

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GABRIELLA FREITAS FONSECA

**INFLUÊNCIA DO BIM NA ORÇAMENTAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DO PROJETO DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR**

JATAÍ
2021

GABRIELLA FREITAS FONSECA

**INFLUÊNCIA DO BIM NA ORÇAMENTAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DO PROJETO DE INSTALAÇÕES
HIDROSSANITÁRIAS DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profa. Ma. Débora Pereira da Silva.

JATAÍ
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Fonseca, Gabriella Freitas.

Influência do BIM na orçamentação: estudo de caso do projeto de instalações hidrossanitárias de uma residência unifamiliar / Gabriella Freitas Fonseca. -- Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2021.

87f. ; il.

Orientadora: Profª. Ma. Débora Pereira da Silva.

Bibliografias.

1. BIM. 2. Orçamento. 3. Instalações hidrossanitárias. 4. Compatibilização. 5. Nível de detalhamento. I. Silva, Débora Pereira da. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

GABRIELLA FREITAS FONSECA

INFLUÊNCIA DO BIM NA ORÇAMENTAÇÃO: ESTUDO DE CASO DO PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS DE UMA RESIDENCIAL UNIFAMILIAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado, em 03 de fevereiro de 2021, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Débora Pereira da Silva

Presidente da banca / Orientador(a)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profa. Dra. Francielle Coelho dos Santos

Membro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Arq. Urb. Gabriella Amanda Batista de Queiroz

Membro

GAQ Arquitetura LTDA

Jataí – GO

2021

Documento assinado eletronicamente por:

- Francielle Coelho dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/02/2021 07:27:02.
- Gabriella Amanda Batista de Queiroz, GABRIELLA AMANDA BATISTA DE QUEIROZ - 214125 - ARQUITETO URBANISTA - GAQ ARQUITETURA LTDA (39276674000159), em 08/02/2021 20:55:39.
- Gabriella Freitas Fonseca, GABRIELLA FREITAS FONSECA - ESTUDANTE - IFG - CÂMPUS JATAÍ (10870883000306), em 08/02/2021 11:33:26.
- Debora Pereira da Silva, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 05/02/2021 11:19:56.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/02/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 127440

Código de Autenticação: 414ab8acbb



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Rua Maria Vieira Cunha, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3605-0837 (ramal: 837)



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gabriella Freitas Fonseca

Matrícula: 20161020260196

Título do Trabalho: Influência do BIM na orçamentação: estudo de caso de um projeto de instalações hidrossanitárias de uma residência unifamiliar

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Local, Jataí, 22 / 02 / 2021.
Local Data

Gabriella Freitas Fonseca
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

AGRADECIMENTOS

Sou grata primeiramente a Deus, por todas as bençãos em minha vida. Por colocar pessoas maravilhosas e por me permitir crescer como profissional.

Agradeço aos meus pais, Renilda e Francisco, por toda a dedicação e doação. Esta conquista também é de vocês.

Agradeço ao Régiton, que me incentivou e acreditou em mim nos momentos em que eu mais precisava.

Grata a professora Débora que aceitou o desafio e se dedicou para tornar esse trabalho possível.

Agradeço aos meus colegas de faculdade pela amizade e companheirismo, mesmo durante as diversidades, ao longo desses cinco anos.

RESUMO

As falhas de projeto são as principais causas das imprevisibilidades nas obras. A partir delas surgem incompatibilidades na execução e retrabalhos, o que leva a imprecisão dos orçamentos e ao atraso do cronograma. O *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia de trabalho que tem como objetivo otimizar os processos dentro da construção civil. Este trabalho pretende compreender a eficiência do BIM na composição de custos das instalações hidrossanitárias de uma residência de médio-alto padrão. Para isso foi necessária a elaboração dos modelos em 3D, a análise das principais incompatibilidades entre os projetos e da orçamentação dentro de *softwares* como Revit® e Navisworks®. As incompatibilidades encontradas, como a passagem incorreta de tubulações em elementos estruturais, mostraram a importância da coordenação de projetos durante a fase de concepção, assim como a relevância da garantia da construtibilidade¹ e compatibilização dos projetos. Ao final da pesquisa, o aumento percentual no custo final relevante, mostrando o quanto a falta de compatibilização e detalhamento do orçamento podem gerar imprevistos no planejamento e no custo da obra. A contribuição dessa pesquisa se deu devido a uma quantificação mais assertiva e a grande quantidade de correções sofridas para evitar as incompatibilidades.

Palavras-Chaves: BIM. Orçamento. Instalações hidrossanitárias. Compatibilização. Nível de Detalhamento.

¹ Utilização do conhecimento técnico e construtivo na adoção de solução no decorrer do desenvolvimento de um projeto, diminuindo erros e duvidadas durante o processo de execução.

ABSTRACT

Project failures are the main causes of unpredictability in constructions. From them, incompatibilities arise in the execution and reworks, which leads to budgets inaccuracy and schedule delay. Building Information Modeling (BIM) is a work methodology that aims to optimize processes within the civil construction. This research intends to understand the efficiency of BIM in the cost composition of hydrosanitary installations in a medium-high standard residence. For that, it was necessary to elaborate the 3D models, as well as to analyze the process of compatibility and budgeting within softwares such as Revit® and Navisworks®. The incompatibilities found, such as the incorrect passage of pipes in structural elements, showed the importance of project coordination during the conception phase, as well as the relevance of ensuring the buildability and compatibility of the projects. At the end of the research, the percentage increase in the relevant final cost, showing how much the lack of compatibility and budget detailing can generate unforeseen in planning and cost of constructions. The contribution of this research was due to a more assertive quantification and the large number of corrections made to avoid incompatibilities.

Keywords: BIM. Budget. Hydrosanitary Systems. Compatibility. Level of detail.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AIA	American Institute of Architects (Instituto Americano de Arquitetura)
BIM	Building Information Modeling (Modelagem da Informação na Construção)
BIM 3D	Uso da tecnologia BIM para modelagem
BIM 4D	Uso da tecnologia BIM em análise de planejamento
BIM 5D	Uso da tecnologia BIM em análise de custo
BIM 6D	Uso da tecnologia BIM em análise da manutenção da edificação
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CUB	Custo Unitário Básico
CAD	Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development (Nível de Desenvolvimento)
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
ND	Nível de Desenvolvimento

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Ciclo das informações entre o BIM 3D, 4D e 5D.	16
Figura 2.1 - Origens de problemas patológicos das construções.	19
Figura 2.2 - Utilização do BIM para documentação de um projeto compatibilizado.	22
Figura 2.3 - BIM no ciclo de vida de um empreendimento.	23
Figura 2.4 - Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e processo BIM.	25
Figura 2.5 - Ciclo de interação entre as dimensões BIM.	27
Figura 2.6 - Representação dos níveis de detalhamento.	28
Figura 2.7 - Relação entre níveis de desenvolvimento, detalhe e informação.	29
Figura 2.8 - Interoperabilidade BIM.	30
Figura 3.1 - Fluxograma do trabalho, com detalhamento das etapas.	34
Figura 3.2 - Planta humanizada do objeto de estudo, realizado no AutoCAD®.	35
Figura 3.3 - Organização dos elementos dentro da ferramenta “Sets”.	37
Figura 4.1 - Esqueleto do projeto hidrossanitário antes de ser compatibilizado.	39
Figura 4.2 – Planta baixa do projeto arquitetônico legal (A) e do projeto de detalhamento arquitetônico (B), e a modelagem 3D do projeto hidrossanitário do local (C).	40
Figura 4.3 – Traçado das tubulações que saem da caixa d'água.	41
Figura 4.5 - Vista das instalações hidrossanitárias do banheiro da Suíte Master em 3D (A) e detalhe da parede com o nicho (B).	42
Figura 4.6 - Posição das caixas de gordura.	43
Figura 4.7 – Posição da coluna de ventilação no banheiro da varanda.	43

Figura 4.8 - Incompatibilidades entre projetos identificadas pela ferramenta “ <i>Clash Detection</i> ”, no Navisworks®.....	44
Figura 4.9 - Incompatibilidades encontradas entre projetos (A), dentro do projeto hidrossanitário (B) e entre elementos estruturais com o projeto hidrossanitário (C).....	45
Figura 4.10 - Sobreposição de elementos do sistema de água pluvial e esgoto no térreo (A), do sistema de água fria e de água pluvial na cobertura (B), tubulação de água fria perfurando o pilar (C) e tubulação de água pluvial perfurando as vigas (D).	46
Figura 4.11 - Sobreposição da tubulação de água e falta de registro para manutenção da válvula de pressão.	47
Figura 4.12 – Instalações do banheiro da suíte master antes (A) e depois (B) das alterações.	48
Figura 4.13 – Sentido da saída do vaso sanitário antes (A) e depois (B) da mudança.....	49
Figura 4.14 - <i>Shaft</i> desenvolvido para atender a especificação do arquiteto e as necessidades da instalação.	50
Figura 4.15 - Comparativo dos custos finais do projeto.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Classificação dos níveis de detalhamento (ND).	29
Tabela 3.1 - Combinação dos projetos dentro da ferramenta “ <i>Clash Detection</i> ” do Navisworks®.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. OBJETIVOS	17
2.1.1. <i>Objetivo geral</i>	17
2.1.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	19
2.1. GESTÃO E COORDENAÇÃO DE PROJETOS.....	19
2.1.1. <i>Qualidade de processo e de projeto</i>	19
2.1.2. <i>Compatibilização de projetos</i>	20
2.2. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	21
2.2.1. <i>Dimensões de projetos</i>	26
2.2.2. <i>Processos de desenvolvimento</i>	28
2.2.3. <i>Interoperabilidade</i>	29
2.3. ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO EM BIM	31
3. METODOLOGIA.....	34
3.1. OBJETO DE ESTUDO.....	35
3.2. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	35
3.2.1. <i>Modelagem dos projetos</i>	35
3.2.2. <i>Compatibilização</i>	36
3.2.3. <i>Correção das incompatibilidades</i>	38
3.2.4. <i>Comparação dos orçamentos</i>	38
4. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	39
4.1. FALHAS VISUAIS DE PROJETO	39
4.2. COMPATIBILIZAÇÃO NO NAVISWORKS®.....	44
4.3. CORREÇÃO DAS INCOMPATIBILIDADES.....	47
4.4. EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS.....	50
4.5. COMPARAÇÃO DO PREÇO FINAL	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
5.1. RECOMENDAÇÕES	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	59

1 INTRODUÇÃO

A construção civil trata-se de uma atividade de grande importância econômica. Esse setor é o maior empregador no país, o que o torna responsável pelo sustento de várias famílias brasileiras. Representa 3,80% do PIB, de acordo com levantamento do ano de 2019 (CBIC, 2020). Além disso, é também grande influenciador no movimento econômico em diversos setores da economia, devido ao consumo de matéria prima e outros produtos industriais, tendo como alguns resultados o crescimento econômico regional, melhora na qualidade da população com novas habitações, geração de empregos em outros setores e ainda proporciona lucratividade aos investidores do setor (GOLDMAN, 2004; LORENZON, 2008).

Ao longo dos anos, vem ocorrendo transformações no cenário produtivo e econômico dentro da construção civil. Isso se deve, principalmente, ao fato de o nível de exigência do consumidor estar aumentando, em relação a custos, prazos e qualidade do produto final (LORENZON, 2008).

As crescentes críticas aos elevados custos estão associadas a elevados índices de desperdício de material e de produtividade. Lorenzon (2008) afirma que até o final do século XX, era comum as obras serem superfaturadas devido à falta de qualidade e também a falta de conhecimento dos clientes sobre seus direitos; o que gerava bastante lucro aos construtores. O autor diz que este costume inibiu a busca por novas tecnologias, processos de otimização de produção e qualidade, entre outros, dentro da construção civil.

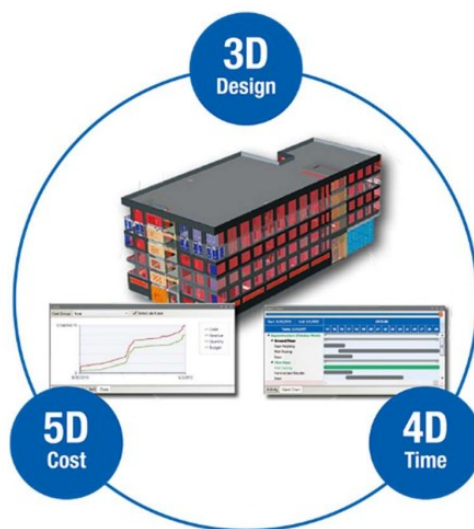
O orçamento tradicional, ainda utilizado na maioria dos meios acadêmicos e escritórios de engenharia, enquadra-se em um processo lento, manual e sensível a erros. A sua elaboração parte do reconhecimento de projetos feitos na metodologia *Computer Aided Design* (CAD) e em memoriais descritivos, que tentam descrever e sistematizar a execução. Porém, nem tudo é descrito de forma explícita ou interpretado de forma correta, o que pode acarretar em falta de precisão, desperdícios ou imprevistos (EASTMAN *et al.*, 2014; GOLÇALVES, 2019).

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia de trabalho que auxilia os profissionais da arquitetura e da engenharia a desenvolver projetos de maneira eficiente. Seu princípio não é de se transmitir ideias e informações através de linhas e legendas, como na metodologia CAD, e sim de representar elementos geométricos que possuem informações específicas e condizentes com a realidade, que sejam passíveis de análises dinâmicas.

Destacou-se por tornar possível a simulação de uma construção virtualmente, conseguindo prever problemas de compatibilização entre várias disciplinas de projeto, diminuindo assim gastos adicionais, retrabalhos e, conseqüentemente, atraso de cronograma. Nas ferramentas BIM também é permitido que outros profissionais possam trabalhar concomitantemente, podendo definir sequências de execução de serviços, além de diminuir ainda mais as incompatibilidades entre as revisões dos projetos (EASTMAN *et al.*, 2014).

Eastman *et al.* (2014) afirma ser possível a obtenção de resultados melhores em relação a prazos e custos por integrar facilmente os processos de projetos e construções com garantia de qualidade. Com isso, define-se a modelagem 5D como a associação das informações do modelo 3D parametrizados com os métodos e prazos de execução, com a previsão de gastos; sendo possível melhorar a análise dinâmica de custos, cronograma e planejamento, de modo a diminuir o desperdício de tempo e de materiais, conforme apresentado na Figura 1.1 (CALVERT, 2017; PIRÔPO, 2014).

Figura 1.1 - Ciclo das informações entre o BIM 3D, 4D e 5D.



Fonte: Utilizando BIM (2019)².

A metodologia BIM possui uma filosofia que se encaixa muito bem a “Construção Enxuta”. São conceitos que trabalham de forma complementar em vários aspectos, na busca por otimização de tempo, redução de atividades que não geram valor, automação, etc. O que

² DARÓS, J. **Guia completo: BIM 5D orçamentação**. Utilizando BIM. Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-5d-orcamento/>>. Acesso em: 8 mar. 2020.

torna o uso do BIM indispensável aqueles que buscam a filosofia da Construção Enxuta (EASTMAN *et al.*, 2014).

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) juntamente com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), assim como outras entidades³ brasileiras, reconheceram as vantagens da utilização da tecnologia BIM e em 2017 lançaram a Coletânea Guias BIM com o intuito de orientar e informar sobre as boas práticas do processo e ainda incentivar a utilização da plataforma em questão.

Devido à essa crescente utilização da plataforma BIM e a obrigatoriedade de sua implantação em obras públicas a partir de 2021 (BRASIL, 2018), esta pesquisa tem o intuito de estudar os processos e as atribuições dessa tecnologia para a construção civil, especificamente, na precisão e detalhamento do orçamento, dentro dos projetos hidrossanitários.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Com este trabalho pretende-se analisar o efeito da implementação da plataforma BIM no processo de orçamentação das instalações hidrossanitárias de uma edificação de pequeno porte.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estudar os procedimentos para a elaboração de um orçamento na plataforma BIM;
- Interpretar as informações descritas nos projetos em CAD e transferi-las para o *software* BIM, Revit® 2020 (Autodesk®);

³ Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA) e Secretaria de Estado do Planejamento do Governo de Santa Catarina.

- Indicar as interferências entre projetos por meio da ferramenta Navisworks® 2020 (Autodesk®);
- Gerar novo levantamento de quantitativo dentro do *software* BIM, Revit® 2020 (Autodesk®);
- Avaliar as alterações nos quantitativos em relação ao processo manual junto à tecnologia CAD;
- Comparar os custos previstos das instalações hidrossanitárias, após a compatibilização, com aqueles fornecidos pela construtora;

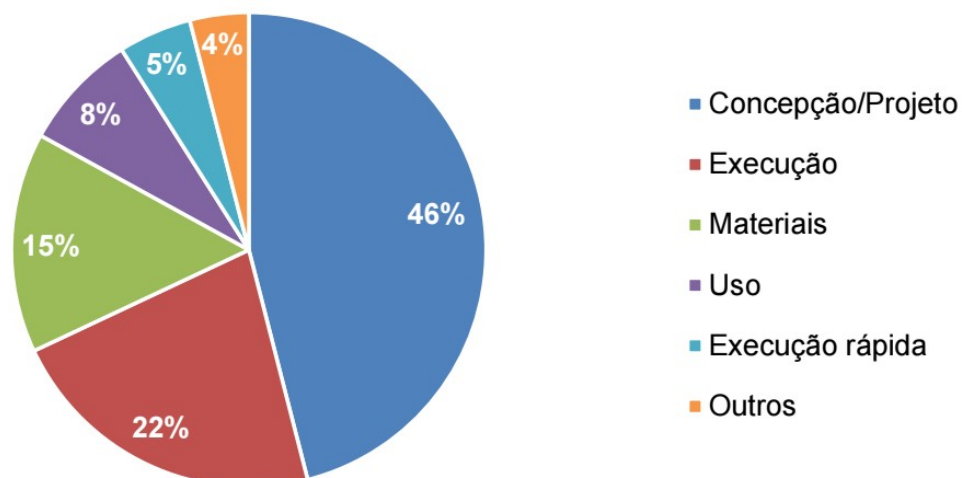
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO E COORDENAÇÃO DE PROJETOS

2.1.1 Qualidade de processo e de projeto

Na pesquisa desenvolvida por Motteu e Cnude⁴ (1989, *apud* MELHADO, 1994, p. 3 e 29) afirmaram que 46% das patologias de uma edificação são provenientes a falhas de projetos, contra os 22% dos erros de execução (Figura 2.1). Isso decorre devido à pouca valorização quanto a etapa de projeto, que apresentam baixo grau de detalhamento, levando a ineficiência da execução do serviço e o aumento os índices de perdas e de retrabalho (NASCIMENTO, 2014; OLIVEIRA, 2013).

