 m ²	0,00 m ³	0,3
Piso Cerâmico 30x30	TCC Massa PVA	Paredes	Sim			10%	1,07 m ²	0,00 m ³	0,3
Piso Cerâmico 30x30	TCC Tinta Látex	Paredes	Sim			10%	3,97 m ²	0,01 m ³	0,3

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 52 - Diversidade de escolhas de piso

Tipo de Piso	Material: Nome	Categoria original	Fator Piso	Fator Malha	Fator Pedra	Índice Perda	Material: Área	Material: Volume	Espec L
Piso Cerâmico 30x30	TCC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	2,25 m ²	0,02 m ³	0,3
Piso Cerâmico 40x40	TCC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	4,62 m ²	0,05 m ³	0,4
Argamassa AC II	CC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	3,97 m ²	0,04 m ³	0,3
Argamassa AC III	CC acabamento cerâmico	Pisos	Sim			10%	12,22 m ²	0,12 m ³	0,3
Contrapiso	CC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	2,25 m ²	0,05 m ³	
Pedra Britada	CC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	4,62 m ²	0,09 m ³	
Piso Cerâmico 30x30	CC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	3,97 m ²	0,08 m ³	
Piso Cerâmico 40x40	CC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	12,22 m ²	0,24 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	12,22 m ²	1,71 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	2,25 m ²	0,32 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	4,62 m ²	0,65 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	3,97 m ²	0,56 m ³	
Piso Porcelanato 60x60	TCC acabamento porcelanato	Pisos	Sim			10%	29,84 m ²	0,30 m ³	0,6
Piso Porcelanato 60x60	TCC acabamento porcelanato	Pisos	Sim			10%	12,60 m ²	0,13 m ³	0,6
Piso Porcelanato 60x60	TCC acabamento porcelanato	Pisos	Sim			10%	9,15 m ²	0,09 m ³	0,6
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	29,84 m ²	0,60 m ³	
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	12,60 m ²	0,25 m ³	
Argamassa AC II	TCC Argamassa Assentamento	Pisos	Sim			10%	9,15 m ²	0,18 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	9,15 m ²	1,28 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	29,84 m ²	4,18 m ³	
Pedra Britada	TCC Pedra Britada	Pisos	Sim		Sim	10%	12,60 m ²	1,76 m ³	
Contrapiso	TCC Concreto Usinado	Pisos	Sim	Sim		10%	10,89 m ²	2,18 m ³	
Contrapiso	TCC Concreto Usinado	Pisos	Sim	Sim		10%	21,67 m ²	4,33 m ³	
Contrapiso	TCC Concreto Usinado	Pisos	Sim	Sim		10%	82,48 m ²	16,50 m ³	
Piso Cerâmico 30x30	TCC Tinta Látex	Paredes	Sim			10%	1,07 m ²	0,00 m ³	0,3
Piso Cerâmico 30x30	TCC Massa PVA	Paredes	Sim			10%	1,07 m ²	0,00 m ³	0,3
Piso Cerâmico 30x30	TCC Tinta Látex	Paredes	Sim			10%	3,97 m ²	0,01 m ³	0,3

Fonte: Autoria própria (2022)

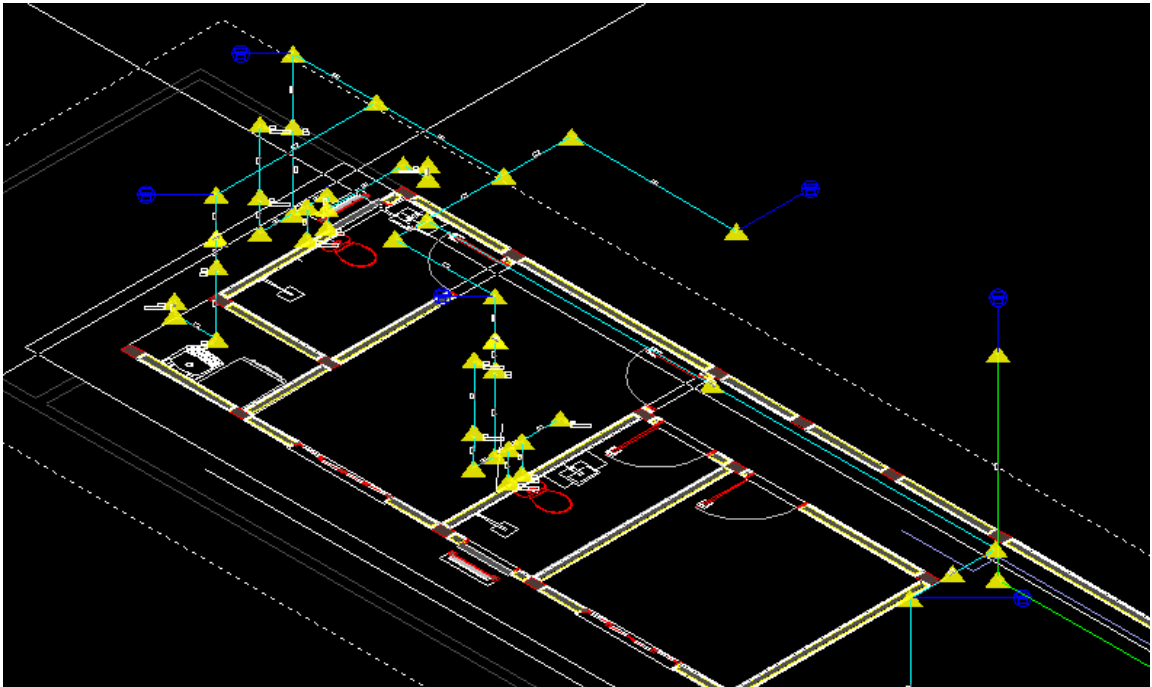
6.2 Projeto hidrossanitário

Para o projeto hidráulico e de esgoto, os pontos e tubulações foram alocados seguindo o projeto original, tornando possível uma análise o mais real possível do que foi executado. Para efeitos de dimensionamento e análise de fluxo de água fez-se necessário o uso do *software* QiBuilder® Hidrossanitário.

O programa evidencia as indicações necessárias referentes às peças faltantes, atendimento do volume de água exigido e carga de água em cada ponto da tubulação, o que torna o conjunto otimizado para atender as demandas. Após validação do sistema, o projeto foi repassado para o Revit® seguindo os parâmetros de diâmetro e peças, de modo a gerar os quantitativos e valores necessários.