Figura 2.1 - Origens de problemas patológicos das construções.



Fonte: adaptado de Motteu e Cnude (1989, *apud* MELHADO, 1994, p. 30)

Melhado e Fabrício (1998) chamam a atenção para outro problema quanto a fase de elaboração de projetos, que é bastante pertinente. Percebe-se que a maioria dos projetistas não consideram o processo de execução na etapa de concepção, deixando a mercê de uma improvisação no canteiro, gerando impasse na qualidade e produtividade da obra.

⁴ MOTTEU, H.; CNUDE, M. La gestion de la qualité durant la construction: action menée en Belgique par le comité "Qualité dans la Construction. *Internacional Council For Building Research, Studies And Documentation: Quality For Building Users Throughout The World*, v. 11, p. 265–276, 1989.

Na pesquisa de Nascimento (2014), engenheiros afirmaram em entrevistas que não participam ativamente durante a etapa de desenvolvimento de projeto e, como uma das consequências, os mesmos sentem falta de detalhamentos realmente necessários para a execução.

Segundo Melhado (1994), o projeto deve ser elaborado sob o ponto de vista do construtor para que assim não haja a falta de orientações. Destacando assim a importância do conhecimento das etapas do processo de construção e intercâmbio de informações entre profissionais de diferentes áreas, trazendo o foco para a ampliação da construtibilidade nos projetos (MELHADO; FABRÍCIO, 1998).

Ou seja, existe uma necessidade de se extinguir a segregação entre a etapa de projeto e execução, em que se deve ocorrer estudos e definições importantes durante a concepção, evitando inconsistências das informações. Uma vez que os erros são descobertos ainda na fase de projeto, os custos tornam-se insignificantes em comparação aos de manutenções preventivas e corretivas (MELHADO; FABRÍCIO, 1998; OLIVEIRA, 2013).

Segundo Santos, Branco e Abreu Filho (2013), em escritórios menores e independentes, onde existe um número enxuto de funcionários e de projetos (os quais também podem ser de pequeno porte), geralmente não reconhecem benefícios e não realizam encontros entre os projetistas como também não realizam a compatibilização entre os projetos.

2.1.2 Compatibilização de projetos

Na pesquisa realizada por Fruet e Formoso⁵ (1993, *apud* MONTEIRO *et al.*, 2017), em Porto Alegre, foi possível identificar os principais problemas que surgem na etapa de projeto em edificações de pequeno porte. As principais falhas de projeto são:

- Incompatibilidade entre os projetos;
- Erros de legenda, diferença de cotas, níveis, alturas;

⁵ FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. **Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte**. In: SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL – gestão tecnológica, 1993, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1993.

- Falta ou inconsistência de detalhamento;
- Ausência de especificação de componentes e materiais.

Essa etapa no processo de gestão tem como objetivo realizar a interação entre os projetos; com finalidade identificar interferências de forma antecipada a execução, antecipando a tomada de decisão e evitando perdas (MONTEIRO *et al.*, 2017).

As perdas são resultado de um processo de planejamento falho; como consequência há uma elevação de custos, com novas atividades que não agregam valor, e um produto com qualidade final baixa. Além da perda de materiais, há desperdício do serviço da mão de obra e de ferramentas, o que poderia ter sido evitado caso houvesse um processo de compatibilização, que faz análise e acompanhamento adequado dos projetos (NASCIMENTO, 2014).

A compatibilização em projetos bidimensionais já existe há um tempo, porém, mesmo com a utilização do CAD esse ainda não era amplamente utilizado. Isso porque trata-se de um processo manual e maçante, em que acontece por comparação ou sobreposição dos desenhos, dependendo assim da visualização do analista que fica como responsável por determinar as interferências, ou seja, suscetível ao erro humano (CAMPESTRINI *et al.*, 2015; GOLÇALVES, 2016). Masotti (2014) afirma que esse processo é ignorado em construções de pequeno porte.

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O conceito que hoje define o BIM surgiu há mais de trinta anos e foi apresentado por Charles Eastman, no *AIA Journal*, em que sugeriu características da tecnologia como conhecemos hoje. A sua utilização vem crescendo desde o início do século XXI, apesar de já existirem softwares que associavam informação a um modelo 3D desde os anos 80, quando se disseminou a utilização de microcomputadores (EASTMAN *et al.*, 2014).

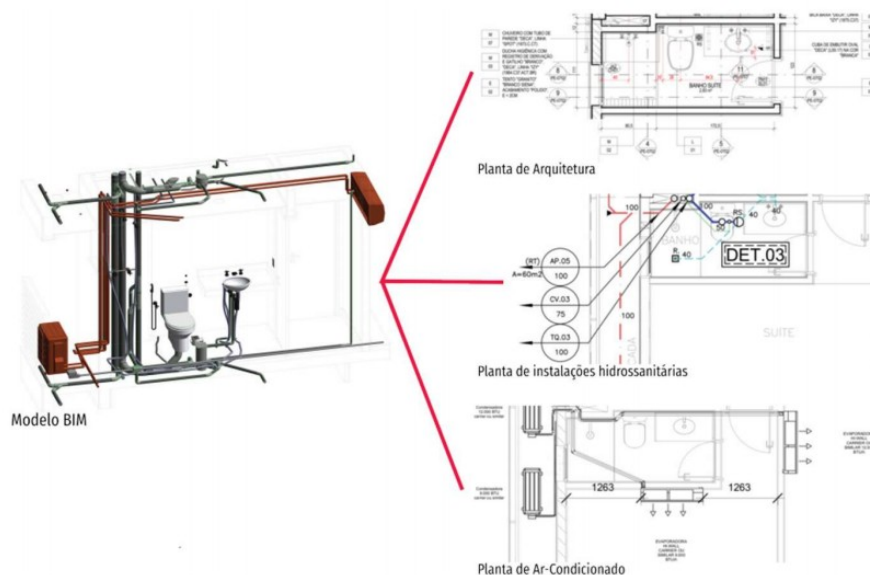
As principais características de um modelo criado na metodologia BIM, citadas na coletânea da CBIC (2016a) e Eastman *et al.* (2014), são:

- a modelagem multidimensional, das características físicas e funcionais;
- extração de quantidades;

- atualizações automáticas do modelo;
- realização de trabalho integrado e colaborativo;
- identificação automática de interferências;
- realização de simulações e análises (energéticas, conforto térmico, estrutural, etc);
- utilização de elementos paramétricos e inteligentes;
- documentação com informações mais consistentes e integradas;

Neste método é possível construir uma edificação virtualmente, representando elementos em suas formas tridimensionais. Assim como exemplificado na Figura 2.2, existem várias formas de visualização, chamadas “vistas”, em que é possível ver os elementos em planta, em corte e em 3D; é bastante semelhante a visualização na que já conhecemos dos desenhos feitos a mão e na metodologia CAD (EASTMAN *et al.*, 2014).

Figura 2.2 - Utilização do BIM para documentação de um projeto compatibilizado.



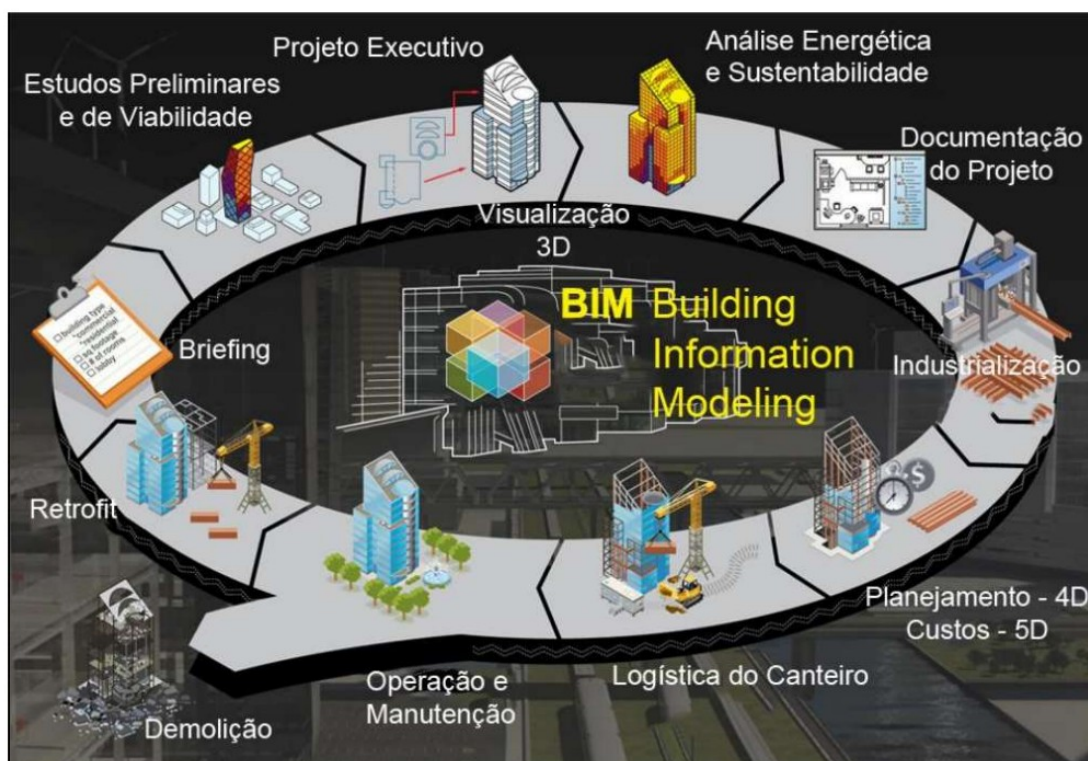
Fonte: ABDI (2017).

O diferencial é que, por se tratar de um conjunto de elementos e não representações feitas com linhas e legendas, qualquer mudança na composição ocorre apenas uma vez, de maneira simultânea; logo não é necessária a modificação das outras vistas, porque ela já

aconteceu, o que é uma grande evolução se comparado com outros métodos de representação. Por isso é possível transmitir informações consistentes, visto que dificilmente encontrará erros nas representações dos projetos.

Além da facilidade e agilidade na elaboração de um projeto, outra característica do BIM é a associação de informações multidisciplinares, integrando seus dados, suas organizações e processos de desenvolvimento, do começo ao final do ciclo de vida de uma edificação (Figura 2.3). Ou seja, possibilita os estudos de viabilidade, simulações, orçamentação, planejamento, controle, construção, visualização, colaboração, representação e registro de construção, podendo servir de consulta para eventuais manutenções, reformas e, por ventura, demolição da edificação (ABDI, 2017; CBIC, 2016a; SANTOS; BARISON, 2011).

Figura 2.3 - BIM no ciclo de vida de um empreendimento.



Fonte: Mello (2012).

Vale ressaltar que nem todo programa que faz simulações 3D é um programa BIM, como por exemplo o SketchUp®. Assim como um projeto feito em um *software* BIM, como por exemplo o Revit® e Archicad®, não é necessariamente BIM. Aqui estamos nos tratando de uma metodologia de trabalho, em que é preciso vincular e parametrizar diversos elementos do projeto para que nele seja possível trabalhar de forma inteligente e automatizada (CBIC, 2016a; EASTMAN *et al.*, 2014).

Devido a esse engajamento e a simulação que a metodologia BIM proporciona nas diversas fases de um projeto, baseado nos fatores citados acima, o processo de tomada de decisão em etapas de planejamento tornaram-se mais seguros e menos onerosos, além da facilidade de troca de informação entre os envolvidos (proprietário, arquitetos, engenheiros, equipes operárias, entre outros) desde a definição do escopo do projeto, desenvolvimento do *design* e nos detalhes do executivo (MASOTTI, 2014).

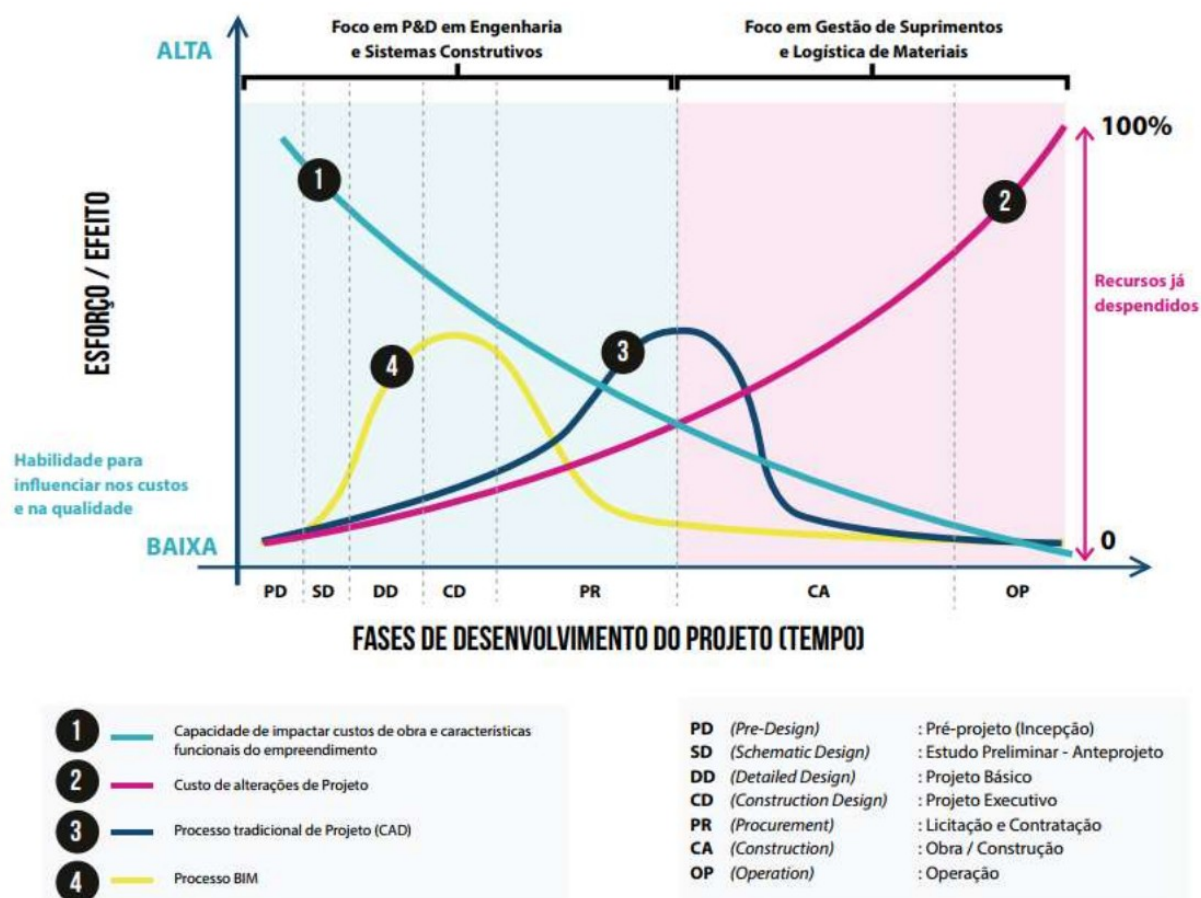
Quando se trata especificamente de orçamento, a ferramenta apresenta diversas vantagens como um melhor controle da extração de quantitativos, a concentração de informação e facilidade em acessar as características dos objetos dentro do modelo, a parametrização dos elementos, a representação virtual, dentre outros fatores que podem gerar impacto no durante o processo de orçamentação (WINTER, 2017).

Surge uma mudança na cultura da cadeia produtiva do setor da construção civil, renovando as relações de trabalho e postura de seus profissionais, uma vez que nesta metodologia há necessidade do conhecimento e experiência multidisciplinar, como o domínio de processos construtivos para se projetar, especificação de materiais, de serviços e, conseqüentemente, de custos (CBIC, 2016b; GARBINI; BRANDÃO, 2014).

Outros benefícios que foram apontados pela CBIC (2016b) e ABDI (2017), foram um controle mais rigoroso do cronograma e previsibilidade de gastos, bem como a redução de resíduos, devido a diminuição de consumo e desperdício de materiais; aumento da produtividade e redução de retrabalho (do escritório a obra); melhoria da segurança no ambiente de trabalho; facilidade em visualizar novas soluções através das maquetes 3D; ciclos de avaliação com o cliente mais rápida; diminuição de erros e omissões nos projetos.

Na Figura 2.4 é possível verificar o comparativo entre a tecnologia CAD e BIM, baseando-se no processo das fases de desenvolvimento e planejamento de um projeto.

Figura 2.4 - Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e processo BIM.



Fonte: CBIC (2016a).

Na pesquisa de Araújo e Santos (2018), os escritórios de arquitetura e engenharia na cidade de Maceió (AL), ano da sanção do Decreto nº 9377 (BRASIL, 2018), ainda apresentavam baixo engajamento com a tecnologia BIM, assim como já notado por Bernstein *et al.* (2014). As dificuldades e os desafios para a implantação da plataforma no Brasil se devem a: i) resistência nas mudanças da metodologia de trabalho, havendo a necessidade de uma nova adaptação a uma nova filosofia de trabalho assim como a necessidade de se aprender novos *softwares*; ii) a falta de envolvimento de todos os profissionais parceiros com a plataforma BIM; iii) ao alto investimento em equipamentos que possam suportar os *softwares* BIM além do valor alto das licenças dos programas; iiiii) ao tempo e custo para capacitação das equipes; iiiiii) a falta de adaptabilidade dos *softwares* ao padrões normativos brasileiros (BERNSTEIN *et al.*, 2014; EASTMAN *et al.*, 2014; GARBINI; BRANDÃO, 2014; SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009).

Em maio de 2018, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) lançou a Estratégia BIM BR. A iniciativa pretende conquistar 50% das empresas que contemplam o PIB da construção civil, em seus diversos setores. Para isso tem como objetivo: i) estimular a capacitação dos profissionais, ii) propor normativas dentro da metodologia BIM, iii) incentivo para o investimento em implantação BIM, entre outros (ABDI, 2021).

Desde então, o enfoque em pesquisas sobre implantação nas diversas áreas da engenharia vem aumentando como em infraestrutura (AZEDO, 2018), estruturas pré-fabricadas (RIBEIRO *et al.*, 2020) e aplicação da construção enxuta (NAHIME; NETTO, 2020).

2.2.1 Dimensões de projetos

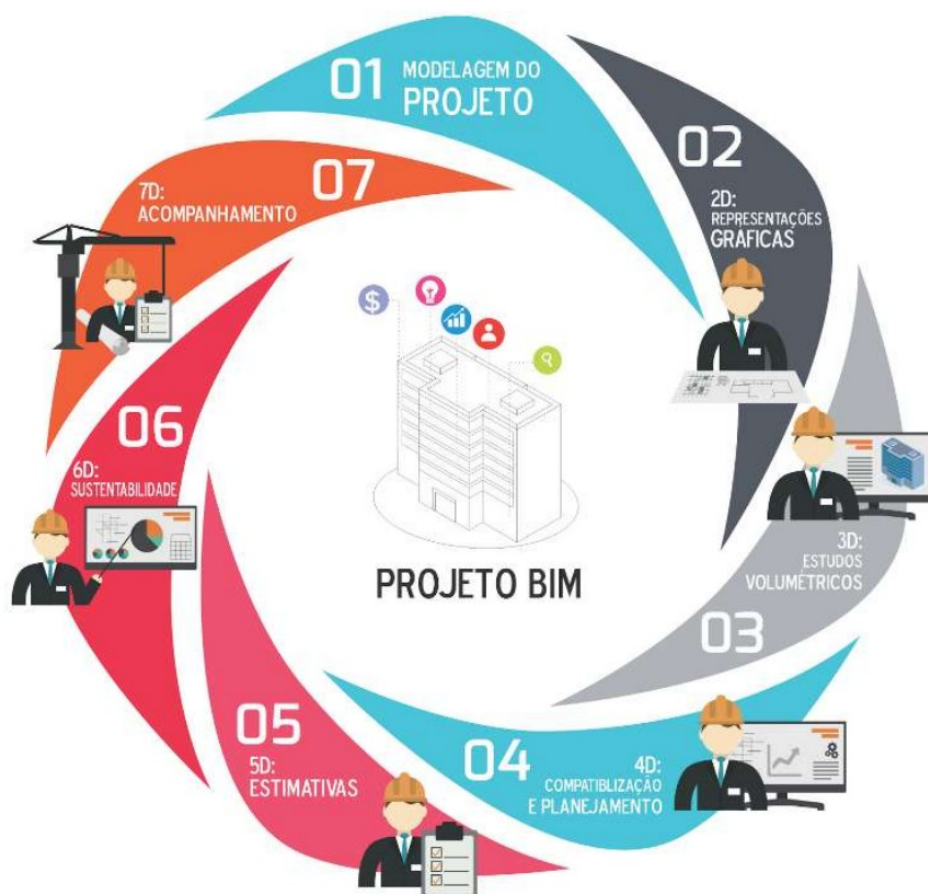
Devido a gama de informação disponibilizados pelos modelos BIM, conseguimos realizar várias análises (Figura 2.5), tais como a otimização do canteiro, produtividade e eficiência de produção, conflitos de espaço entre outros (EASTMAN *et al.*, 2014). Com isso, classifica-se o uso dessas informações para cada tipo de aplicação; autores como Calvert (2017) e Campestrini *et al.* (2015) definem estas como:

- **BIM 3D:** trata-se do projeto e suas características em formato espacial, em um ambiente virtual, que se permite a compatibilização e a extração de informações.
- **BIM 4D:** baseando no projeto parametrizado (3D) associa-se a variável tempo. Logo, analisa-se o avanço físico, observando os métodos construtivos e os prazos, o que facilita a tomada de decisão tanto para a programação de entrega de materiais quanto para o melhor acompanhamento do cronograma físico financeiro da obra.
- **BIM 5D:** adiciona-se ao modelo os dados de custo a cada etapa de produção, gerando relatórios como a curva ABC. O interessante é que ao modificar o modelo base (3D), modifica-se também o custo final da obra.
- **BIM 6D:** está relacionado com a construção sustentável, isso porque se faz análises de desempenho energético, ciclos de manutenção, validade de materiais etc.

- **BIM 7D:** auxilia no gerenciamento de instalações pós entrega, fomentado com informações que descrevem “como foi executado”, auxiliando no processo de operação e manutenção da edificação.

Os itens descritos acima são os principais e mais conhecidos até o momento. Porém, com o tempo há necessidade de se adicionar ainda mais camadas de informações e parâmetros de análises, que podem originar novas dimensões BIM (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

Figura 2.5 - Ciclo de interação entre as dimensões BIM.



Fonte: Leite (2018) ⁶

⁶ LEITE, E. F. W. **BIM e suas dimensões**. Cadbimmoz. Disponível em: <<http://cadbimmoz.com/bim-e-suas-dimensoes/>>. Acesso em: 27 ago. 2020. il. color.

2.2.2 Processos de desenvolvimento

O Instituto Americano de Arquitetura (*American Institute of Architecture* - AIA), posteriormente difundida pela BIM Fórum, apresentou um modelo de classificação de desenvolvimento dos projetos em BIM conhecido como *Level of Detailment* (LOD) que definem as características dos modelos de acordo com seu volume de detalhamento; uma demonstração simples está na Figura 2.6. O LOD também pode ser reconhecido como Nível de Detalhamento (ND).

Figura 2.6 - Representação dos níveis de detalhamento.



Fonte: BIM Experts (2019) ⁷.

Segundo Smith (2016), é uma forma de melhorar a comunicação dentro do projeto, de maneira padronizada e com qualidade, em que o nível de detalhe necessário é estabelecido pela equipe. Como descrito na Figura 2.7, o LOD auxilia os profissionais a definirem suas especificações durante o desenvolvimento dos estágios do projeto, como de design e de processos construtivos, gerando informações importantes para o seu gerenciamento de custos.

Vale ressaltar que existem diferentes etapas durante o processo de idealização de um projeto. De acordo com a necessidade de cada etapa, o projeto vai evoluindo em quantidade de detalhamento e informação (GARBINI; BRANDÃO, 2014).

⁷ BESSONI, A. **BIM e os níveis de desenvolvimento**. BIM Experts. Disponível em: <<https://www.bimexperts.com.br/post/bim-e-os-niveis-de-desenvolvimento>>. Acesso em: 23 mar. 2020. il. color.

Figura 2.7 - Relação entre níveis de desenvolvimento, detalhe e informação.



Fonte: traduzido de Oliveira (2016)

A classificação e descrição dos níveis de detalhamento estão apresentadas no Tabela 2.1 abaixo:

Tabela 2.1 - Classificação dos níveis de detalhamento (ND).

Fase	Etapas	Sigla	Descrição
Concepção	Estudo de Viabilidade	LOD 100	Representação genérica da ocupação da edificação, sendo esta somente uma modelagem volumétrica. Permite estudo de taxa de ocupação, análise de absorção solar, acessos e entre outros.
Desenvolvimento de Design	Estudo Preliminar	LOD 200	O modelo passa a possuir elementos com formas, espaços e posições mais bem definidos, porém ainda com informações genéricas.
Documentação	Anteprojeto e Projeto Legal	LOD 300	Os elementos do modelo possuem características mais específicas, como materiais e sistema de montagem. O seu processo de desenvolvimento já possibilita a geração de documentação e levantamentos de quantitativo.
	Projeto Básico ou Pré Executivo	LOD 350	Alguns elementos e processos construtivos são atribuídos ao modelo levando-se em conta a interface de outros sistemas.
Construção	Projeto Executivo	LOD 400	Os elementos do modelo são detalhados visando a fase de fabricação e instalação/montagem de objetos, além de auxiliar no processo da gestão e planejamento.
Pós-Entrega	As Built	LOD 500	O modelo possui geometria e informações a fim de registrar o que foi construído em campo, possibilitando o gerenciamento manutenção e operação dos sistemas da edificação.

Fonte: adaptado de ABDI (2017).

2.2.3 Interoperabilidade

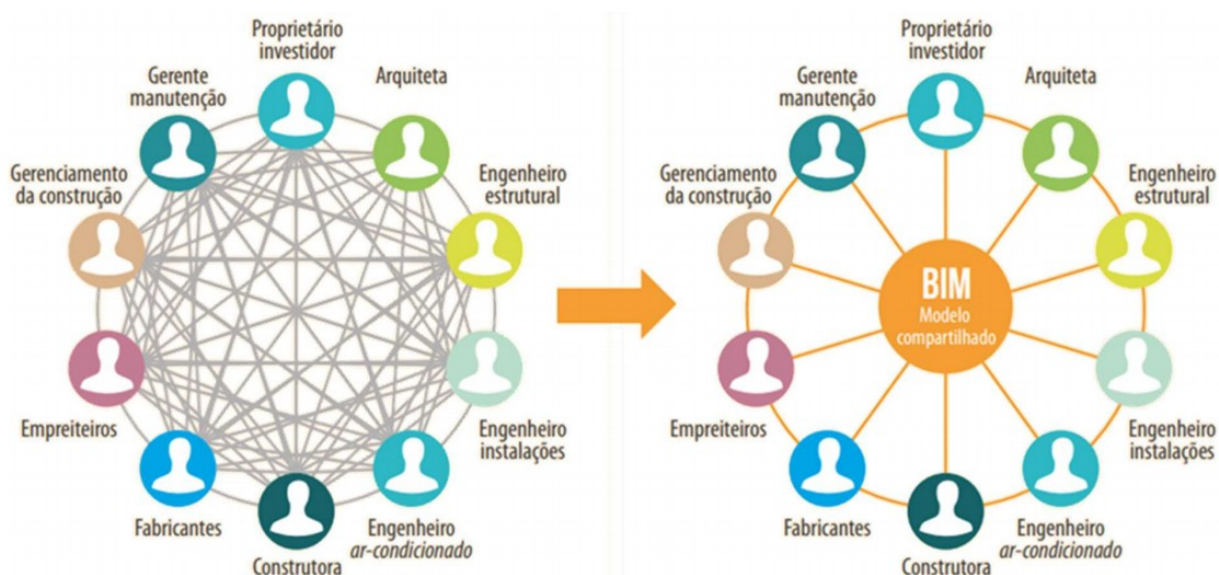
Como já discutido no capítulo 2.1, a construção de uma edificação exige a colaboração de vários profissionais e do trabalho em equipe. Há algum tempo, a comunicação entre eles apresenta divergências, uma vez que a troca de informações pode ser falha ou se demonstrar insuficiente (EASTMAN *et al.*, 2014; MASOTTI, 2014).

Isso porque no método convencional cada profissional trabalha em plano de trabalho individualizado. Após a entrega do projeto base, a interação entre os profissionais é quase inexistente, permitindo que cada um leve seu próprio julgamento e interpretação sobre os procedimentos construtivos a serem executados. Isso pode acontecer da fase de projeto a execução da obra (MASOTTI, 2014).

Essa falta de comunicação pode gerar ausência de representações dentro do projeto ou até impedir o acesso a revisões de projetos atualizadas, podendo trazer transtornos durante o processo de planejamento e de execução. Ou seja, gera gastos imprevistos, retrabalhos e atraso no cronograma.

Em contrapartida, de acordo com Campestrini *et al.* (2015), surge uma linguagem computacional internacional chamada IFC (*Industry Foundation Classes*) que permite os diferentes softwares BIM compartilharem informações dos processos construtivos com outros profissionais. O que permitiu juntar todos os projetos em um modelo único e integrado, melhorando assim a comunicação e identificação de incoerência entre os projetos (Figura 2.8).

Figura 2.8 - Interoperabilidade BIM



Fonte: CBIC (2016a).

Segundo Eastman *et al.* (2014), a interoperabilidade transforma o fluxo de trabalho em um processo suave e automatizado, desfazendo da necessidade de repetir alguma informação. Além da compatibilização do leiaute, é passível de análises energéticas, estruturais, estimativas de custos e planejamento. Ou seja, devido a essa metodologia de

trabalho, é possível durante a fase de projeto encontrar possíveis erros na fase de execução, existindo assim maior integração entre os projetos e, como consequência, gerar maior produtividade na hora de execução (PAULA *et al.*, 2017).

No estudo feito por Garbini e Brandão (2014, p. 15) foi apresentado a vantagem de se implementar a metodologia BIM nos escritórios de arquitetura. Foi relatado que:

“os arquitetos diretores dos escritórios caracterizaram suas equipes antes da implantação da tecnologia BIM, como sendo dispersas, existindo falta de comunicação entre as equipes, ocasionando erros de projeto. Com a implantação da tecnologia BIM no desenvolvimento dos projetos, o relato foi que as equipes trabalham de forma conjunta, da forma como a tecnologia exige, resultando em menos erros de projetos e, consequentemente, aumentando a qualidade dos mesmos.”

O maior desafio dentro do BIM é promover que haja tal interação entre os profissionais para reunir um conjunto de informações multidisciplinares do empreendimento, que aborde todas as características desde a concepção (BIM 3D) até as fases de uso e manutenção (CBIC, 2016a).

A análise tridimensional possibilita verificar se há sobreposição de elementos. Existem diversos softwares que permitem a integração entre projetos BIM, um deles é o programa Navisworks®, que é voltado para gerenciamento e coordenação de projetos, bastante utilizado para a realização das compatibilizações dentro da plataforma (MONTEIRO *et al.*, 2017).

2.3 ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO EM BIM

Antes de se iniciar um empreendimento, já existe uma preocupação com a estimativa de custos, que é o mesmo que um exercício de previsibilidade. O processo de orçamentação precisa ser eficiente, garantindo assim o verdadeiro valor da obra e garantindo a obtenção do lucro ao executor; porém, quando o orçamento não é preciso pode gerar insucesso em relação a custos e prazos (MATTOS, 2006).

Para Dias (2011), a engenharia de custos não se resume ao orçamento inicial, e sim prossegue com mesmo rigor durante todo o planejamento, controle, acompanhamento de gastos, custos de manutenções e entre outros.

A etapa de projetos é muito importante para o processo de orçamentação, viabilidade e planejamento, pois são o ponto de partida para a idealização do empreendimento. Contudo,

as tecnologias mais usuais dentro dessa área, o uso de planilhas e projetos 2D, apresenta várias inconsistências, incertezas e imprecisões, o que implica nos problemas que foram abordados no capítulo 2.1 (EASTMAN *et al.*, 2014).

Pode-se afirmar que a construção civil como um todo, consiste em um processo de produção artesanal e *taylorista*⁸; não há utilização de muitas inovações tecnológicas em suas linhas de produção. Devido a isso, a utilização de metodologias defasadas no processo construtivo e gerencial resultam em atrasos, custos extrapolados e baixa qualidade do produto (LORENZON, 2008).

No método tradicional de orçamentação e planejamento é necessário estabelecer uma sequência de procedimentos, em que pode ocorrer a perda de informações em casos de interrupções e alterações, gerando erros e improdutividade (BESEN, 2017; MASOTTI, 2014).

Com a atual exigência do mercado da construção civil, a metodologia tradicional não apresenta resultados satisfatórios no processo de orçamentação. Mesmo que ainda haja pouca implantação dentro dos escritórios, a metodologia BIM pode potencializar esse processo desde que obedeça as premissas do BIM (MENDONÇA; SOUSA; GUEDES, 2020).

O modelo BIM gera uma base de dados capaz de integrar as etapas de planejamento, orçamentação, controle e manutenção da edificação. Como comentado anteriormente, o levantamento de quantitativos automatizado é uma das principais vantagens da metodologia BIM (ABDI, 2017).

No entanto, para maior confiabilidade e assertividade dos orçamentos é preciso obedecer a alguns critérios durante as etapas de elaboração e escolha do método de modelagem. Como por exemplo, a determinação do nível de detalhamento dos projetos, a definição dos elementos a serem modelados e em qual projeto os mesmos serão representados, etc. Com isso, a coordenação de projetos deve verificar e garantir a qualidade dos projetos afim de assegurar a integração do modelo (ABDI, 2017).

⁸ Sistema de racionalização de trabalho que surgiu no século XIX, em que há especialização de mão de obra, visando o aumento de produtividade, onde há sistema de supervisão e de controle, sem se importar tanto com o desenvolvimento de novas tecnologias. Conceito disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/taylorismo/>>. Acesso: 23/09/2020.