Após finalização do lançamento da tubulação, nota-se a quantidade de comentários exigidos pelo software, representados pelos triângulos em amarelo e vermelho, conforme Figura 53.

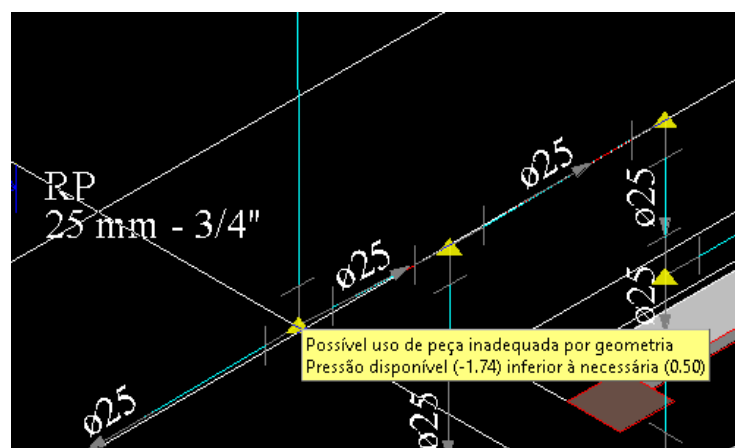
Figura 53 - Indicações de ressalva de projeto hidráulico



Fonte: Autoria própria (2022)

Ao aproximar a indicação, é possível entender o motivo da incompatibilização, como o exemplo da Figura 54:

Figura 54 - Comentários de projeto hidráulico

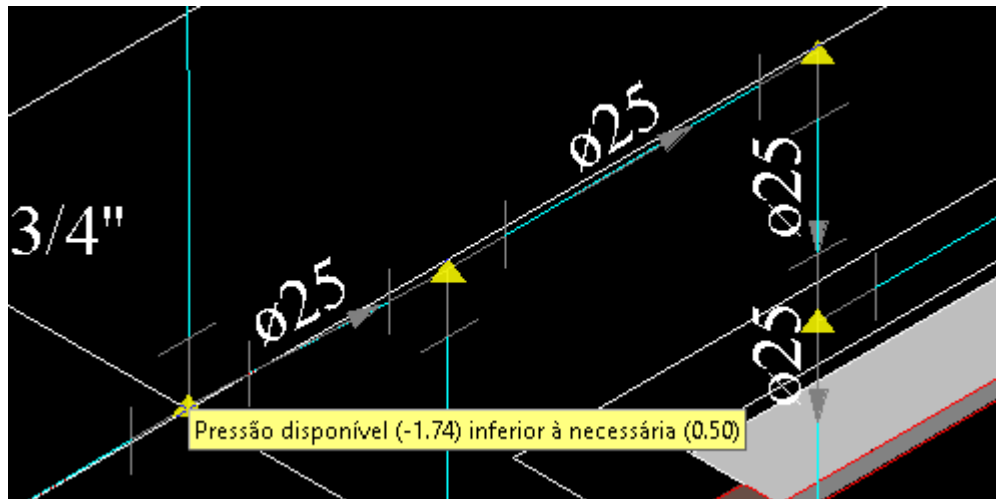


Fonte: Autoria própria (2022)

O programa dispõe de diversas soluções para os problemas apresentados, que em grande maioria foram questões das peças utilizadas ou pendentes, como joelhos, curvas, luvas, dentre outros, e a pressão disponível.

Para os casos de indefinição de peças, deve-se utilizar a função *Definir Peças Pendentes* que localiza as peças pendentes de definição ou que estão com alguma incompatibilidade com a peça correta a ser instalada; com isso feito, as pendências passam a ser somente de pressão disponível no ponto, conforme Figura 55:

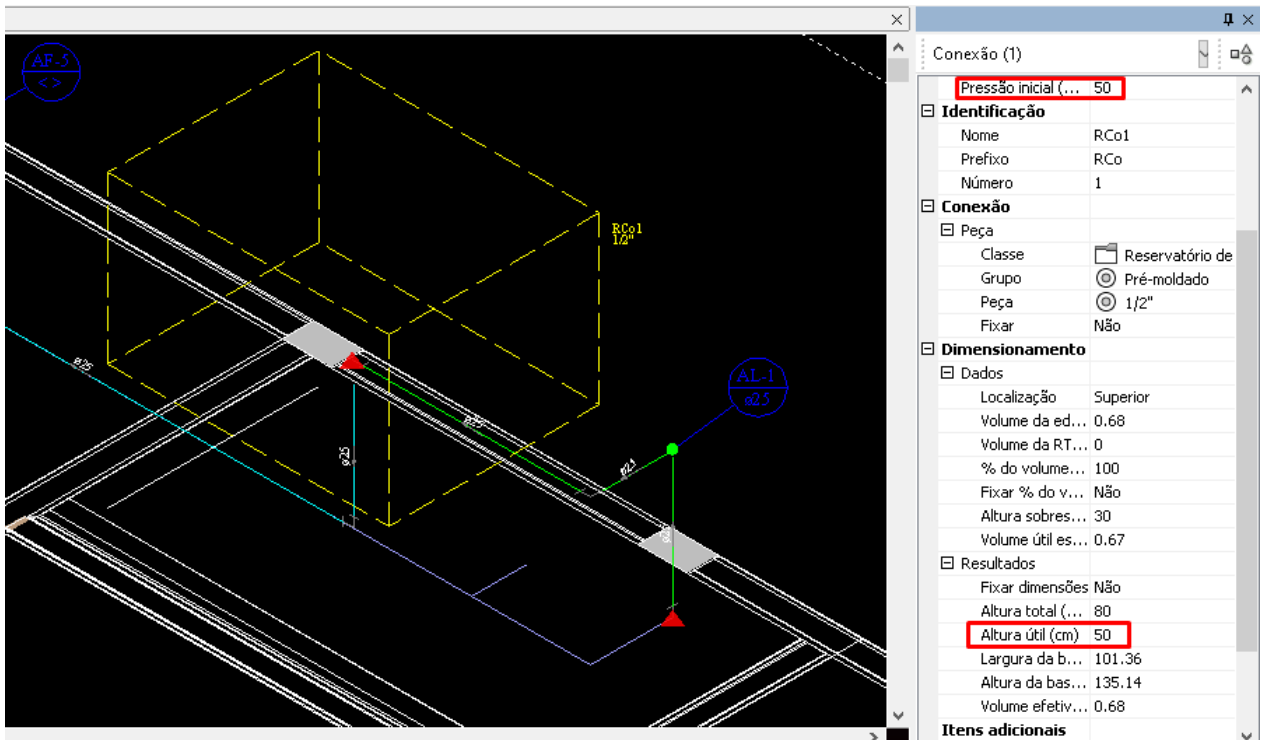
Figura 55 - Comentários de projeto hidráulico – Pressão disponível