Segundo instituições como a ABDI (2017) e o Governo de Santa Catarina (2014), definem algumas características básicas para que o modelo esteja de acordo com as premissas da modelagem na metodologia BIM. Algumas delas são:

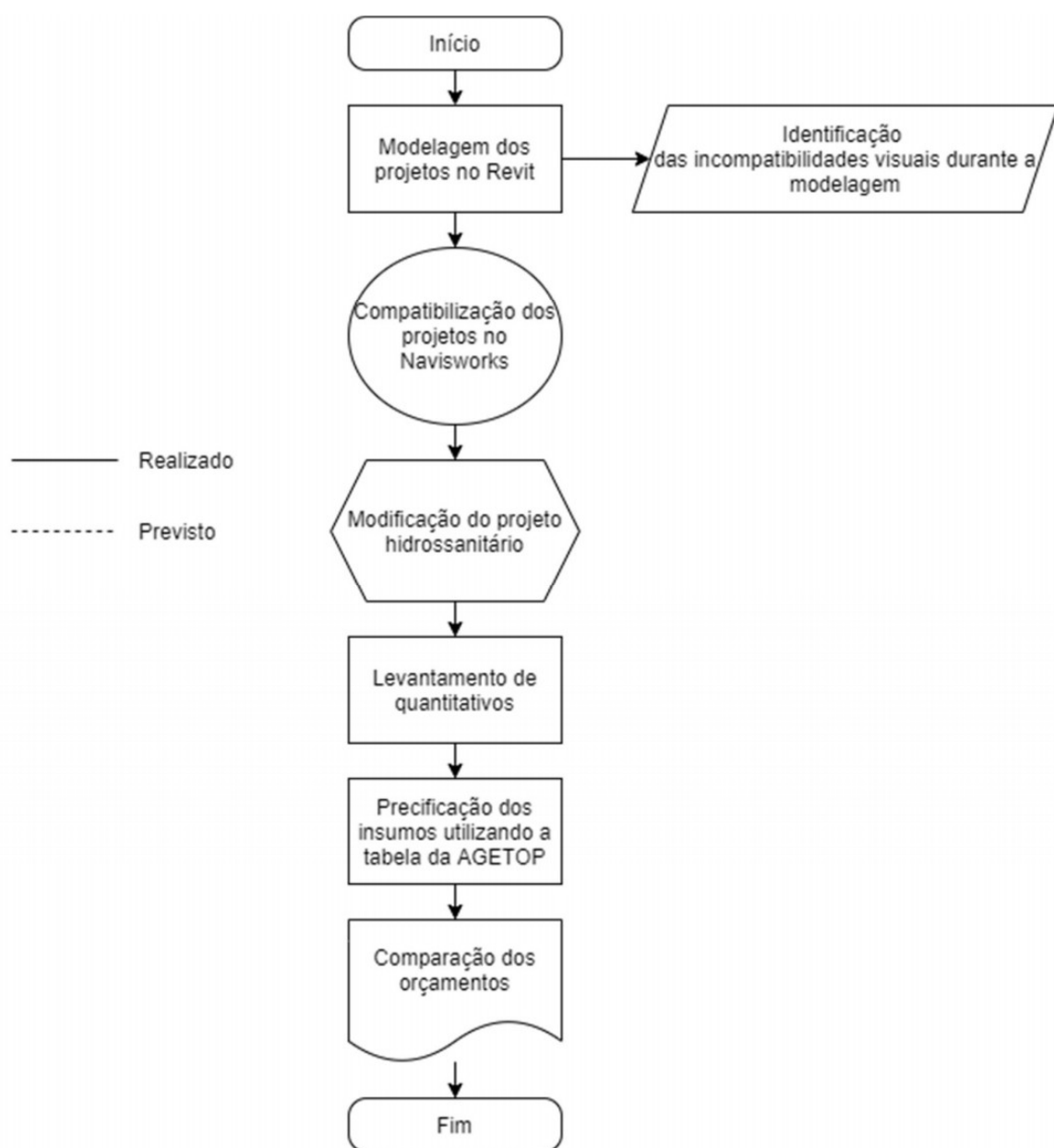
- O conjunto de projetos não podem apresentar inconsistências e conflitos.
- Os modelos devem ser separados de acordo com cada tipologia de projeto, em que os projetistas devem garantir a compatibilidade e a interoperabilidade.
- O modelo deve ter informações que possibilitem a quantificação de materiais e serviços.
- Os projetos devem ser federados e possuir o projeto arquitetônico como base principal para o desenvolvimento do modelo.
- Seguir as diretrizes de parametrização e modelagem BIM especificados pela construtora.

Não seguir a essas orientações, pode gerar falhas na quantificação, por haver dupla contagem de elementos. Quanto maior o nível de detalhamento e de informações no modelo BIM, mais preciso e detalhado será o levantamento de quantitativos. Não necessariamente todos os elementos precisam ser representados como um objeto, desde que haja um parâmetro dentro do projeto que indica a existência do mesmo (ABDI, 2017).

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa partiu de um estudo de caso em que foi desenvolvido um projeto hidrossanitário em BIM, com a finalidade de reconhecer as dificuldades no processo de compatibilização e orçamentação, a partir das interferências e suas soluções. Com isso, realizou-se etapas descritas na Figura 3.1 para alcançar tal objetivo.

Figura 3.1 - Fluxograma do trabalho, com detalhamento das etapas.



Fonte: acervo da autora.

3.1 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo deste trabalho é uma residência unifamiliar térrea de médio-alto padrão, situada na cidade de Jataí, Goiás (Figura 3.2). Foram cedidos os projetos de arquitetura legal, detalhamento arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário, todos na metodologia CAD, e também o orçamento final (Anexo A), com a previsão de custos de execução, a fim de realizar o comparativo dos custos das instalações hidrossanitárias ao final dessa pesquisa.

Figura 3.2 - Planta humanizada do objeto de estudo, realizado no AutoCAD®.



Fonte: acervo da autora.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

3.2.1 Modelagem dos projetos

Assim como no trabalho de Reginatto, Cunha e Bedin (2017) e de Mendonça, Souza e Guedes (2020), a etapa de modelagem do projeto hidrossanitário iniciou a partir da importação dos desenhos em DWG para o software Revit® e da utilização de um template⁹

⁹ “Arquivo que carrega uma pré-configuração de propriedades que podem ser utilizadas como base inicial na modelagem de sistemas. Pode incluir famílias, tipos de vistas, unidades pré-definidas, características de visualização entre outras pré-definições que possam agilizar o processo” (BRANDT, 2018).

com a biblioteca da Tigre, Docol, Celite e outras marcas que desenvolveram os objetos paramétricos com enfoque em instalações prediais.

A etapa de modelagem dos projetos hidrossanitários no Revit® foi desenvolvida a partir da leitura individual de cada parte do projeto hidrossanitário original, que são elas: instalações prediais de água fria, esgotamento sanitário e água pluvial. Ou seja, as instalações foram modeladas separadamente, conforme o traçado e orientações do projetista indicadas no projeto original, com a finalidade de identificar as interferências iniciais.

Para a etapa de compatibilização, foram necessários alguns projetos complementares da edificação em estudo. Por isso, foi modelado o projeto arquitetônico no *software* Revit® e utilizou-se o IFC do projeto estrutural original, disponibilizado pelo projetista.

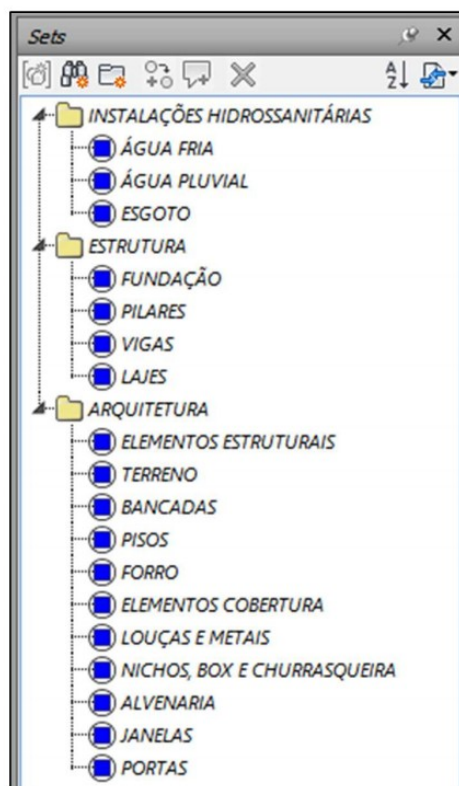
3.2.2 Compatibilização

Para a compatibilização, os projetos foram carregados dentro do *software* Navisworks®, o qual possui ferramentas que auxiliam na identificação de incompatibilidades. A principal delas é conhecida como “*Clash Detection*”, um recurso de verificação de conflitos.

Com o auxílio da ferramenta “*Sets*”, responsável por categorizar e organizar a área de trabalho, os elementos do projeto foram ordenados de acordo com a Figura 3.3, afim de filtrar e facilitar a leitura das incompatibilidades.

Para analisar as incompatibilidades, os projetos foram combinados de acordo com Tabela 3.1, afim de identificar as interferências entre elementos de diferentes projetos. De forma complementar foi realizada uma verificação visual mais aprofundada para certificar que todas as incompatibilidades foram identificadas pelo *software*.

Figura 3.3 - Organização dos elementos dentro da ferramenta "Sets".



Fonte: acervo da autora.

Tabela 3.1 - Combinação dos projetos dentro da ferramenta "Clash Detection" do Navisworks®.

Projeto A	Projeto B
Projeto hidrossanitário (instalações de água fria)	Projeto hidrossanitário (instalações de esgoto)
Projeto hidrossanitário (instalações de água fria)	Projeto hidrossanitário (instalações de água pluvial)
Projeto de hidrossanitário (instalações de água pluvial)	Projeto de hidrossanitário (instalações de esgoto)
Projeto hidrossanitário	Projeto estrutural
Projeto hidrossanitário	Projeto estrutural (vigas)
Projeto hidrossanitário	Projeto estrutural (pilares)
Projeto hidrossanitário	Projeto estrutural (lajes)
Projeto hidrossanitário	Projeto estrutural (fundação)
Projeto hidrossanitário	Projeto arquitetônico
Projeto hidrossanitário	Projeto arquitetônico (bancadas)
Projeto hidrossanitário	Projeto arquitetônico (esquadrias)

Fonte: acervo da autora.

3.2.3 Correção das incompatibilidades

De acordo com as interferências encontradas, foram feitas alterações no projeto hidrossanitário desenvolvido no Revit® obedecendo as normativas: NBR 6118 (ABNT, 2014), NBR 5626 (ABNT, 2020) e NBR 8160 (ABNT, 1999), de modo a diminuir as incompatibilidades entre projetos, os erros de execução e possíveis patologias na obra.

Destaca-se que houve a todo momento preocupação para que se mantivesse o traçado original do engenheiro projetista.

3.2.4 Comparação dos orçamentos

O levantamento dos quantitativos das tubulações e conexões foram realizados no Revit®, posteriormente, os insumos foram precificados utilizando as tabelas desoneradas da GOINFRA (2019) e SINAPI (2019) do ano em que se iniciou a construção da residência em estudo. Em raros casos, a procura de preços no mercado foi necessária.

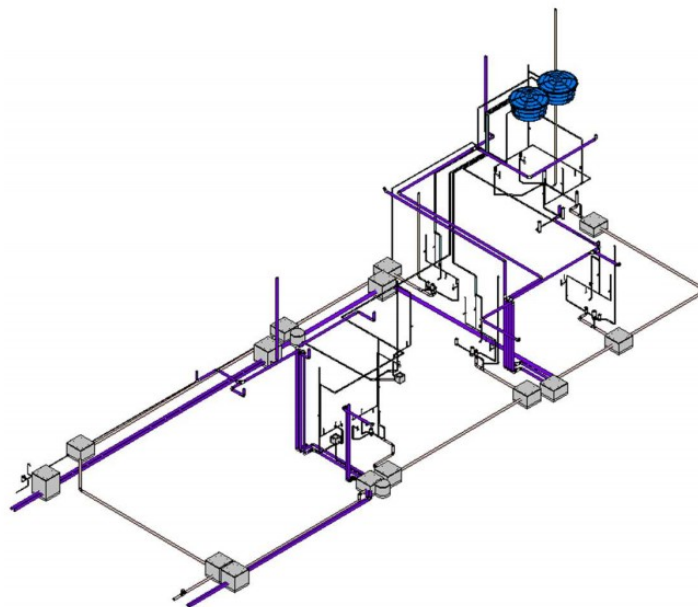
Afim de comparar os quantitativos da lista de materiais do projeto original, com os quantitativos do modelo BIM, foi organizada uma planilha orçamentaria para analisar a variação dos itens e o nível de detalhamento. Para concluir, foi verificada a discrepância dos valores encontrados juntamente com uma breve análise.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Durante a fase de análise do objeto de estudo, constatou-se que na planilha orçamentária cedida pela construtora (ANEXO A), foi bastante utilizado o artifício de “verba” ou de gasto aproximado por metro quadrado de construção para estipular os gastos referentes a alguns serviços, um deles se trata das instalações hidrossanitárias da residência. Ou seja, não há uma descrição detalhada de itens e seus custos.

Ao longo da modelagem do projeto dentro do programa Revit®, foi possível visualizar várias inconsistências, erros, não atendimento às normativas vigentes ou até mesmo a falta de informações necessárias para o entendimento do projeto. O esqueleto em 3D do projeto hidrossanitário original elaborado dentro do Revit® pode ser visto Figura 4.1.

Figura 4.1 - Esqueleto do projeto hidrossanitário antes de ser compatibilizado.



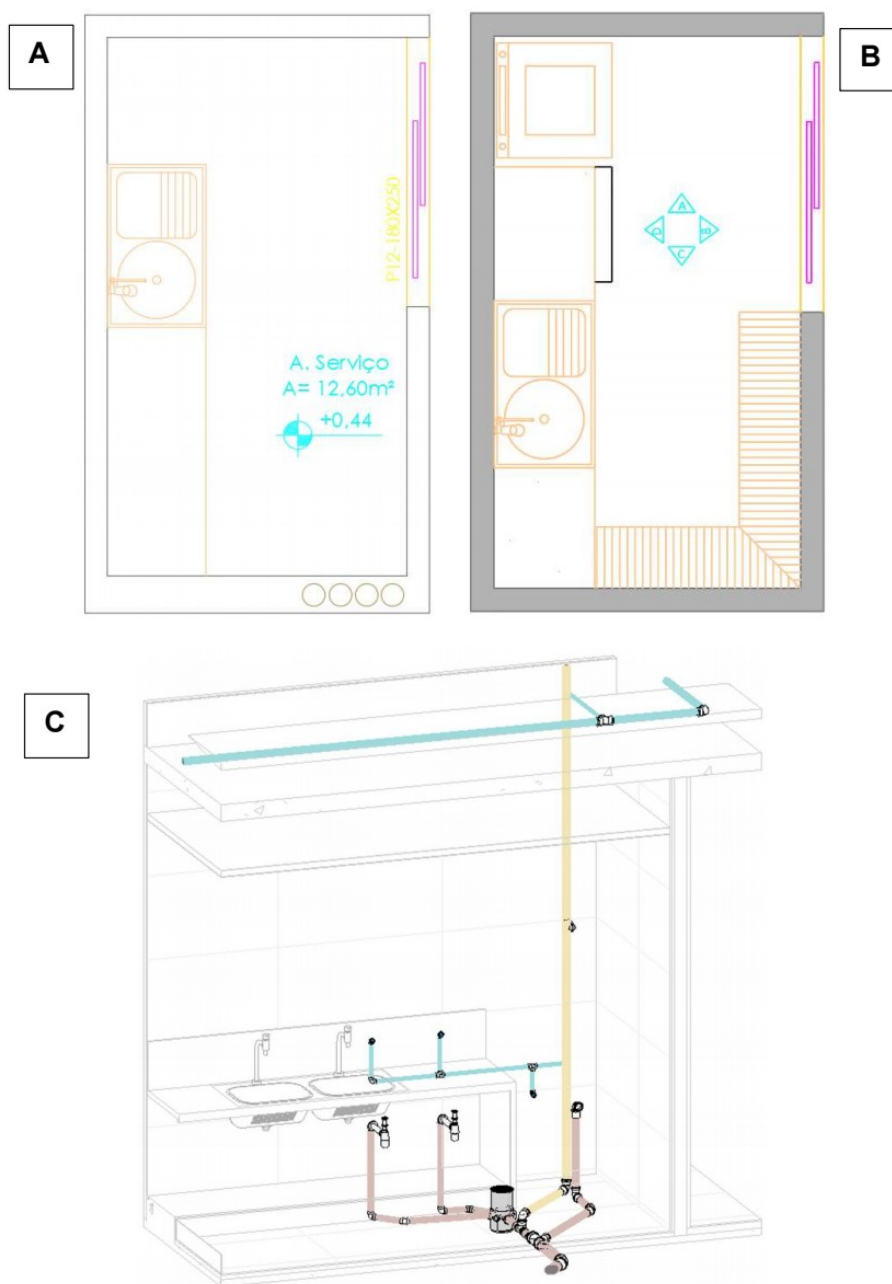
Fonte: acervo da autora.

4.1 FALHAS VISUAIS DE PROJETO

A primeira incompatibilidade encontrada foi a dualidade de informações em relação ao posicionamento dos tanques na área de serviço, descritos no projeto arquitetônico legal e no projeto de detalhamento arquitetônico (Figura 4.2A e B); ambos foram elaborados pelo mesmo

profissional. Uma vez que o projeto hidrossanitário foi dimensionado com base no projeto legal, o *layout* das instalações prediais (Figura 4.2C) não será devidamente executado.

Figura 4.2 – Planta baixa do projeto arquitetônico legal (A) e do projeto de detalhamento arquitetônico (B), e a modelagem 3D do projeto hidrossanitário do local (C).

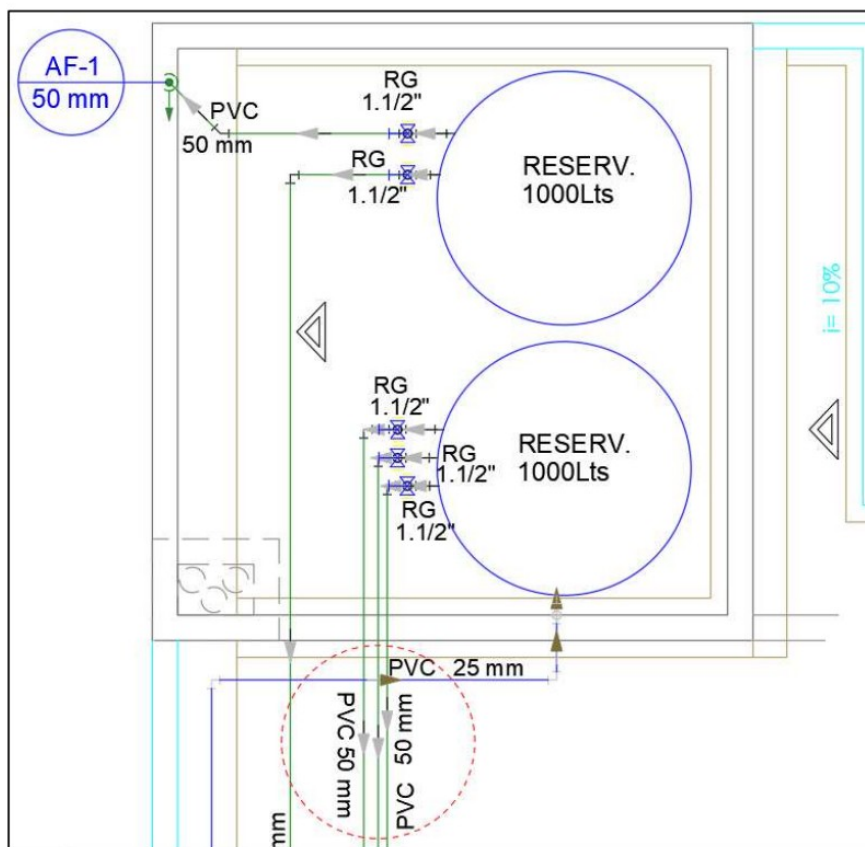


Fonte: acervo da autora.

Quanto à instalação predial de água fria, se tratando da distribuição, não foi possível identificar as colunas dos ramais que saem da caixa d'água; as conexões da tubulação localizada na saída não foram representadas e não houve identificação através de legenda,

conforme ilustrado na (Figura 4.3). O posicionamento destas tubulações foi representado de acordo com a inferência da autora.

Figura 4.3 – Traçado das tubulações que saem da caixa d'água.

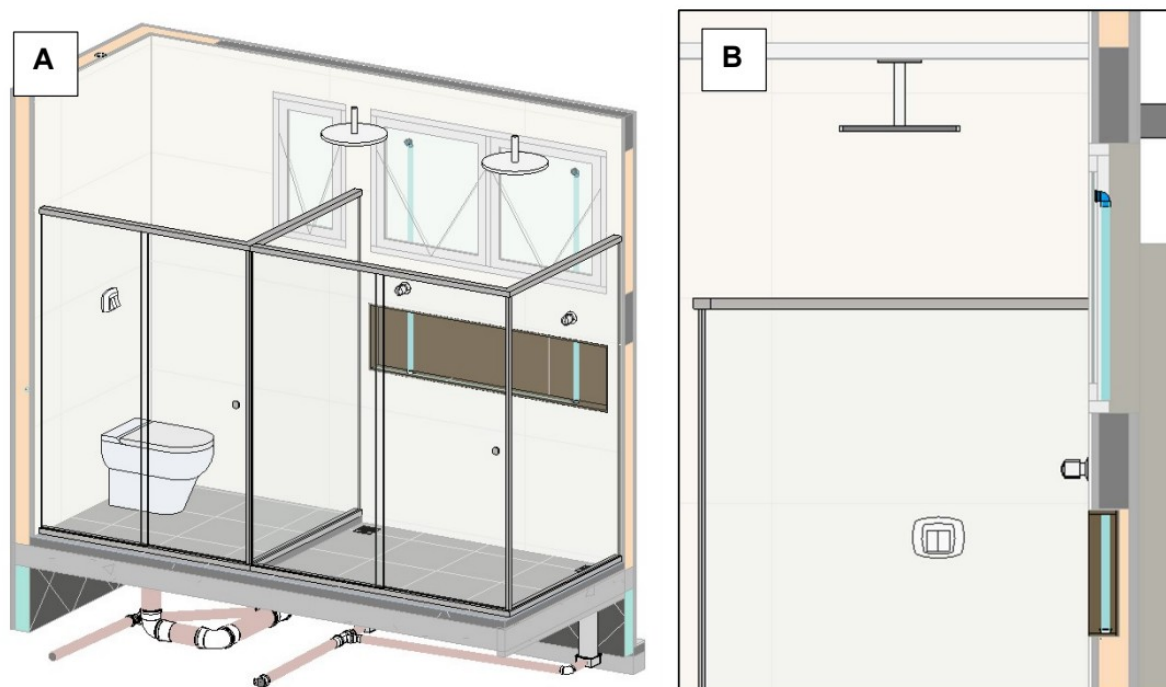


Fonte: acervo da autora.

Durante a modelagem, também foi possível perceber que foi considerado de forma errônea a posição do chuveiro (Figura 4.4A), uma vez que, a tubulação está na mesma posição que a janela, como também a instalação também não atende o chuveiro modelo “*Rain Shower*” (posicionado no forro do banheiro), especificado no projeto de arquitetura legal.

Além disso, o projeto de arquitetura estabeleceu que os registros de pressão deveriam encontrar-se dentro do nicho, porém essa especificação não foi atendida no projeto hidrossanitário. O local do registro de pressão, além de entrar em conflito com a contra verga da janela, não atende a especificação do projeto arquitetônico. (Figura 4.4B).

Figura 4.4 - Vista das instalações hidrossanitárias do banheiro da Suíte Master em 3D (A) e detalhe da parede com o nicho (B).

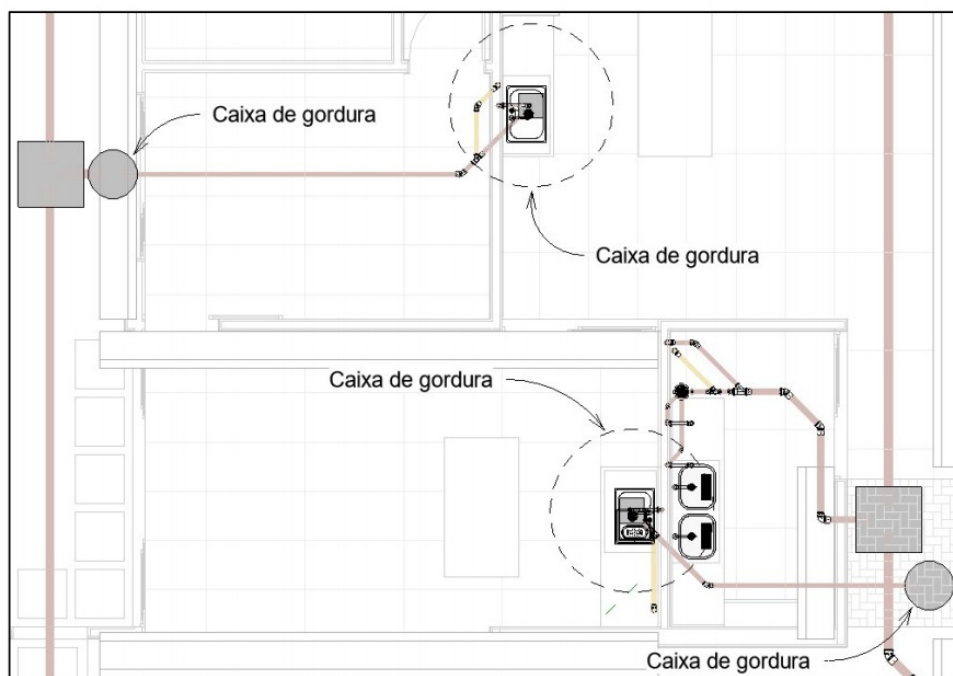


Fonte: acervo da autora.

No tocante às instalações de esgoto foi possível verificar a utilização de caixas de gordura embaixo das pias, posicionadas dentro dos armários da residência (Figura 4.5). A NBR 8160 (ABNT, 1999, p. 6) estabelece que “a caixa de gordura deve ser de fácil acesso para limpeza e com boa ventilação”, logo a solução adotada no projeto de instalações hidrossanitárias estão em desconformidade com a normativa.

Observou-se que a coluna de ventilação foi representada nos banheiros de forma aparente, conforme a Figura 4.6, sendo que o ideal seria a mesma estar embutida na parede devido a proteção mecânica e por questão de estética.

Figura 4.5 - Posição das caixas de gordura.



Fonte: acervo da autora.

Figura 4.6 – Posição da coluna de ventilação no banheiro da varanda.



Fonte: acervo da autora.

4.2 COMPATIBILIZAÇÃO NO NAVISWORKS®

Ao realizar a busca por incompatibilidade dentro do Navisworks® são encontrados todos os elementos que se sobrepõem de alguma forma. Por isso, há momentos em que as incompatibilidades encontradas não são significativas, sendo responsabilidade do usuário filtrar as informações e indicar quais delas precisam sofrer modificações.

Assim como foi especificado no item 3.2.2, a quantidade de incompatibilidades encontradas por combinação dos projetos pode ser vista na Figura 4.7. A coluna *Clashes* demonstra a quantidade de sobreposições identificada pelo programa. Após a análise individual de cada situação, é possível classificar em *Active* (ativo, quando trata-se de uma incompatibilidade), *Reviewed* (revisado), *Approved* (aprovado) e *Resolved* (resolvido).

Figura 4.7 - Incompatibilidades entre projetos identificadas pela ferramenta “Clash Detection”, no Navisworks®.

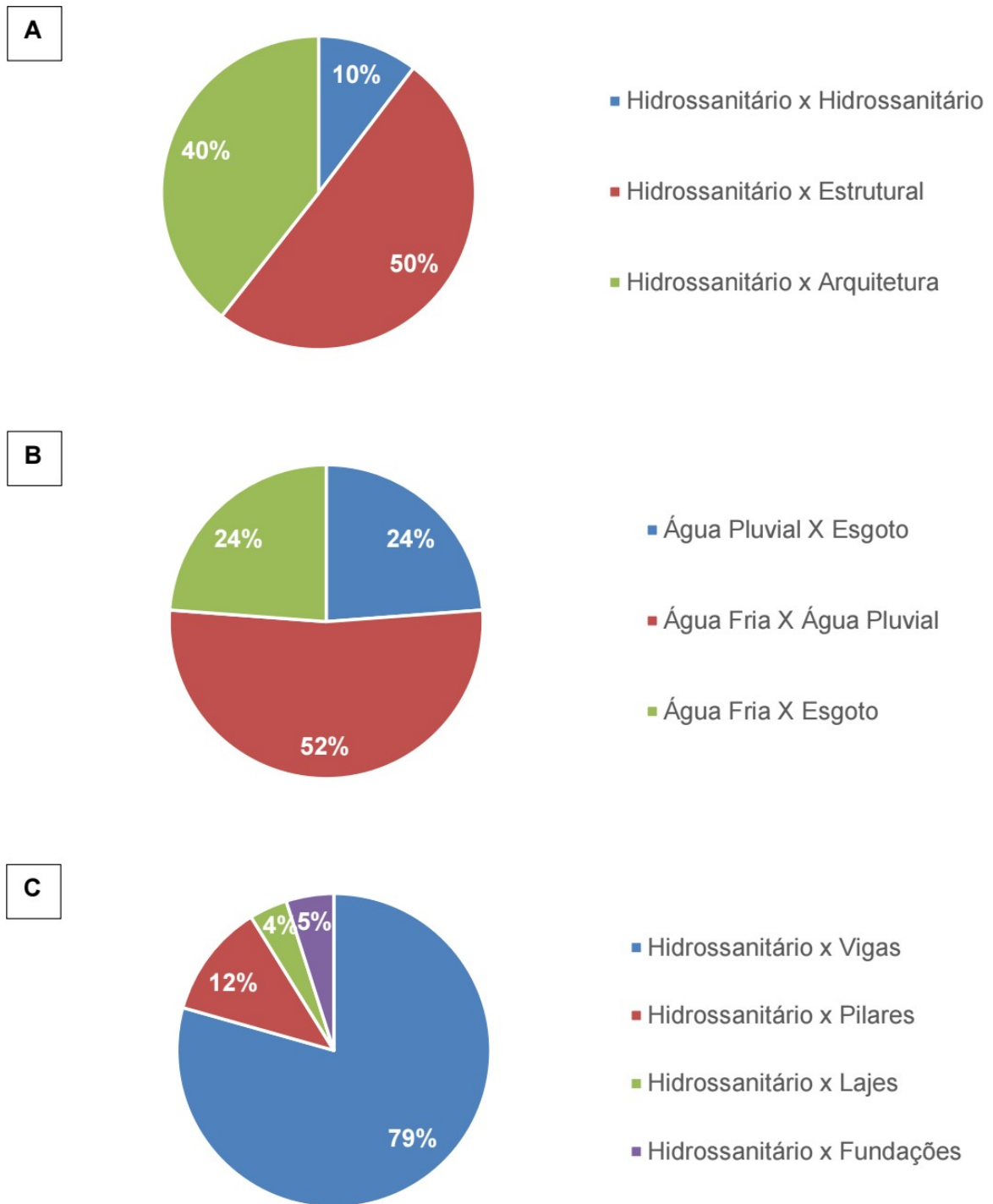
Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
ÁGUA PLUVIAL X ESGOTO	Done	6	0	5	0	1	0
ÁGUA FRIA X ÁGUA PLUVIAL	Done	11	0	11	0	0	0
ÁGUA FRIA X ESGOTO	Done	6	0	5	0	1	0
HIDROSSANITÁRIO X ESTRUTURA	Done	118	118	0	0	0	0
HIDROSSANITÁRIO X EST (VIGAS)	Done	81	0	81	0	0	0
HIDROSSANITÁRIO X EST (PILARES)	Done	12	0	12	0	0	0
HIDROSSANITÁRIO X EST (LAJES)	Done	20	0	4	4	12	0
HIDROSSANITÁRIO X EST (FUNDAÇÕES)	Done	5	0	5	0	0	0
HIDROSSANITÁRIO X ARQUITETURA	Done	378	0	80	6	292	0

Fonte: acervo da autora.

Com base nos dados obtidos acima, com o intuito de melhorar a visualização dos resultados, foram gerados gráficos que: i) apresentasse a quantidade de incompatibilidades de acordo com as tipologias de projeto (Figura 4.8A); ii) apresentasse as incompatibilidades dentre as disciplinas do projeto hidrossanitário (Figura 4.8B); iii) apresentasse em quais foram as incompatibilidades entre os elementos do projeto estrutural e os elementos do projeto hidrossanitário (Figura 4.8C).

Reginatto, Cunha e Bedin (2017) identificaram que em uma edificação residencial multifamiliar as incompatibilidades do projeto hidrossanitário foi de 12% com o projeto arquitetônico e 62% com o projeto estrutural, esse resultado reflete a desatenção no momento de lançamento das instalações.

Figura 4.8 - Incompatibilidades encontradas entre projetos (A), dentro do projeto hidrossanitário (B) e entre elementos estruturais com o projeto hidrossanitário (C).

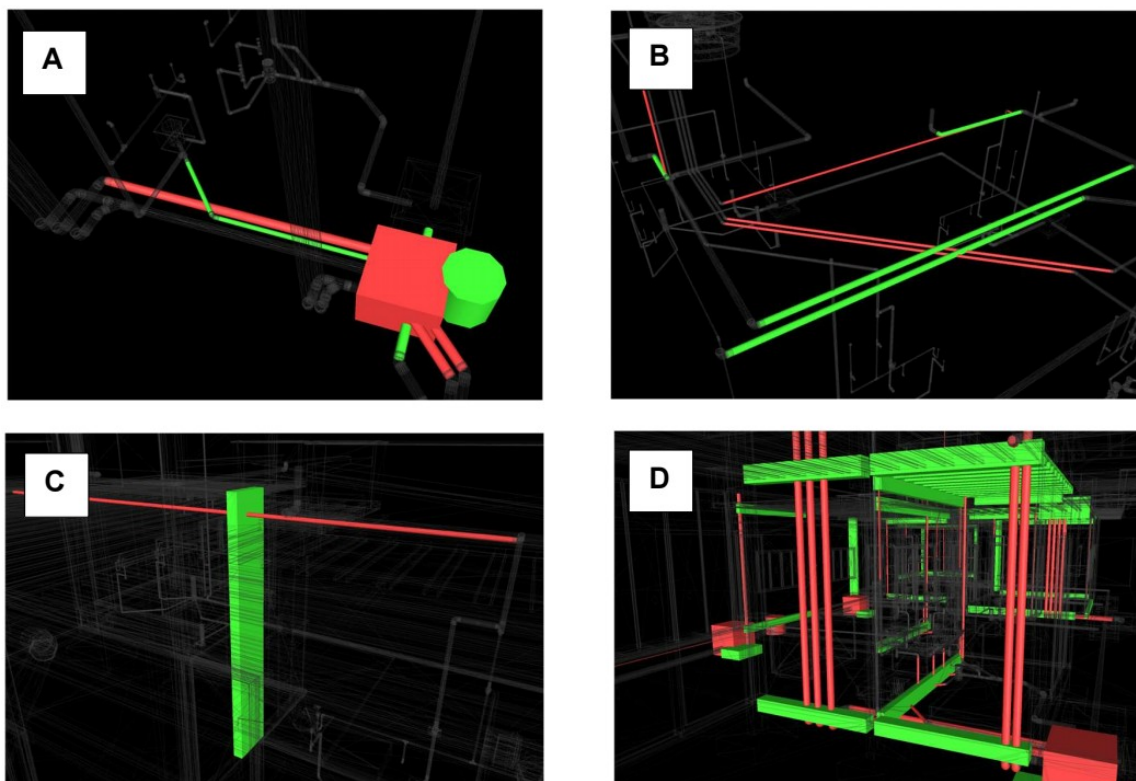


Fonte: acervo da autora.

Dentro do projeto hidrossanitário, há incompatibilidades entre os sistemas de água fria, esgoto e água pluvial. Na Figura 4.9A, é possível visualizar que a caixa de gordura e a caixa de areia, que foram posicionadas em um lugar estreito, se sobrepõem, e, conseqüentemente, há uma confusão da passagem das tubulações no local. Na Figura 4.9B, podemos ver que os traçados das tubulações de água pluvial (verde) e água fria (vermelho) que passam sobre a cobertura também foram sobrepostas.

Os resultados de incompatibilidade entre o projeto estrutural e o projeto hidrossanitário indicaram que, as tubulações perfuram elementos estruturais, como exemplificado na Figura 4.9C em que uma tubulação de água fria perfura o pilar, enquanto na Figura 4.9D as tubulações de água pluvial, com diâmetro de 100mm, perfuram vigas com base de 20cm, ou seja, retiraria uma grande área de concreto do local, havendo a necessidade de submeter a análise estrutural segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014).

Figura 4.9 - Sobreposição de elementos do sistema de água pluvial e esgoto no térreo (A), do sistema de água fria e de água pluvial na cobertura (B), tubulação de água fria perfurando o pilar (C) e tubulação de água pluvial perfurando as vigas (D).