Fonte: Autoria própria (2022)

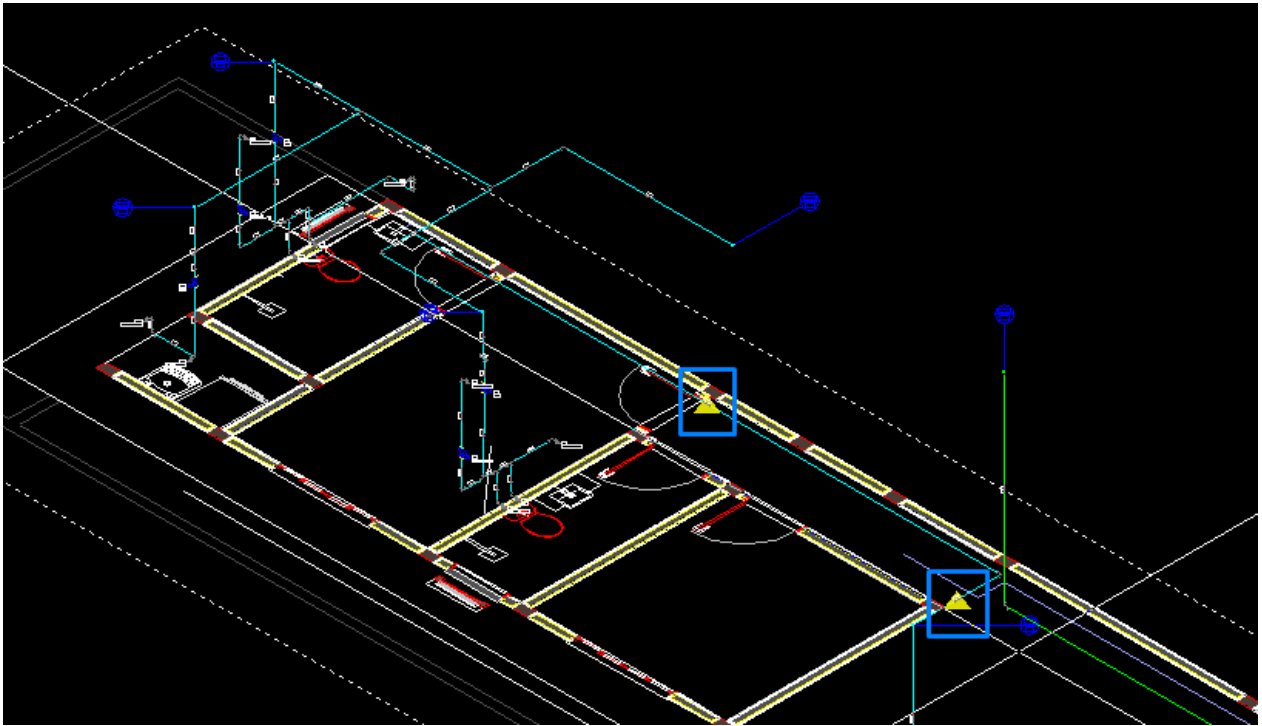
Desta maneira, para finalizar a pendência de pressão disponível na rede, deve-se conectar o sistema à caixa d'água e definir uma pressão inicial à tubulação devido à altura útil da lâmina de água existente na caixa, fazendo assim com que a pressão se torne suficiente para atender os pontos.

Figura 56 - Pressão inicial do sistema



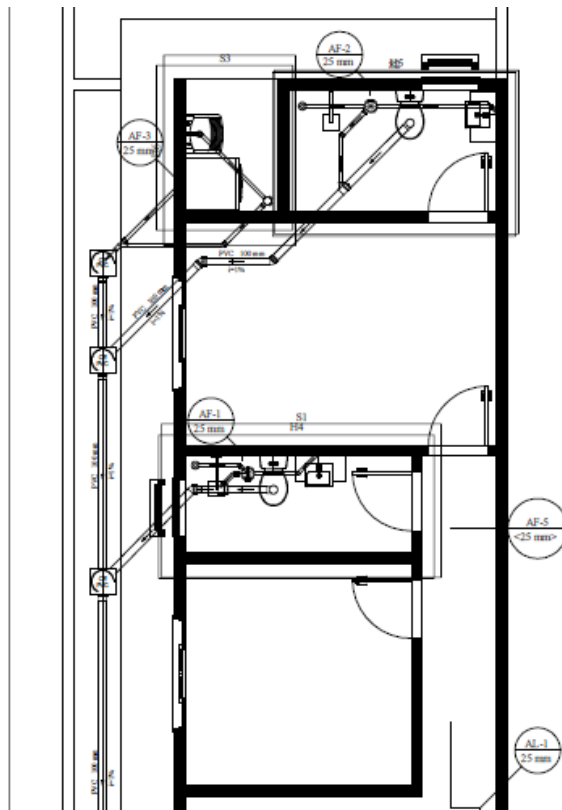
Fonte: Autoria própria (2022)

Conforme apresenta a Figura 56, foi definida uma pressão inicial baseada na altura útil da lâmina de água, a partir do momento que essa altura vem por padrão zerada para cálculo do sistema. Assim, nosso conjunto está definido e sem ressalvas, conforme Figura 57. É possível observar mais algumas informações (triângulos amarelos), porém, tratam-se de observações quanto às tubulações com dimensões maiores que o calculado, o que não gera problemas para o sistema, apenas um custo maior nas peças. Como o intuito é deixar o mais fiel possível ao projeto original, foi deixado com o diâmetro inicial.