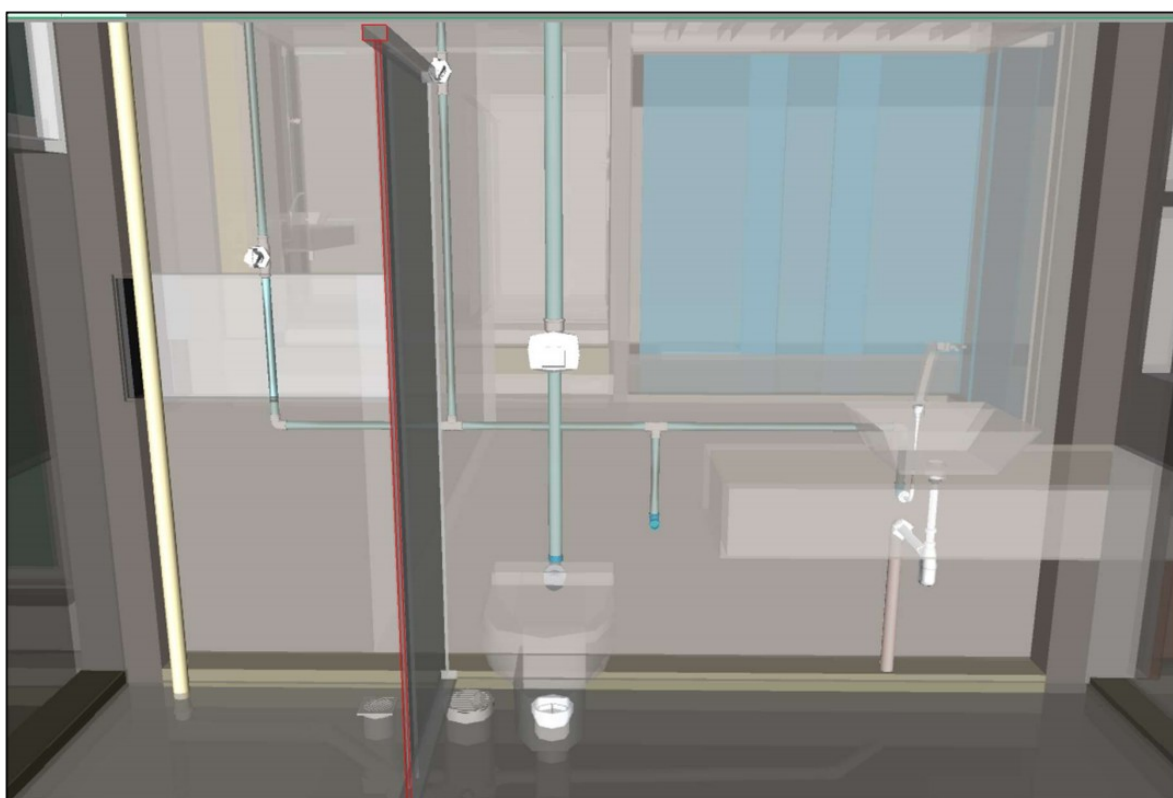
Fonte: acervo da autora.

Vale destacar que mesmo com a utilização da ferramenta “*Clash Detection*” no *software* Navisworks® a análise visual do operador é de extrema importância, uma vez que

há incompatibilidades que não serão identificadas pela máquina. Além disso o *software* também não possui em sua análise a verificação normativa, as quais só foram possíveis de identificar ao realizar o percurso dentro do projeto em 3D

Ao analisar os projetos em conjunto, outras incompatibilidades visuais foram encontradas no Navisworks®. No projeto de água fria, verificou-se a sobreposição dos sub-ramais no banheiro da suíte master, que podem ser visualizados na Figura 4.10, onde seria necessário a previsão de uma conexão tipo curva de transposição para promover o desvio da tubulação de menor diâmetro.

Figura 4.10 - Sobreposição da tubulação de água e falta de registro para manutenção da válvula de pressão.



Fonte: acervo da autora.

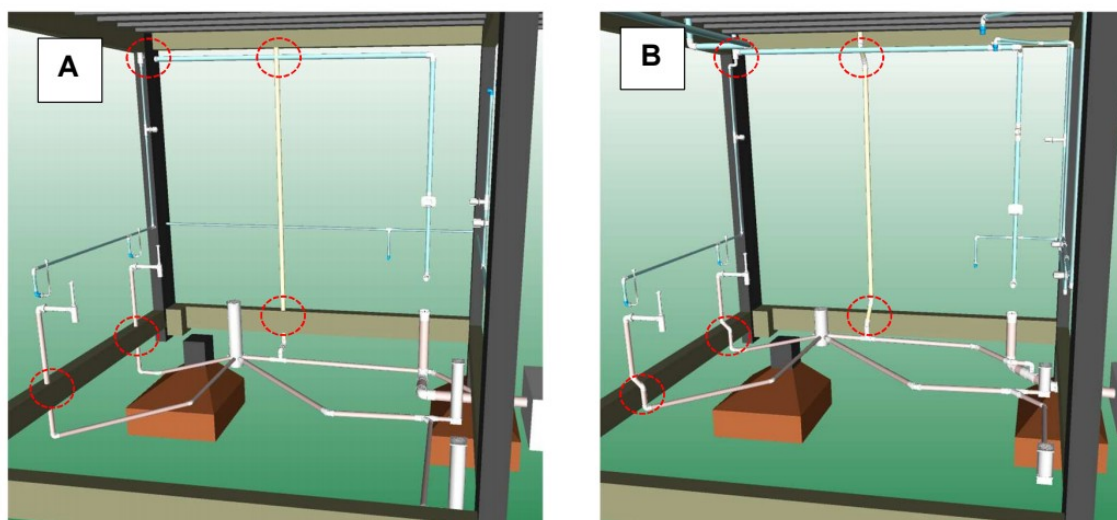
4.3 CORREÇÃO DAS INCOMPATIBILIDADES

As modificações implementadas visam desviar, quando possível, dos elementos estruturais, pois não há indicação que o projetista considerou furos ou aberturas, respeitando as orientações presentes na NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 75).

Para evitar a passagem da tubulação de esgoto, que atendem os lavatórios, dentro das vigas, utilizou-se conexões de 45° para o desvio vertical, como pode ser verificado na Figura 4.11.

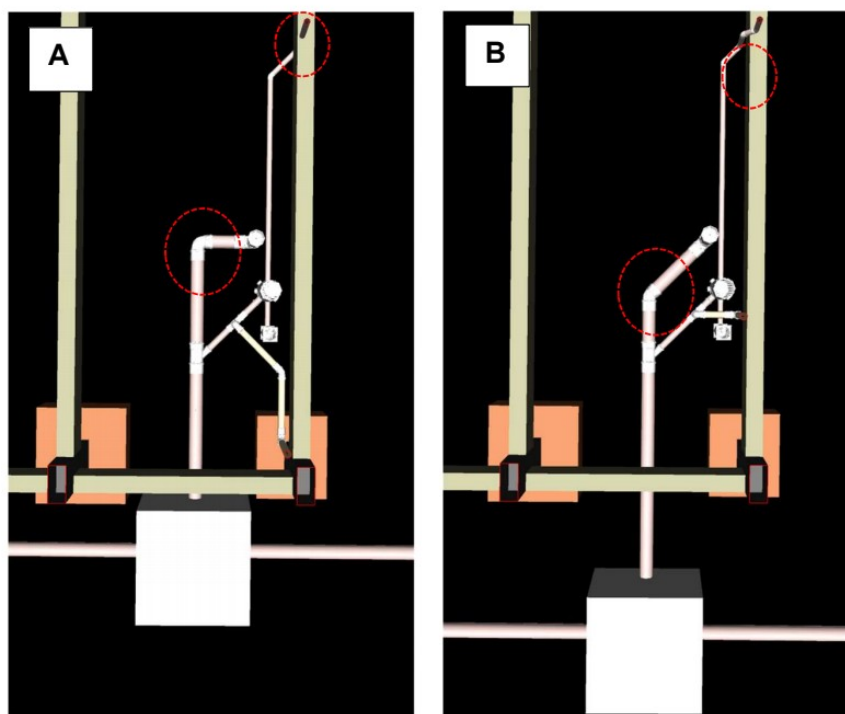
Também foi preciso adequar alguns traçados de tubulações que não estão de acordo com a NBR 8160 (1999, p. 4), uma vez que “as mudanças de direção nos trechos horizontais devem ser feitas com peças com ângulo central igual ou inferior a 45°”, conforme ilustrado na Figura 4.12.

Figura 4.11 – Instalações do banheiro da suite master antes (A) e depois (B) das alterações.



Fonte: acervo da autora.

Figura 4.12 – Sentido da saída do vaso sanitário antes (A) e depois (B) da mudança.



Fonte: acervo da autora.

Houve mudança na posição dos sub-ramais e adição de registros de gaveta dentro dos banheiros, afim de atender da NBR 5626 (ABNT, 2020), uma vez a ausência do mesmo impossibilitava a manutenção do vaso sanitário. No banheiro da suíte master, optou-se por adotar a descida de dois ramais com a finalidade de atender a elevada vazão do vaso sanitário e evitar abertura nos pilares.

As colunas de ventilação que estavam dentro dos banheiros foram reposicionadas, assim como as caixas de passagem que se sobrepunha ou atrapalhavam a passagem de outras tubulações, conforme apresentado na Figura 4.9A.

Como o projeto arquitetônico não estava compatibilizado com nenhum projeto, para a continuidade da pesquisa, esse também sofreu modificação como aumentar o nível do piso acabado, para que fosse possível cobrir as conexões com o contrapiso, onde há desvio das vigas baldrame. Outra solução para esse problema seria revisar o projeto estrutural, diminuindo o nível osso da estrutura e prevendo uma alvenaria de embasamento sobre as vigas baldrame, entretanto, optou-se por não modificar esse projeto.

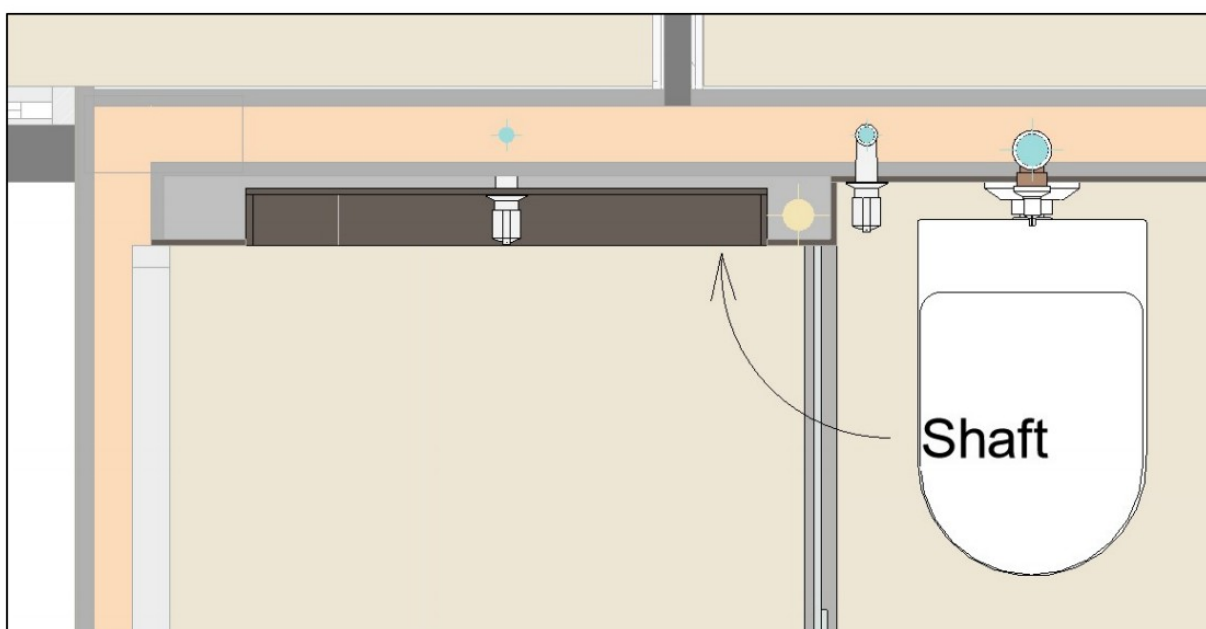
Para atender a especificação do projeto de arquitetura quanto ao registro de gaveta dentro do nicho e para ocultar a coluna de ventilação, foram previstos *shafts* dentro dos

banheiros, conforme ilustrado na Figura 4.13. Na garagem, também foram criados outros *shafts* para a passagem das tubulações verticais da instalação de água pluvial.

No que tange ao forro, foi necessário diminuir a altura do pé-direito de 2,50m para 2,45m, para que fosse possível acontecer o desvio sobre a laje e as vigas da cobertura.

Na cobertura foi necessário aumentar a altura da platibanda para que fosse possível aumentar a altura do telhado, evitando a passagem das tubulações de água pluvial dentro dos elementos estruturais (vigas invertidas e lajes).

Figura 4.13 - *Shaft* desenvolvido para atender a especificação do arquiteto e as necessidades da instalação.



Fonte: acervo da autora.

4.4 EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS

Alguns itens não foram quantificados de forma exemplar dentro do Revit® devido à falta de famílias na biblioteca. Um exemplo é o tubo de descarga que é uma peça que fica acoplada a válvula de pressão do vaso sanitário. Para solucionar este problema, a modelagem foi realizada com os elementos nativos do Revit®, para encontrar erros de incompatibilização; logo após houve a exclusão para não haver erros nos quantitativos.

Contudo foram posteriormente retirados para não gerar erros de quantitativos, além disso, desenvolveu-se um parâmetro de projeto que contabiliza uma unidade do conjunto de tubo de descarga a cada válvula de pressão especificada no projeto.

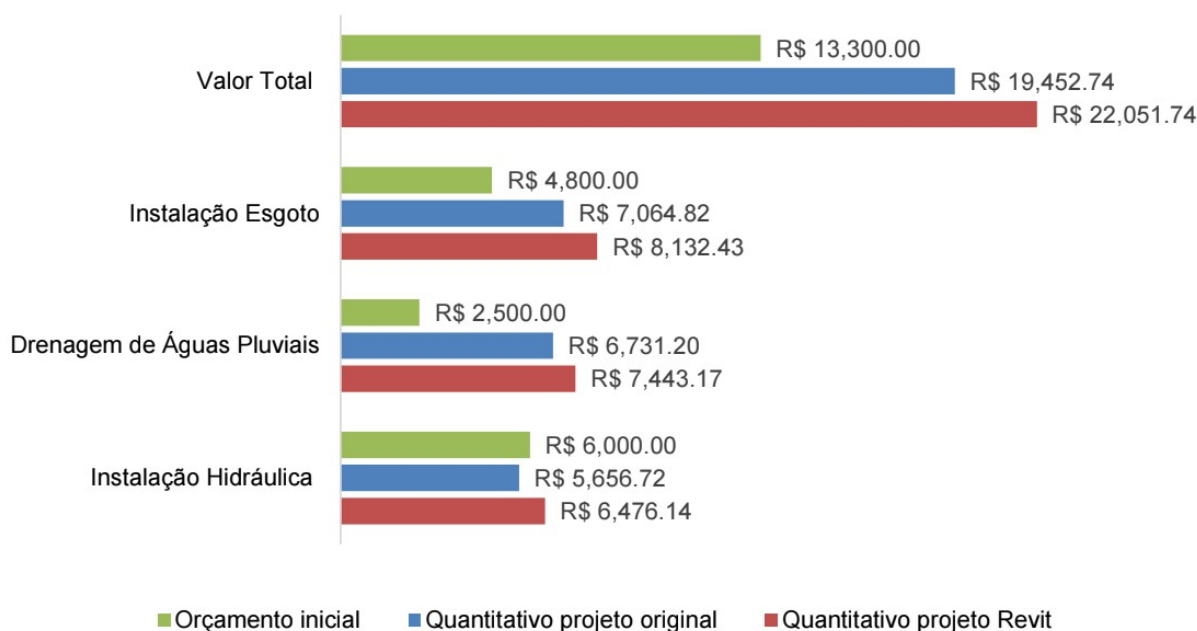
Contatou-se também que os quantitativos dentro do Revit® foram mais detalhados e completos, em alguns momentos, em relação ao projeto original e ao orçamento.

4.5 COMPARAÇÃO DO PREÇO FINAL

O custo das instalações prediais estimado no orçamento da construtora (Anexo A, itens 8.0, 9.0 e 10.0) foi de R\$13.300,00. De acordo com planilha orçamentária desenvolvida nesta pesquisa (Anexo B), houve um aumento percentual de 65,80% ao utilizar os quantitativos extraídos do projeto modelado nas ferramentas BIM, totalizando R\$22.051,74 conforme apresentado na Figura 4.14. Enquanto que, ao estimar o custo utilizando os quantitativos originais dos projetos, o valor final foi 46,26% (R\$ 19.452,74) maior que o custo estimado pela construtora.

A diferença dos custos finais referentes ao projeto original e o projeto compatibilizado podem ser verificadas na Figura 4.14, no qual foi possível constatar que o processo de compatibilização gerou um aumento no valor de 13,36%. Segundo os autores Avila, Librelotto e Lopes (2003) a margem de erro para um orçamento detalhado está entre $\pm 1\%$ e $\pm 5\%$, logo os resultados dessa pesquisa excederam a esse valor.

Figura 4.14 - Comparativo dos custos finais do projeto.



Fonte: acervo da autora.

O resultado desta pesquisa foi divergente ao verificado por Mendonça, Sousa e Guedes (2020), no qual houve redução dos custos no levantamento das instalações hidrossanitárias utilizando o BIM. Em seu estudo verificaram que a maior variação de custos, dentre as etapas levantadas, foi nas instalações hidrossanitárias, com redução de 8,83% em comparação a metodologia BIM e a tradicional.

Os resultados desta pesquisa nos mostram de forma mensurável o quanto os erros de projeto podem trazer imprevistos, tanto na compra de material, quanto no planejamento e execução. Demonstra que, as improvisações e retrabalhos dentro do canteiro são possíveis devido à falta de compatibilização dos projetos.

Vale evidenciar que a diferença arrojada dos custos é causada devido ao nível de detalhamento avançado do projeto elaborado no Revit®, causando um aumento de forma inicial. Com os projetos compatibilizados, a tendência é que não haja modificação do projeto e imprevistos durante a obra; consequentemente, a variação dos custos no final da execução será mínima, assim como mostrado na Figura 2.4.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O BIM vem renovando a metodologia de trabalho de profissionais da construção civil e atrai cada vez mais usuários em busca de automatização dos processos. Com a obrigatoriedade de sua utilização nas construções públicas, o trabalho visou o entendimento da implementação do BIM para as etapas de compatibilização e orçamento.

Os benefícios de visualizar os elementos em 3D foi notável, como apresentado ao longo da análise de resultados. Antes mesmo de passar pela compatibilização dentro do Navisworks®, foi possível ver as incompatibilidades, como o mal posicionamento dos elementos do sistema hidrossanitário.

No dia a dia dos projetistas, é possível minimizar significativamente as sobreposições de elementos, devido a interoperabilidade. Durante a compatibilização, foram encontrados vários erros construtivos relevantes, sendo que os principais deles foram a passagem de tubulações verticais não previstas em elementos estruturais, sobreposição de tubulações e de elementos de inspeção.