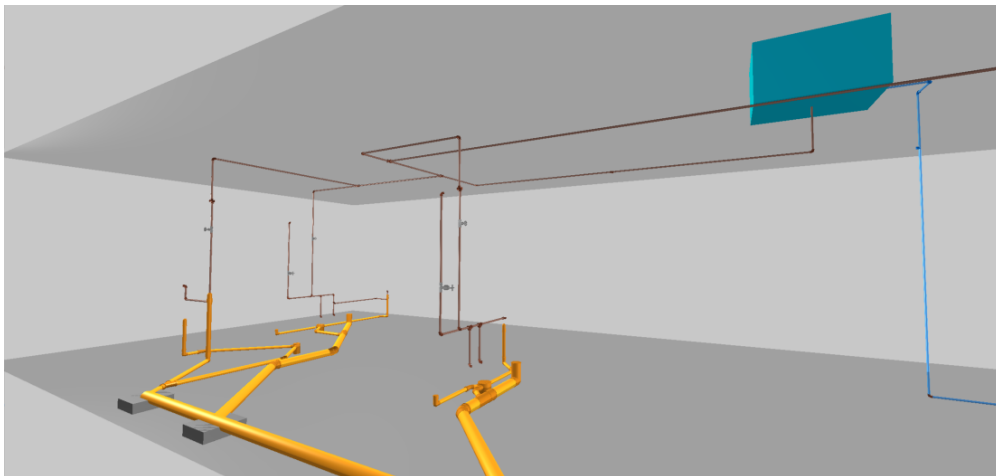
Figura 57 - Esquema hidráulica compatibilizado

Fonte: Autoria própria (2022)

Para o projeto de esgoto, as mesmas premissas são utilizadas, e o lançamento é devidamente simples a partir do momento que há a possibilidade de gerar um lançamento automático do esquema da tubulação. Por fim, o sistema resultou conforme ilustrado pela Figura 58. As Figuras 59 e 60 apresentam o modelo final 3D do esquema hidrossanitário compatibilizado.

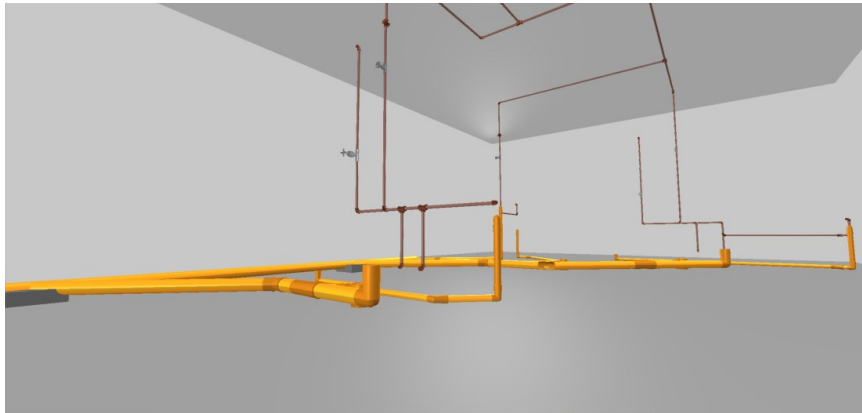
Figura 58 - Esquema 2D sanitário compatibilizado

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 59 - Esquema 3D hidrossanitário compatibilizado

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 60 - Esquema 3D hidrossanitário compatibilizado

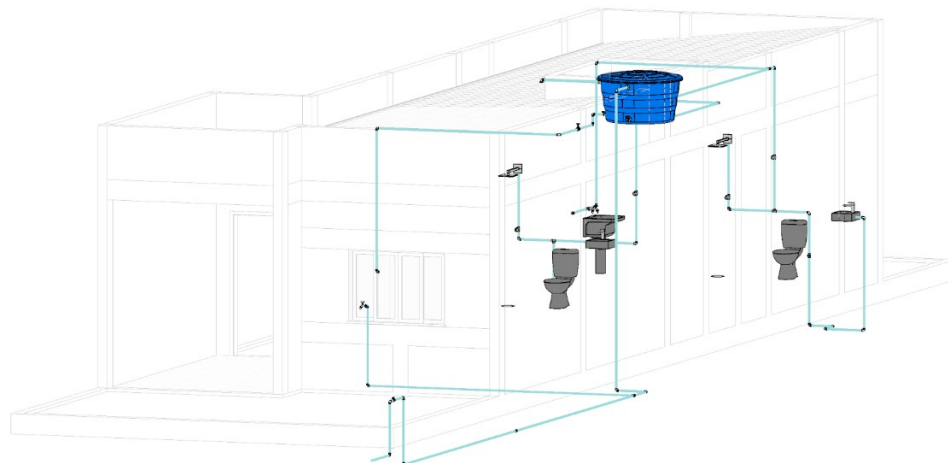


Fonte: Autoria própria (2022)

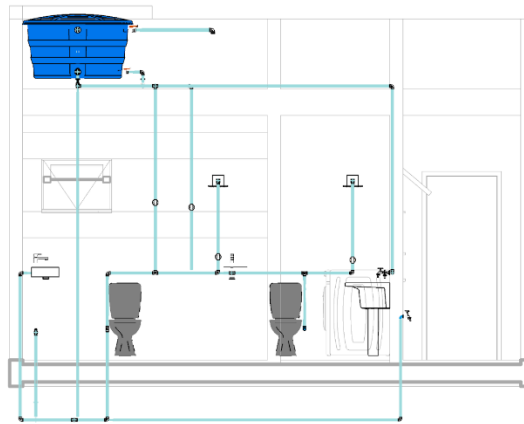
6.2.1 Projeto hidráulico

Com a modelagem inicial já finalizada e projeto dimensionado desenvolvido com o QiBuilder®, pode-se reproduzir o sistema no Revit® e dar seguimento às análises de quantitativo e custo dos materiais. As Figuras 61, 62 e 63 apresentam como resultou-se o projeto final.

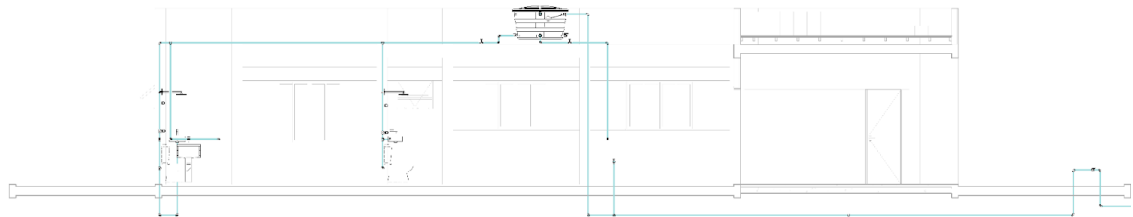
Figura 61 - Projeto hidráulico 3D



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 62 - Projeto hidráulico corte

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 63 - Projeto hidráulico corte 2

Fonte: Autoria própria (2022)

Os quantitativos conforme informado anteriormente, são gerados automaticamente apenas com a criação de uma nova tabela de quantitativos e seleção dos itens a serem quantificados. Nesse caso, foram geradas 4 tabelas, para acessório de tubulação, para conexões de tubulação, para peças hidráulicas e para os tubos, conforme mostram a Figura 64, Figura 65, Figura 66 e Figura 67.

Figura 64 - Tabela de acessório de tubo de água fria

<Tabela de acessório de tubo>		
A	B	C
Qtd.	Tigre: Sistema	Tigre: Descrição
Água Fria		
2	Água Fria	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água 25mm, PVC Branco,
2	Água Fria	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água com Registro 25mm,
2	Água Fria	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água com Registro 32mm,
2	Água Fria	Registro de Chuveiro PVC Branco 25mm - TIGRE
2	Água Fria	Registro de Gaveta PVC Branco 25mm - TIGRE
1	Água Fria	Registro Esfera VS Compacto Soldável 25mm - TIGRE

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 65 - Tabela de conexão de tubo de água fria

<Tabela de conexão de tubo>		
A	B	C
Qtd.	Sistema	Descrição
Água Fria		
1	Água Fria	Joelho 90° Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
30	Água Fria	Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
1	Água Fria	Joelho 90° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
1	Água Fria	Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão 20 x 1/2", PVC Marrom, Água F
3	Água Fria	Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão 25 x 3/4", PVC Marrom, Água F
1	Água Fria	Luva Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
1	Água Fria	Tê de Redução Soldável 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
7	Água Fria	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 66 - Tabela de peça hidrossanitária (água fria)

<Tabela de peça hidrossanitária>		
A	B	C
Qtd.	Sistema	Descrição
1	Água Fria	Cj Corpo/Tampa Caixa d'Água 500 litros RT, Água Fria - TIGRE
1	Água Fria	Tampa para Caixa d'Água 500 litros RT, Água Fria - TIGRE
1	Água Fria	Torneira Bóia para Caixa d'Água 1/2", Água Fria - TIGRE

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 67 - Tabela de tubos

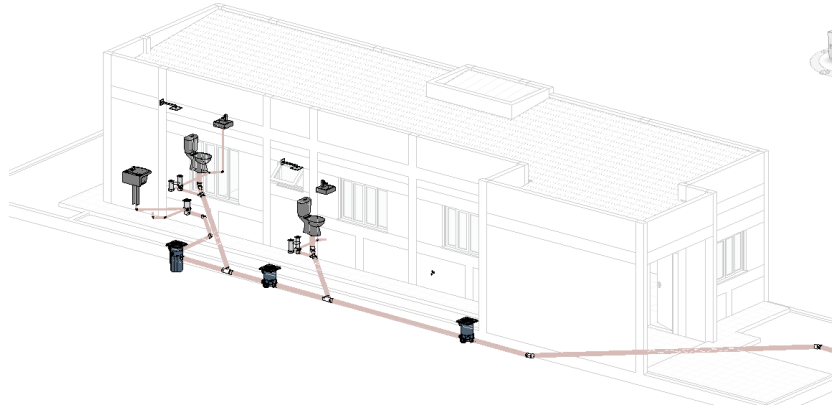
<Tabela de tubos>			
A	B	C	D
Comprimento	Diâmetro	Tipo	Tubos (6m)
PVC - Agua Fria - Tubo Soldável Tigre			
5.31	20.0 mm	PVC - Agua Fria - Tubo Soldável Tigre	1
55.31	25.0 mm	PVC - Agua Fria - Tubo Soldável Tigre	10
0.94	32.0 mm	PVC - Agua Fria - Tubo Soldável Tigre	0

Fonte: Autoria própria (2022)

6.2.2 Projeto sanitário

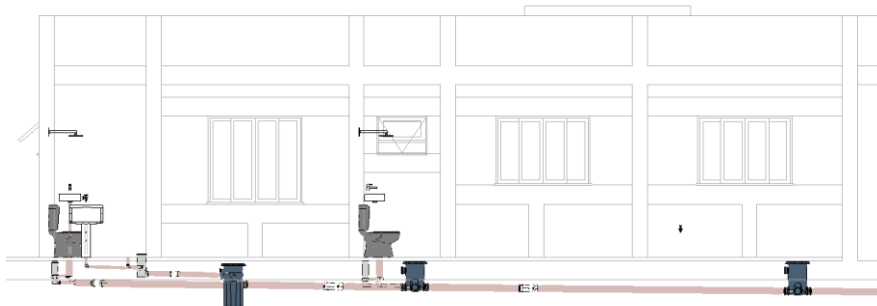
Com a utilização do Revit®, a Figura 68 apresenta o projeto sanitário finalizado, e a **Figura 69** o seu corte.

Figura 68 - Projeto sanitário



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 69 - Corte Projeto sanitário



Fonte: Autoria própria (2022)

Os dados de extração foram gerados apenas com a criação de uma nova tabela de quantitativos e seleção dos itens a serem analisados. Nesse caso, foram geradas 3 (três) tabelas para conexões de tubulação, peças hidráulicas e os tubos, conforme mostram a Figura 70, Figura 71 e Figura 72.

Figura 70 - Tabela de conexão de tubo de esgoto

<Tabela de conexão de tubo>		
A	B	C
Qtd.	Sistema	Descrição
Esgoto		
2	Esgoto	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm, Esgoto Série Normal -
3	Esgoto	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Esgoto	Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Esgoto	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Esgoto	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Esgoto	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Esgoto	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Esgoto	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Esgoto	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
8	Esgoto	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 71 - Tabela de peças - hidrossanitário (esgoto)

<Tabela de peça hidrossanitária>		
A	B	C
Qtd	Sistema	Descrição
1	Esgoto	Antiespuma 150 mm, Esgoto - TIGRE
1	Esgoto	Caixa de Gordura com Tampa e Prolongador com Entrada - DN 10
2	Esgoto	Caixa de Inspeção/Interligação com prolongador com entrada - D
2	Esgoto	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Port
1	Esgoto	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Port
2	Esgoto	Porta Grelha Quadrado p/ Grelha Quadrada Branca 100mm, Esgo
3	Esgoto	Prolongador com entrada DN300, Esgoto - TIGRE
4	Esgoto	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 100 x 100mm, Esgoto - TIGRE
1	Esgoto	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 150 x 200mm, Esgoto - TIGRE
2	Esgoto	Ralo Quadrado Montado - Prata c/ grelha alumínio 100x53x40mm,

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 72 - Tabela de tubos de esgoto

<Tabela de tubos>			
A	B	C	D
Comprimento	Diâmetro	Tipo	Tubos (6m)
PVC - Esgoto - Série Normal Tigre			
6.81	40.0 mm	PVC - Esgoto - Série Normal Tigre	1
0.94	50.0 mm	PVC - Esgoto - Série Normal Tigre	0
2.87	75.0 mm	PVC - Esgoto - Série Normal Tigre	1
29.94	100.0 mm	PVC - Esgoto - Série Normal Tigre	5

Fonte: Autoria própria (2022)

Repara-se que nessa última tabela de tubos, tivemos dois problemas. No tubo de PVC 40mm, foi gerada uma metragem de 6,81 metros e no tubo de PVC 50mm, 0,94 metros. Porém, foi dado como informação somente uma barra de 6 metros de PVC 40mm e nenhuma de 50mm. Isso deve-se à fórmula utilizada estar dando valores próximos a 1 e à 0, fazendo com que o programa arredonde para esse menor valor.