Notou-se que a maior parte das interferências encontradas ocorreu entre o projeto hidrossanitário e o projeto estrutural, que representou 50% das incompatibilidades, sendo que 79% dessas foram com as vigas estruturais. Outro fator relevante foi incompatibilidades entre os subsistemas do projeto hidrossanitário, que por serem elaboradas pelo mesmo profissional, foram inesperadas.

As incompatibilidades poderiam gerar várias improvisações no canteiro, que por falta de planejamento, provocariam maiores custos ou até a execução dos elementos em desacordo com as normas ativas, que poderiam gerar patologias e inconvenientes para o proprietário.

Dessa forma, destaca-se a importância da conscientização das construtoras e projetistas sobre a necessidade da construtibilidade, assim como a contratação de um profissional que coordene e compatibilize os projetos, afim de evitar erros de execução e retrabalho.

Esta pesquisa teve o intuito de certificar que o levantamento de quantitativos com programas em BIM são realmente mais assertivos, trazendo um preço de orçamento final diferente ao definido pela construtora. A diferença foi expressiva, a construtora por não ter

tido um orçamento detalhado e projetos compatibilizados poderia ter um prejuízo de aproximadamente 60% referente ao projeto hidrossanitário; sem considerar o atraso de cronograma e a má execução.

Há muito o que explorar dentro do BIM principalmente quando o assunto é planejamento, orçamento e operação. O atual interesse dos arquitetos e engenheiros ainda está na fase de desenvolvimento de projetos, que ainda está sendo implantada. A parte de documentação ainda se encontra em fase de adaptação.

5.1 RECOMENDAÇÕES

Para trabalhos futuros, sugere-se:

- Analisar a eficiência do uso do BIM dentro do canteiro de obra, para a realização de as-built, pedidos de materiais, pagamentos de funcionários, elaboração de cronograma físico-financeiro trimestral, entre outros, similar ao estudo de Fenato *et al.* (2018)
- Estudar as metodologias de modelagem sugeridas por Martins e Monteiro (2012) e como elas vem sendo empregadas dentro dos escritórios de arquitetura e engenharia com enfoque em planejamento e orçamentação, afim de elaborar um guia de modelagem para tais fins.
- Comparar a variação dos custos de um orçamento elaborado em BIM com o custo final de uma obra real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Coletânea Guias BIM ABDI-MDCI**. Brasília (DF): ABDI, 2017. v. 1–6

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Estratégia BIMBR**. Disponível em: <<https://estrategiabimbr.abdi.com.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Tabela de Composição - ABRIL/2019 - Desonerada**. Disponível em: <<http://www.goinfra.go.gov.br/Tabela-de-Composicao/114>>. Acesso em: 19 jan. 2021.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS (AIA). **Project Building Information Modeling Protocol**, 2013.

ARAÚJO, C. R.; SANTOS J, J. H. B. DOS. **TECNOLOGIA BIM: diagnóstico de implantação em construtoras de Maceió**. Maceió: CENTRO UNIVERSITÁRIO – CESMAC, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**, 1999. (Nota técnica).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**, 2014. (Nota técnica).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção**, 2020. (Nota técnica).

AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de Obras - Construção Civil**. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003. v. 1

AZEDO, C. E. **AVALIAÇÃO DO USO DE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA URBANA**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

BERNSTEIN, H. M. et al. The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How contractors around the world are driving innovation with Building Information Modeling. **SmartMarket Report**, p. 64, 2014.

BESSEN, M. C. **Modelagem Inteligente (BIM) no processo de levantamento de quantitativos para orçamento de um projeto industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)—Joinville: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2017.

BRANDT, D. S. **Implantação da modelagem à execução da tecnologia BIM em projetos de instalações hidrossanitária numa construtora**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)—Palhoça: Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), 2018.

BRASIL. **Decreto nº 9377, de 17 de maio de 2018. Estratégia Nacional de Disseminação do BIM**. Brasília, maio 2018.

CALVERT, N. **Why WE care about BIM...** Directions Magazine. Disponível em: <<https://www.directionsmag.com/article/1486>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Colaboração e integração BIM. In: **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016a. p. 132.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da Construção** CBIC Brasília, 2016b.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil e Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo BIM**. 1. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. v. 1

DIAS, P. R. V. **Engenharia de Custos: Uma Metodologia de Orçamentação para Obras Civis**. 9ª ed. Rio de Janeiro: VX Comunicação, 2011.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2014.

FENATO, T. M. et al. Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 279–299, 2018.

GARBINI, M. A. L.; BRANDÃO, D. Q. Proposta de Modelo para Implantação de Processo de Projeto Utilizando o Conceito BIM em Escritórios de Arquitetura. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 9, n. 1, p. 7–24, 2014.

GOLÇALVES, F. DE A. A. **Os Processos de Compatibilização de Projetos na Construção Civil**. Mais Engenharia (AltoQI). Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

GOLÇALVES, F. DE A. A. **Bim 5D: uma nova forma de realizar o orçamento da sua obra**. Mais Engenharia (AltoQI). Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/70656/>>. Acesso em: 7 mar. 2020.

GOLDMAN, P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira**. 4ª ed. São Paulo: Pini, 2004.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Caderno de Apresentação de Projetos BIM**. Santa Catarina: 2014Disponível em: <<http://eprints.utas.edu.au/4774/>>

LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)—São Carlos: Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2008.

MARTINS, J. P.; MONTEIRO, A. **BIM Modeling for Contractors - Improving Model Takeoffs**. CIB W78 2012: 29th International Conference –. **Anais...**Beirut: out. 2012

MASOTTI, L. F. C. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)—Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2014.

MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. 3ª ed. São Paulo: Pini, 2006.

MELHADO, S. B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)—São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 1994.

MELHADO, S. B.; FABRÍCIO, M. M. **Projetos da Produção e Projetos para Produção na Construção de Edifícios : Discussão e Síntese de Conceitos**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Qualidade no Processo Construtivo (ENATEC 98). **Anais...**Florianópolis: ANTC, UFSC, abr. 1998

MENDONÇA, K. R. M.; SOUSA, P. G. DE; GUEDES, E. DE S. R. ORÇAMENTAÇÃO DE OBRA: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE METODOLOGIA TRADICIONAL E BIM. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 93096–93119, 28 nov. 2020.

MONTEIRO, A. C. N. et al. Compatibilização de Projetos na Construção Civil: Importância, Métodos e Ferramentas. **Revista Campo do Saber**, v. 3, n. 1, p. 53–77, 2017.

NAHIME, B. DE O.; NETTO, A. B. Aplicação da metodologia BIM e dos princípios da construção enxuta em obra comercial. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 60187–60194, 21 ago. 2020.

NASCIMENTO, J. M. DO. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil. **Revista Especialize On-Line IPOG**, v. 01, n. 07, p. 11, jul. 2014.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de patologia na construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)—Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2013.

OLIVEIRA, J. P. C. **Normalização BIM: Especificação do Nível de Desenvolvimento e Modelação por Objetivos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)—Porto: Universidade do Porto, 2016.

PAULA, H. M. DE et al. Mapeamento Sistemático de Referências do Uso do Bim na Compatibilização de Projetos na Construção Civil. **REEC - Revista Eletrônica de**

Engenharia Civil, v. 13, n. 1, 2017.

PIRÔPO, G. P. **Aplicação da Modelagem 5D na Elaboração e Acompanhamento de Orçamento Executivo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)—Salvador: Universidade Federal da Bahia (UFB), 2014.

REGINATTO, J. H. E.; CUNHA, G. B.; BEDIN, J. **MODELAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM**. 5º Simpósio de Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais. **Anais...**2017

RIBEIRO, J. A. et al. Building information modeling: desafios da implantação no mercado de estruturas pré-fabricadas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 28791, 19 maio 2020.

SANTOS, W. J. DOS; BRANCO, L. A. M. N.; ABREU FILHO, J. V. DE. **Compatibilização de Projetos: Análise de Algumas Falhas em uma Edificação Pública**. IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão. **Anais...**2013

SANTOS, E. T.; BARISON, M. B. BIM e as Universidades. **Construção Mercado**, p. 1–4, 2011.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Referências de preços e custos - Goiás - 1º quadrimestre 2019 - Desonerada**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_646>. Acesso em: 19 jan. 2021.

SMITH, P. Project Cost Management with 5D BIM. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 226, p. 193–200, jul. 2016.

SOUZA, L. L. A. DE; AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. D. M. Impactos do Uso do BIM em Escritórios de Arquitetura: Oportunidades no Mercado Imobiliário. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 26–53, 15 dez. 2009.

WINTER, L. DE M. **Método para o Planejamento da Modelagem BIM para Fins de Elaboração do Orçamento Analítico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)—Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

ANEXO A - ORÇAMENTO ELABORADO PELA CONSTRUTORA.

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTDE	M.O.	MATERIAL	TOTAL
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES					13.390,00
1.1	PLACA DA OBRA	VB.	1,00		50,00	50,00
1.2	RASPAGEM E LIMPEZA MECANICA DO TERRENO	m²	720,00		1,00	720,00
1.3	LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS: CONTAINER/BETONEIRA/SERRA/ANDAIME/ESCORAMENTO	m²	240,00		11,75	2.820,00
1.4	TAPUME DE FECHAMENTO DO TERRENO	m	12,00		190,00	2.280,00
1.5	FERRAMENTAS - PEÇAS DE DESGASTE	m²	240,00		4,00	960,00
1.6	LIGAÇÃO DE ÁGUA E ENERGIA	VB.	1,00		2.000,00	2.000,00
1.7	CONFEÇÃO DE PROJETOS COMPLEMENTARES	m²	240,00		18,00	4.320,00
1.8	PLOTAGEM DE PROJETOS	Unid.	24,00		10,00	240,00
2.0	SERVIÇOS EM TERRA					600,00
2.1	TERRAPLANAGEM - ATERRO PARA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DA CASA EM RELAÇÃO AO MEIO FIO	m³				-
2.2	MURO DE ARRIMO	m²				-
2.3	GABARITO	m²	240,00		2,50	600,00
3.0	FUNDAÇÕES					7.200,00
3.1	ESTACAS, SAPATAS, BALDRAMES	m²	240,00		30,00	7.200,00
4.0	INSTALAÇÕES ENTERRADAS					1.500,00
4.1	ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA, ENERGIA, ESGOTO, ÁGUA PLUVIAL	VB.	1,00		1.500,00	1.500,00
5.0	ESTRUTURA					38.400,00
5.1	ESTRUTURA	m²	240,00	50,00	110,00	38.400,00
6.0	ALVENARIA					8.355,53
6.1	ALVENARIA	m²	511,10	1,00		511,10
6.2	TIJOLO 11,5X19X29	Unid.	9389,00		0,75	7.041,75
6.3	CIMENTO CP-II (CAUÊ OU TOCANTINS)	SC 50Kg	21,10		18,00	379,80
6.4	AREIA	m³	7,05		60,00	422,88
7.0	FACHADA					8.585,00
7.1	LIGAÇÃO DE ESGOTO	VB.	1,00		800,00	800,00
7.2	CALÇADA EM PEDRA MACAQUINHO	m²	72,00		85,00	6.120,00
7.3	MOLDURA ESTRUTURAL	m³	4,50	150,00	220,00	1.665,00

8.0	INSTALAÇÕES DE ESGOTO					4.800,00
8.1	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	m²	240,00		20,00	4.800,00
9.0	INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA					6.000,00
9.1	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	m²	240,00		25,00	6.000,00
10.0	INSTALAÇÕES PLUVIAIS					2.500,00
10.1	DESCIDAS DE CALHAS	VB.	17,00		100,00	1.700,00
10.2	SUMIDOURO COMPLEMENTAR	VB.	1,00		800,00	800,00
11.0	INSTALAÇÕES ESPECIAIS					1.200,00
11.1	GÁS	VB.	1,00		600,00	600,00
11.2	AR CONDICIONADO - INFRAESTRUTURA SECA	VB.	4,00	120,00	30,00	600,00
11.3	EXAUSTÃO / VENTILAÇÃO	VB.				-
11.4	SEGURANÇA E MONITORAMENTO	VB.				-
11.5	ÁGUA QUENTE: TUBULAÇÕES, MISTURADORES, REGISTROS, BOYLER, PLACAS	VB.				-
12.0	REBOCO					3.548,82
12.1	CIMENTO CP-II (CAUÊ OU TOCANTINS)	SC 50Kg	82,30		18,00	1.481,40
12.2	AREIA GROSSA	m³	4,55		85,00	386,58
12.3	AREIA LAVADA	m³	15,41		60,00	924,84
12.4	ADITIVO PLASTIFICANTE - VEDALIT	LT 18L	2,00		169,00	338,00
12.5	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE - VEDACIT	LT 18L	2,00		209,00	418,00
13.0	COBERTURA					20.773,43
13.1	ESTRUTURA EM MADEIRA	m²	240,29		23,00	5.526,67
13.2	TELHAS DE FIBROCIMENTO	m²	264,32		22,00	5.815,02
13.3	CALHAS DE ZINCO	m	79,95		40,00	3.198,00
13.4	RUFOS DE ZINCO	m	40,95		20,00	819,00
13.5	PINGADEIRAS DE CONCRETO	m	44,99	12,00	14,00	1.169,74
13.6	PERGOLADO FUNDO EM MADEIRA DE LEI COM SEÇÃO DE 0,10X0,30	VB.	1,00		2.895,00	2.895,00
13.7	PERGOLADO CORREDOR 9 PEÇAS DE 1M EM MADEIRA DE LEI COM SEÇÃO DE 0,10X0,30	VB.	1,00		1.350,00	1.350,00
14.0	ESQUADRIAS					50.130,48
14.1	P1 - PORTA GIRO EM ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 10MM 1,00X2,50M - ENTRADA PEDESTRES	UNID.	1,00		1.000,00	1.000,00
14.2	P2 - PORTÃO BASCULANTE AÇO PINTADO 5,70X2,50M - ENTRADA VEÍCULOS	UNID.	1,00		6.670,00	6.670,00

14.3	P3 - PORTA PIVOTANTE AÇO 1,20X3,00M + 1,20X2,00 DE PAINEL EM AÇO - ENTRADA HALL / SALA DE ESTAR	UNID.	1,00		4.612,48	4.612,48
14.4	P4 - PORTA DE CORRER MADEIRA PINTADA DE BRANCO 1,20X2,50M - ENTRADA GARAGEM / SALA DE ESTAR	UNID.	1,00		1.100,00	1.100,00
14.5	P5 - PORTA DE CORRER EM ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 6MM 3,60X2,50M - COPA	UNID.	1,00		3.100,00	3.100,00
14.6	P6 - PORTA DE CORRER MADEIRA PINTADA DE BRANCO 0,90X2,50M - SALA DE TV	UNID.	1,00		900,00	900,00
14.7	P7 - PORTA GIRO MADEIRA PINTADA DE BRANCO 0,90X2,10M - CIRCULAÇÃO / SUÍTE 2 / BANHO SUÍTE 2 / SUÍTE MASTER	UNID.	4,00		620,00	2.480,00
14.8	P8 - PORTA GIRO MADEIRA PINTADA DE BRANCO 0,80X2,10M - SUÍTE 1 / BANHO SUÍTE 1 / BANHO VARANDA	UNID.	3,00		580,00	1.740,00
14.9	P9 - PORTA DE CORRER ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 6MM 2,45X2,50M - SUÍTE MASTER	UNID.	1,00		3.700,00	3.700,00
14.10	P10 - PORTA DE CORRER ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 6MM 1,40X2,50M - SUÍTE MASTER	UNID.	1,00		1.800,00	1.800,00
14.11	P11 - PORTA DE CORRER EM ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 6MM 1,90X2,50M - COZINHA	UNID.	1,00		2.100,00	2.100,00
14.12	P12 - PORTA DE CORRER EM VIDRO INCOLOR 10MM 1,80X2,50M - ÁREA DE SERVIÇO	UNID.	1,00		1.300,00	1.300,00
14.13	F1 - JANELA FIXA ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 8MM 2,57X2,50M - FACHADA	UNID.	1,00		1.300,00	1.300,00
14.14	F2 - JANELA FIXA ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 8MM 2,17X2,50M - FACHADA	UNID.	1,00		1.100,00	1.100,00
14.15	F3 - JANELA FIXA ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 6MM 1,95X4,45M - SALA DE ESTAR	UNID.	1,00		2.300,00	2.300,00
14.16	J1 - JANELA FIXA ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 6MM 2,10X4,45M - SALA DE ESTAR	UNID.	1,00		2.500,00	2.500,00
14.17	J2 - JANELA DE CORRER EM VIDRO INCOLOR 8MM 2,00X1,20M - SALA DE TV	UNID.	1,00		630,00	630,00
14.19	J3 - JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO E VIDRO INCOLOR 6MM 2,00X1,20M - SUÍTE 1 / SUÍTE 2	UNID.	2,00		1.700,00	3.400,00
14.20	J4 - JANELA MÁXIMO AR EM VIDRO INCOLOR 8MM 1,30X0,60M - BANHO SUÍTE 1	UNID.	1,00		250,00	250,00
14.21	J5 - JANELA DE CORRER EM VIDRO INCOLOR 8MM 0,75X1,95M - SUÍTE MASTER	UNID.	1,00		450,00	450,00
14.22	J6 - JANELA MÁXIMO AR EM VIDRO INCOLOR 8MM 1,55X0,72M - BANHO MASTER	UNID.	1,00		500,00	500,00
14.23	J7 - JANELA MÁXIMO AR EM VIDRO INCOLOR 8MM 0,45X0,72M - BANHO MASTER	UNID.	1,00		160,00	160,00
14.24	J8 - JANELA MÁXIMO AR EM VIDRO INCOLOR 8MM 1,50X0,60M - BANHO SUÍTE 2	UNID.	1,00		470,00	470,00
14.25	VENTOKIT - BANHO VARANDA	UNID.	1,00		300,00	300,00
14.26	BOX BANHEIRO CASAL H=2,50 (RESERVADO COM PELÍCULA LEITOSA)	UNID.	1,00		3.300,00	3.300,00
14.27	PORTÃO DE VEÍCULOS SEGUNDO TERRENO AÇO PINTADO 3,00X2,50	UNID.	1,00		2.296,00	2.296,00
14.28	PORTÃO DE PEDESTRE CORREDOR AÇO PINTADO 0,90X2,50	UNID.	1,00		672,00	672,00
15.0	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					7.200,00