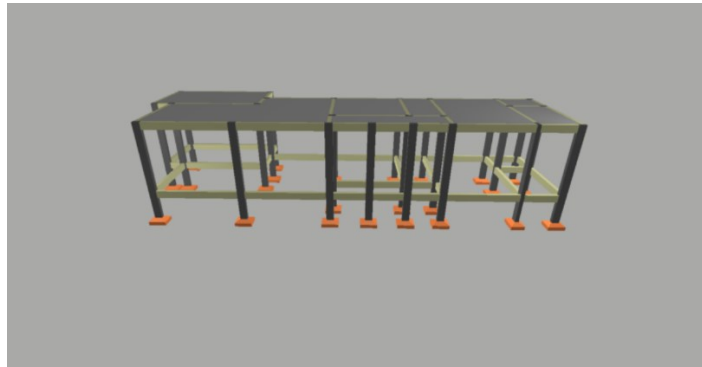
Isso pode ser corrigido nos outros extrativos, porém neste caso, os tubos são extraídos diretamente pelo programa, e não por fórmulas. Assim, mesmo que fosse colocado um índice de perda alto, o valor continuaria mais próximo dos valores apresentados.

6.3 Projeto estrutural

Para execução do projeto estrutural, o *software* Eberick® apresenta as informações e ferramentas de maneira simples e tornando mais claro os erros de dimensionamento que a estrutura apresenta durante a modelagem, fazendo com o entendimento e resolução do problema seja mais eficiente.

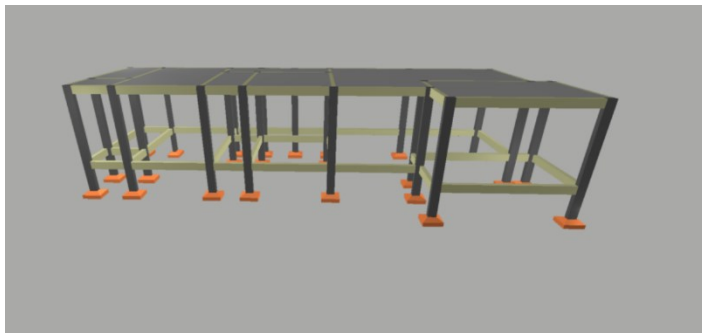
As Figuras 73 e 74 representam o projeto estrutural modelado e a Figura 75 apresenta as informações de validação dos elementos estruturais.

Figura 73 - Esquema estrutural 3D



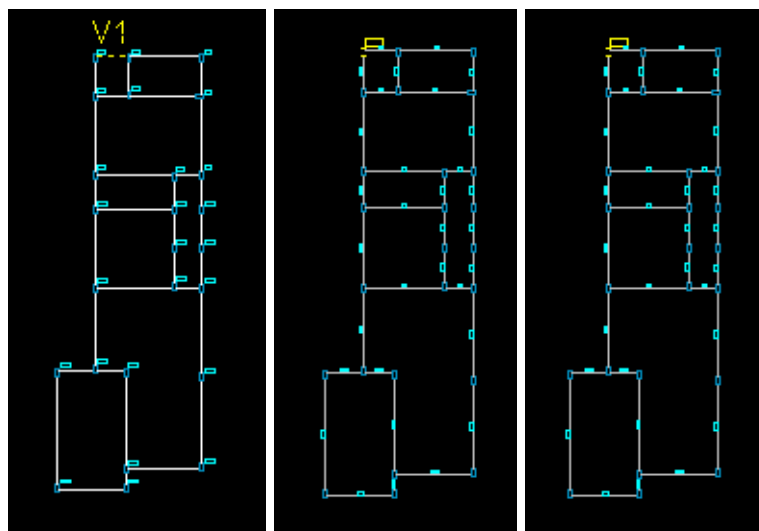
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 74 - Esquema estrutural perfil



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 75 - Verificação Vigas, sapatas e pilares



Fonte: Autoria própria (2022)

7 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1 Comparativo de projeto de estudo e executado

No *template*, dependendo da maneira que o modelo for montado, é possível definir um método para extração do custo de cada material.

Caso a pesquisa envolvesse o primeiro método já comentado, seria necessário inserir um custo para cada família. Para o custo, no caso do sistema utilizado, pode ser inserida uma coluna nas tabelas de estilo de peça para definir o preço de cada um dos materiais encontrados, como o preço do saco de cimento, o preço do bloco cerâmico, dentre outros, e multiplicados à quantidade encontrada de cada um desses materiais.

Os valores foram encontrados baseados em pesquisa do mercado em maio de 2022. Por essa razão, os custos dispostos não se comparam ao que foi estimado durante a realização do projeto real, que foi apresentado para efeito de comparação dos dados obtidos.

7.1.1 Análise de quantitativo

Para a análise quantitativa, pode-se notar que, devido à um controle não eficaz de uso de material, não é possível retirar uma análise com máxima assertividade. Isso se deve a diversos fatores: falta de controle, mudanças de sistemas durante a obra, reaproveitamento de materiais, dentre outros.

Para o custo final de obra, este fator pode não ser tão explícito, já que no geral alguns itens podem ser compensados por outros. Entretanto, para a análise de quantitativo, qualquer mudança pode significar em diagnósticos equivocados. Por este motivo, serão listados itens que tiveram a maior preocupação de controle durante a obra, fazendo assim com que a comparação seja eficiente e traga dados importantes a serem analisados.

Figura 76 - Relação de quantitativos

Item	Unidade	Real comprado		Projeto estudo	Relação	Observação
		2 casas	1 casa (divisão por 2)			
Civil						
Cimento	sc (50kg)	370	185	164	-11%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Areia	m³	49	24,5	26	6%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Concreto	m³	55	27,5	35	27%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Cal	sc (20kg)	336	168	373	122%	NÃO FOI USADO NO REBOCO OU NO ASSENTAMENTO (223 E 150 RESPEC.)
Bloco cerâmico	blocos	19000	9500	9237	-3%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Revestimento						
Piso	m²	373	186,5	158,04	-15%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Rejunte	sc (1kg)	94	47	33	-30%	QUALIDADE
Argamassa AC I	sc (20kg)	40	20	27	35%	PROJETO ESTUDO FOI AC II
Argamassa AC II	sc (20kg)	100	50	39	-22%	PROJETO ESTUDO FOI AC Iii
Estrutura						
Vergalhão 8mm (12m)	barra	300	150	100	-33%	REAL CONTANDO FUNDAÇÃO
Vergalhão 4,2mm (12m)	barra	96	48	76	58%	PROJETO ESTUDO FOI 5MM
Vergalhão 6.3mm (12m)	barra	15	7,5	0	-100%	REAL CONTANDO FUNDAÇÃO
Formas e madeiramento						
Caibro	m	280	140	170	21%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Ripa	m	780	390	334	-14%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Tábua	3m	690	345	307	-11%	COMPRAS SEPARADAS E PEQUENAS
Cobertura						
Telha fibrocimento	2,44X1,10	-	38	33	-13%	-
Telha fibrocimento	3,05X1,10	-	26	0	-100%	UTILIZADO NA OUTRA CASA

Fonte: Autoria própria (2022)

Na Figura 79 são apresentados dados referentes ao controle original de obra, em que eram realizados controles de compra, o que tornou útil a análise. Os dados são gerados com base em todas as compras realizadas, mas sempre considerando as duas casas já que eram geminadas, por este motivo foi necessária a divisão dos itens em 2, assim tornando possível a comparação com o projeto estudado.

7.1.2 Itens divergentes

É possível observar que os itens com mais discrepância de valores são cal hidratada - com o projeto resultando em um quantitativo 122% maior -, rejunte e argamassas - em torno de 30% de diferença - e os vergalhões - com uma diferença no vergalhão de 4,2mm de 58%.

No caso da Cal Hidratada, nota-se, no campo observações, que no projeto estudado foi tido como extrativo 223 sacos de cal para reboco geral e 150 para

assentamento de blocos cerâmicos, porém, em grande parte das obras costuma-se não fazer a inserção da cal para a argamassa do reboco, por mais que seja o mais indicado. Assim, pode-se concluir que a quantidade especificada tão maior se trata somente de 150 sacos, ficando assim muito mais próximo do valor real de 168 sacos.

No caso dos itens de revestimento, tem-se duas possíveis explicações. A primeira delas leva-se em consideração a qualidade dos materiais utilizados, já que o rejunte do projeto estudo e a argamassa possuem especificações diferentes. Na época, o rejunte flexível custou em torno de R\$ 3,60. No projeto foi considerado rejunte de R\$ 14,00 que em média renderia 5m² por kg. Para utilização de 47kg de rejunte, seria necessário um rendimento de apenas 3,5m² por kg de rejunte. Para as argamassas, nota-se que no projeto estudado foi utilizado argamassa AC II e AC III, e no projeto real, AC I e AC II, este fator pode ter causado bastante diferença no momento de cálculo.

A segunda explicação seria o mau uso ou falta de controle na obra, fazendo com que algum desses materiais fossem perdidos ou passassem por um processo de invalidação devido ao armazenamento.

Por fim, os vergalhões também apresentaram diferenças notáveis, o que pode ser explicado devido ao fato de nas compras feitas, terem sido comprados vergalhões juntamente para fundação e superestrutura, e no projeto estudado não foi considerado o quantitativo da fundação, conforme mostrado no campo observações da Figura 79.

Os outros itens ficaram próximos quanto à quantidade, fazendo com que haja uma validação entre o projeto de estudo e o real executado. Inclusive, vale ressaltar que os materiais que possuem “compras separadas e pequenas” no campo de observações retratam que esses itens foram sendo comprados aos poucos, muito provavelmente para evitar o desperdício e haver mais assertividade no final de obra. Entretanto, essa prática faz com que o preço dos materiais seja muito mais caro do que comprar uma grande quantidade. O projeto em estudo pode auxiliar ainda mais nisso, trazendo precisão e economia na compra de materiais.

7.2 Discussão

O desenvolvimento do projeto teve como maior dificuldade a criação do *template* e geração dos custos automáticos. Foram necessárias diversas vídeo aulas, cursos, leituras, para que o processo fosse produtivo, e ainda assim, devido a necessidade de alteração do que era apresentado para o projeto em questão tornava alguns pontos um pouco confusos, porém, com alguns erros, o aprendizado deixava o processo mais eficaz e com o passar dos dias a curva de aprendizado trabalhava a favor do autor. Ou seja, em menos tempo, aprendia mais.

O Revit® é um software que traz diversas possibilidades para geração de tabelas, quantitativos e custos. Entretanto, pequenos detalhes e alterações fazem muita diferença. Com certeza foi um processo muito mais trabalhoso e difícil do que o imaginado. As colunas das tabelas, as linhas, a forma de conexão e comunicação entre as informações de diferentes páginas e vínculo entre diferentes projetos deixava o caminho levemente desordenado. Em alguns momentos era necessário que o processo fosse iniciado desde o começo, pois era perceptível, com o conhecimento obtido, que a continuação daquela maneira ia trazer incompatibilidade no futuro.

A criação dos projetos foi simples, de certa maneira, a partir do momento que o autor obtinha de certa experiência com o programa visto o seu uso ao longo de todo o período do curso, e definitivamente, sem esses conhecimentos prévios, no processo do estudo haveria muito mais dificuldades.

Muitos processos foram adequados ao longo do trabalho, de maneira a torná-lo mais informativo e funcional possível. O projeto real e a necessidade de mantê-lo idêntico muitas vezes fazia com que não fosse possível a ideia inicial de projeto e desenvolvimento. Entretanto, foi algo importante, pois com a obtenção dos resultados e dados, a comparação e análise se tornava mais simples, e o processo se mostrava eficiente mais uma vez.

As condições de trabalho foram adequadas, porém com uma rotina cansativa, visto que o autor faz parte de um estágio que desejava há um tempo e por isso dedicava boa parte de seu tempo para o desenvolvimento no estágio, ainda mais pelo fato de a empresa aceitar apenas estágios com duração de 2 anos, e o processo ter sido repentino

e no último semestre. Todavia, o aprendizado foi muito grande e com o tempo foram encontradas oportunidades para realização do estudo.

O notebook utilizado por ser antigo trouxe certas dificuldades em alguns momentos. Entretanto, visto o tempo de uso de 7 anos, seu funcionamento foi satisfatório ao longo do processo. As maiores dificuldades eram a demora para iniciar, para salvar, para abrir programas, projetos, navegador e outros processos. Problemas relacionados a perda de arquivos, material, memória, não ocorreram.

8 CONCLUSÃO

O mercado de projetos na construção civil cresce cada vez mais, desde o pequeno ao grande porte. É notado diversos projetos para todos os detalhes possíveis, como marcenaria, sinalizações, pinturas, acabamentos, iluminação e outros. Fez-se necessário a compatibilização de todas as etapas dos projetos e de todos os detalhes. O BIM, por sua vez, vem ganhando exponencialmente mais espaço para fazer parte desse crescimento e tornar tudo mais automatizado e dinâmico.

Os resultados obtidos evidenciam a assertividade das tabelas criadas, visto a análise a um projeto real, a adequação de preços e o cronograma. O Revit® ainda não oferece as ferramentas ideais para a realização de um cronograma. Entretanto, o tempo de obra ainda pode ser um processo que demande de estudos, tanto para realização quanto para viabilidade, então, por enquanto ainda é um processo menos simples de ser automatizado. Processos manuais e eficientes e até mesmo softwares, por sua vez, auxiliam na geração de um cronograma que traga a realidade de uma obra ao planejamento, detalhando cada vez mais cada processo e tornando possível um controle eficaz de obra.

O processo para criação de um *template* que abordasse os mais simples processos arquitetônicos não se mostrou simples, mas ao terminar o projeto, e ver os quantitativos e os custos surgirem, fez com que valesse a pena. A partir desse momento, o modelo está pronto e servirá de base para diversos outros projetos. Essa é uma grande vantagem, principalmente pelo motivo de tornar o processo flexível e ajustável, podendo ser inserido diversos tipos de acabamentos e materiais de uma só vez, e até mesmo fazer quantitativos rápidos, algo semelhante a uma calculadora, simplesmente por inserir uma parede ou qualquer outra composição.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM: Conceitos, Cenário das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências**. Simpósio **Braasaileiro** de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. SBQP 2009.
- BALEM, Amanda Forgiarini. **Vantagens da Compatibilização de Projetos na Engenharia Civil Aliada ao uso da Metodologia BIM**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFSM. 2015.
- BARROS, Fernando da Costa. MELO, Humberto Coelho de. **Estudo sobre os benefícios do BIM na interoperabilidade de projetos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 01, Vol. 08, pp. 74-91. Janeiro de 2020.
- CALLEGARI, Simara. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. 2007.
- CARREIRÓ, Daniel Cardeal. **Aplicação da Metodologia BIM a um Caso de Estudo através do software Autodesk Navisworks®**. 2017.
- CASA DO CONSTRUTOR. **Obra Atrasada Principais Causas**. Disponível em: <https://info.casadoconstrutor.com.br/almanaque/dicas/obra-atrasada-principais-causas/> Acesso em: 13 maio 2022.
- CASTRO, Silvia Pereira. **Trabalho de conclusão de curso (TCC): uma abordagem leve, divertida e prática**. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.
- CLEMENTINO, Alessandro de Liz. **O USO DA METODOLOGIA BIM E TEMPLATES PERSONALIZADOS EM REVIT, PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO**. Artigo de evento. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas (FEPESMIG). 2018.
- COSTA, Lúcio. **Considerações sobre arte contemporânea (1940)**. In: Lúcio Costa, Registro de uma vivência. São Paulo: Empresa das Artes, 1995. 608p.il. Disponível em: <<http://www.iabsp.org.br/oqueearquitetura.asp>>. Acesso em: 22 de julho de 2022.
- DATAFOLHA – INSTITUTO DE PESQUISAS. **O maior diagnóstico sobre arquitetura e urbanismo já feito no Brasil**. CAU/BR. 2015. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/>. Acesso em: 23 nov. 2021.
- DO NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. **A contribuição da tecnologia da informação ao processo de projeto na construção civil**. 2001.

FONTENELLE, André. **Como montar temas para TCC**. 2020. Disponível em <https://www.andrefontenelle.com.br>. E-book

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HAMMARLUND, Y; JOSEPHSON, Per-Erik. **Qualidade: cada erro tem seu preço**. Trad. de Vera M. C. Fernandes Hachich. Técnica, n.1, nov/dez, 1992.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2019_v29_informativo.pdf. Acesso em: 23 nov. 2021.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias. Princípios básicos para elaboração de projetos**. 4ª edição. 2021. Editora Blucher.

LINE ARQUITETURA. **Compatibilização de projeto – O que significa?** Disponível em: <http://www.linearquitetura.com.br/blog/compatibilizacao-de-projeto-o-que-significa/>. Acesso em: 28 nov. 2021.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco et al. **Entendendo BIM**. Livro. Curitiba, Paraná. 2015.

MCGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2012 – **The Business Value of BIM in North America**.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese para: PhD (Doutorado em Engenharia Civil). Outubro, 1994.

MOTTEU, H.; CNUUDE, M. **ANÁLISE DE FALHAS APLICADA À COMPATIBILIDADE DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS – VANNI**. Gerenciamento de Projetos. 1999.

PAULA, F. R. **Análise da interoperabilidade BIM entre dois softwares para elaboração de projetos estruturais em concreto armado de um edifício residencial**. 2019. 139 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019. Acesso em: 22 de julho de 2022.

QUEIRÓZ, Gabriel Ramos de. Et al. **Autodesk Revit® como ferramenta BIM aplicada à simulação térmica de edificações**. Revista de Arquitetura IMED, 2015.

SANTOS, Eduardo. **A contribuição da tecnologia da informação ao processo de projeto na construção civil**. ResearchGate, s.d.

VENDRAMINI, Roberta. CURSOS CONSTRUIR. **Cursos. Template AltoQi**. Disponível em: <https://cursosconstruir.com.br/curso/revit-mep-hidrossanitario-alto-padrao-1ano/>. Acesso em: 22 mai. 2022.