15.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS CONTEMPLANDO UM PLAFON DE LED 0,30X0,30 EM CADA AMBIENTE (EXCLUSO LUMINÁRIAS)	m²	240,00		30,00	7.200,00
16.0	REVESTIMENTOS					19.259,64
16.1	REVESTIMENTO BANHEIROS (PORCELANATO CREMA VALENCIA 60X120)	m²	38,36	30,00	99,90	4.982,59
16.2	REVESTIMENTO BANHEIROS 2 (PORCELANATO LUMINA DGR 60X120)	m²	20,51	30,00	195,43	4.623,76
16.3	REVESTIMENTO BANHEIROS 3 (PORCELANATO DIAMANTE LUX 30X90)	m²	4,88	30,00	119,90	731,77
16.4	REVESTIMENTO BANHEIROS SUÍTE MASTER (PORCELANATO ÓPERA BW 60X120)	m²	17,65	30,00	185,14	3.797,76
16.5	REVESTIMENTO ÁREA DE SERVIÇO (PORCELANATO CREMA VALENCIA 60X120)	m²	13,77	30,00	99,90	1.788,96
16.6	REVESTIMENTO COPA (PORCELANATO KIT DOM PORTINARI 20X20)	m²	1,38	30,00	119,90	206,86
16.7	REVESTIMENTO VARANDA (PORCELANATO COLOR HD PORTINARI 30X90)	m²	9,94	30,00	102,81	1.319,60
16.8	REVESTIMENTO CHURRASQUEIRA (PORCELANATO TAVOLA BE NAT RET 20X120)	m²	5,15	30,00	129,90	823,80
16.9	ARGAMASSA (QUARTZOLIT, TOCANTINS OU PORTOKOLL)	SC 20Kg	42,40		19,90	843,76
16.10	REJUNTE (QUARTZOLIT, TOCANTINS OU PORTOKOLL)	SC 05Kg	2,20		29,90	65,78
16.11	ESPAÇADORES	VB.	1,00		75,00	75,00
17.0	FORRO					17.089,40
17.1	GESSO LISO	m²	170,00		65,00	11.050,00
17.2	REBOCO DE GESSO	m²	41,70		22,00	917,40
17.3	RASGO SIMPLES	m	4,40		30,00	132,00
17.4	SANCA INVERTIDA	m	31,04		50,00	1.552,00
17.5	TABICA ESTENDIDA	m	18,70		10,00	187,00
17.6	SANCA ILUMINADA	m	3,60		50,00	180,00
17.7	CORTINEIRO SIMPLES	m	153,55		20,00	3.071,00
18.0	PISOS					41.079,76
18.1	PORCELANATO CREMA VALENCIA 60X120 (SALA DE ESTAR, COPA/COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO, BANHO VARANDA, SALA DE TV, CIRCULAÇÃO, SUÍTE 1, BANHO SUÍTE 1, SUÍTE 2, BANHO SUÍTE 2, SUÍTE MASTER, BANHO SUÍTE MASTER)	m²	168,69	30,00	99,90	21.913,29
18.2	ARGAMASSA (QUARTZOLIT, TOCANTINS OU PORTOKOLL)	SC 20Kg	70,40		19,90	1.400,96
18.3	REJUNTE (QUARTZOLIT, TOCANTINS OU PORTOKOLL)	SC 05Kg	3,70		39,90	147,63
18.4	PORCELANATO BALKANS SOFT 60x120 (HALL DE ENTRADA, GARAGEM, VARANDAS)	m²	95,30	30,00	119,90	14.285,89
18.5	ARGAMASSA (QUARTZOLIT, TOCANTINS OU PORTOKOLL)	SC 20Kg	40,20		19,90	799,98
18.6	REJUNTE (QUARTZOLIT, TOCANTINS OU PORTOKOLL)	SC 05Kg	2,10		39,90	83,79

18.7	CIMENTO CP-II (CAUÊ OU TOCANTINS)	SC 50Kg	82,90		18,00	1.492,20
18.8	AREIA	m³	10,37		85,00	881,03
18.9	ESPAÇADORES	VB.	1,00		75,00	75,00
19.0	GRANITOS					9.170,70
19.1	BANCADA E ILHA COPA/COZINHA - PRETO SÃO GABRIEL	m²	6,72		330,00	2.217,60
19.2	BANCADA E ILHA VARANDA - PRETO SÃO GABRIEL	m²	6,95		330,00	2.293,50
19.3	BANCADA BANHO VARANDA - BRANCO ITAÚNAS	m²	0,82		330,00	270,60
19.4	BANCADA ÁREA DE SERVIÇO - BRANCO ITAÚNAS	m²	2,91		330,00	960,30
19.5	BANCADA SUÍTE 1 - BEGE BAHIA	m²	1,20		330,00	396,00
19.6	BANCADA SUÍTE 2 - BEGE BAHIA	m²	2,10		330,00	693,00
19.7	BANCADA SUÍTE MASTER - BEGE BAHIA	m²	3,14		330,00	1.036,20
19.8	SOLEIRAS E PEITORIS - PRETO SÃO GABRIEL	m²	3,95		330,00	1.303,50
20.0	PINTURA					24.000,00
20.1	PINTURA INTERNA E EXTERNA (INTERNA SEMI BRILHO / EXTERNA ARENATO OU TOQUE DE BRILHO)	m²	240,00	60,00	40,00	24.000,00
21.0	LOUÇAS E METAIS					12.090,60
21.1	TORNEIRA DE LAVATÓRIO STILLO CR 820206	Unid.	5,00		439,90	2.199,50
21.2	ARQUECEDOR PARA TORNEIRA LORENZETTI	Unid.	2,00		210,00	420,00
21.3	TORNEIRA LOGGICA DE MESA DOCOL	Unid.	2,00			-
21.4	TORNEIRA TANQUE E DE JARDIM DOCOL	Unid.	4,00		149,00	596,00
21.5	ACABAMENTOS DE REGISTRO DOCOL	Unid.	12,00		49,00	588,00
21.6	TANQUE EM INOX TRAMONTINA	Unid.	1,00		250,00	250,00
21.7	CUBA EM INOX TRAMONTINA	Unid.	1,00		250,00	250,00
21.8	CUBA SEMI ENCAIXE QUADRADA ÉBANO L830	Unid.	1,00		899,90	899,90
21.9	CUBA DE APOIO NAVARA 470X350 JAPI	Unid.	4,00		479,90	1.919,60
21.10	CHUVEIRO LORENZETTI ACQUA DUO	Unid.	5,00		420,00	2.100,00
21.11	BACIA SANITARIA NEXO ROCA	Unid.	3,00		569,90	1.709,70
21.12	BACIA SANITARIA MONTE CARLO DECA	Unid.	1,00		299,90	299,90
21.13	RALO LINEAR ROYAL TAMPA OCULTA 80X7,5CM	Unid.	2,00		429,00	858,00
22.0	SERVIÇOS COMPLEMENTARES / PAISAGISMO					16.892,90
22.1	PREPARO DO TERRENO / LIMPEZA FINAL DA OBRA	m²	720,00		1,00	720,00
22.2	PLANTIO DE GRAMA	m²	67,49		10,50	708,65

22.3	PAVER	m²	29,45	25,00	40,00	1.914,25
22.4	LIXEIRA DE AÇO PINTADA	VB.	1,00		150,00	150,00
22.5	CHURRASQUEIRA	VB.	1,00		1.400,00	1.400,00
22.6	MURO H=2,50 REBOCADO E PINTADO	m²	45,00	50,00	65,00	5.175,00
22.7	MURO H=2,50 CHAPISCADO	m²	97,50		70,00	6.825,00
23.0	EVENTUAIS / REVISÕES / TAXAS DE OBRA					6.000,00
23.1	ALVARÁ E CRPD	VB.	1,00			-
23.2	HABITE-SE	VB.	1,00			-
23.3	AVERBAÇÃO	m²	240,00		25,00	6.000,00
24.0	CONCESSIONÁRIAS					-
24.1	PREVISÃO DE CONSUMO DE ÁGUA	Mês	10,00			-
24.2	PREVISÃO DE CONSUMO DE ENERGIA	Mês	10,00			-
24.3	CORTE ASFALTO (LIGAÇÃO)	VB.	0,00			-
24.4	REPOSICIONAMENTO DE POSTE REDE ELETRICA	VB.	0,00			-
25.0	ADMINISTRAÇÃO					94.470,00
25.1	ENGENHEIRO	Mês	10,00		449,00	4.490,00
25.2	TRANSPORTE DE ENTULHO EM CAÇAMBA ESTACIONÁRIA INCLUSO A CARGA MANUAL	m³	40,00		36,00	1.440,00
25.3	EPI/PPRA/PCMSO/EXAMES (<20 EMPREGADOS) - ÁREAS EDIFICADAS/COBERTAS/	Mês	10,00		125,00	1.250,00
25.4	MÃO DE OBRA	m²	240,00	345,00		82.800,00
25.5	EQUIPE TÉCNICA E ADMISTRATIVA	Mês	10,00		449,00	4.490,00
TOTAL						504.329,55

ANEXO B - ORÇAMENTO ELABORADO NA PESQUISA.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UND.	QUANT. ORIGINAL	QUANT. NOVO	VAR.	CUSTO UNITÁRIO	VALOR FINAL ORIGINAL	VALOR FINAL NOVO
1		INSTALAÇÃO HIDRÁULICA						Subtotal	R\$ 5.656,72	R\$ 6.476,14
1.1		TUBULAÇÕES E CONEXÕES DE PVC RÍGIDO								
1.1.1	81003	GOINFRA	Tubo PVC soldável Ø 25 mm	m	77,70	89,15	14,7%	R\$ 4,89	R\$ 379,95	R\$ 435,94
1.1.2	81004	GOINFRA	Tubo PVC soldável Ø 32 mm	m	0,00	12,11	-	R\$ 9,78	R\$ 0,00	R\$ 118,44
1.1.3	81006	GOINFRA	Tubo PVC soldável Ø 50 mm	m	78,25	75,05	-4,1%	R\$ 15,21	R\$ 1.190,18	R\$ 1.141,51
1.1.4	81055	GOINFRA	Adaptador PVC soldável curto com flange livre para Caixa d'Água 25mm x ¾"	un	1,00	0,00	-100,0%	R\$ 10,42	R\$ 10,42	R\$ 0,00
1.1.5	81058	GOINFRA	Adaptador PVC soldável curto com flange livre para Caixa d'Água 50mm x 1½"	un	6,00	0,00	-100,0%	R\$ 35,53	R\$ 213,18	R\$ 0,00
1.1.6	94703	SINAPI	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água 25mm	un	0,00	1,00	-	13,26	R\$ 0,00	R\$ 13,26
1.1.7	94704	SINAPI	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água 32mm	un	0,00	2,00	-	15,56	R\$ 0,00	R\$ 31,12
1.1.8	COMPOSIÇÃO	Mercado	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água com Registro 32mm	un	0,00	2,00	-	R\$ 89,99	R\$ 0,00	R\$ 179,98
1.1.9	COMPOSIÇÃO	Mercado	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'Água com Registro 50mm	un	0,00	5,00	-	R\$ 115,99	R\$ 0,00	R\$ 579,95

1.1.10	81066	GOINFRA	Adaptador PVC soldável curto com bolsa e rosca para registro 25mm x ¾"	un	19,00	26,00	36,8%	R\$ 2,90	R\$ 55,10	R\$ 75,40
1.1.11	81069	GOINFRA	Adaptador PVC soldável curto com bolsa e rosca para registro 50mm x 1½"	un	14,00	8,00	-42,9%	R\$ 6,38	R\$ 89,32	R\$ 51,04
1.1.12	81179	GOINFRA	Bucha de redução PVC soldável 50mm x 25mm	un	7,00	4,00	-42,9%	R\$ 6,56	R\$ 45,92	R\$ 26,24
1.1.13	89384	SINAPI	Curva de Transposição PVC Soldável Ø 25mm	un	0,00	4,00	-	8,71	R\$ 0,00	R\$ 34,84
1.1.14	81302	GOINFRA	Joelho PVC 45° soldável Ø 25mm	un	0,00	4,00	-	R\$ 4,99	R\$ 0,00	R\$ 19,96
1.1.15	81305	GOINFRA	Joelho PVC 45° soldável Ø 50mm	un	6,00	5,00	-16,7%	R\$ 10,75	R\$ 64,50	R\$ 53,75
1.1.16	81321	GOINFRA	Joelho PVC 90° soldável Ø 25mm	un	26,00	55,00	111,5%	R\$ 4,71	R\$ 122,46	R\$ 259,05
1.1.17	81322	GOINFRA	Joelho PVC 90° soldável Ø 32mm	un	0,00	8,00	-	R\$ 5,90	R\$ 0,00	R\$ 47,20
1.1.18	81324	GOINFRA	Joelho PVC 90° soldável Ø 50mm	un	28,00	23,00	-17,9%	R\$ 11,03	R\$ 308,84	R\$ 253,69
1.1.19	81369	GOINFRA	Joelho de redução 90° soldável com bucha latão 25mm x ¾"	un	4,00	1,00	-75,0%	R\$ 9,09	R\$ 36,36	R\$ 9,09
1.1.20	81360	GOINFRA	Joelho de redução 90° soldável com bucha latão 25mm x ½"	un	18,00	8,00	-55,6%	R\$ 6,58	R\$ 118,44	R\$ 52,64
1.1.21	81102	GOINFRA	Luva PVC soldável 25 mm	un	4,00	0,00	-100,0%	R\$ 2,70	R\$ 10,80	R\$ 0,00
1.1.22	81105	GOINFRA	Luva PVC soldável 50 mm	un	4,00	0,00	-100,0%	R\$ 6,49	R\$ 25,96	R\$ 0,00
1.1.23	81146	GOINFRA	Luva de redução PVC soldável com bucha latão 25mm x ¾"	un	7,00	12,00	71,4%	R\$ 8,70	R\$ 60,90	R\$ 104,40
1.1.24	81440	GOINFRA	Tê Soldável com Bucha de Latão 25mm x ½"	un	0,00	1,00	-	R\$ 9,07	R\$ 0,00	R\$ 9,07
1.1.25	81402	GOINFRA	Tê PVC 90° soldável Ø 25mm	un	15,00	13,00	-13,3%	R\$ 5,24	R\$ 78,60	R\$ 68,12
1.1.26	81403	GOINFRA	Tê PVC 90° soldável Ø 32mm	un	0,00	3,00	-	R\$ 6,43	R\$ 0,00	R\$ 19,29
1.1.27	81405	GOINFRA	Tê PVC 90° soldável Ø 50mm	un	6,00	3,00	-50,0%	R\$ 14,44	R\$ 86,64	R\$ 43,32
1.2			REGISTROS E OUTROS							
1.2.1	80905	GOINFRA	Registro bruto de gaveta industrial 1½"	un	2,00	0,00	-100,0%	R\$ 50,55	R\$ 101,10	R\$ 0,00
1.2.2	80905	GOINFRA	Registro bruto de gaveta ABNT 1½"	un	3,00	4,00	33,3%	R\$ 50,55	R\$ 151,65	R\$ 202,20
1.2.3	80926	GOINFRA	Registro de gaveta com canopla cromada ¾"	un	7,00	8,00	14,3%	R\$ 44,14	R\$ 308,98	R\$ 353,12

1.2.4	80946	GOINFRA	Registro de pressão com canopla cromada ¾"	un	5,00	5,00	0,0%	R\$ 46,64	R\$ 233,20	R\$ 233,20
1.3			LOUÇAS, ACESSÓRIOS E METAIS							
1.3.1	81861	GOINFRA	Caixa d'água em polietileno, capacidade 1000L	un	2,00	2,00	0,0%	R\$ 393,56	R\$ 787,12	R\$ 787,12
1.3.2	81815	GOINFRA	Kit Hidrometro individual 1,5m³/h - ¾"	un	1,00	1,00	0,0%	R\$ 212,76	R\$ 212,76	R\$ 212,76
1.3.3	99635	SINAPI	Válvula de descarga 1½" com registro e acabamento cromado	un	4,00	4,00	0,0%	170,87	R\$ 683,48	R\$ 683,48
1.3.4	80513	GOINFRA	Tubo de descarga VDE 38mm	un	4,00	4,00	0,0%	R\$ 12,76	R\$ 51,04	R\$ 51,04
1.3.5	80514	GOINFRA	Tubo de ligação cromado com canopla para bacia sanitária ¾"	un	4,00	4,00	0,0%	R\$ 23,44	R\$ 93,76	R\$ 93,76
1.3.6	81069	GOINFRA	Bolsa de ligação para Bacia sanitária 1½"	un	4,00	4,00	0,0%	R\$ 6,38	R\$ 25,52	R\$ 25,52
1.3.7	80556	GOINFRA	Engate flexível plástico ½" x 30cm	un	7,00	9,00	28,6%	R\$ 8,72	R\$ 61,04	R\$ 78,48
1.3.8	80811	GOINFRA	Torneira de parede de uso geral para jardim ou tanque	un	1,00	1,00	0,0%	R\$ 29,18	R\$ 0,00	R\$ 29,18
1.3.9	81888	GOINFRA	Torneira de boia ¾"	un	1,00	2,00	100,0%	R\$ 49,49	R\$ 49,49	R\$ 98,98
Subtotal									R\$ 5.656,72	R\$ 6.476,14
2			DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS					Subtotal	R\$ 6.731,20	R\$ 7.443,17
2.1			TUBULAÇÕES E CONEXÕES DE PVC							
2.1.1	82304	GOINFRA	Tubo PVC Ø 100mm	m	155,95	182,38	16,9%	R\$ 21,02	R\$ 3.278,07	R\$ 3.833,63
2.1.2	82331	GOINFRA	Tubo PVC Ø 150mm	m	16,87	9,96	-41,0%	R\$ 37,12	R\$ 626,21	R\$ 369,72
2.1.3	81924	GOINFRA	Joelho PVC 45° Ø 100mm	un	11,00	4,00	-63,6%	R\$ 16,27	R\$ 178,97	R\$ 65,08
2.1.4	81938	GOINFRA	Joelho PVC 90° Ø 100mm	un	37,00	45,00	21,6%	R\$ 15,63	R\$ 578,31	R\$ 703,35
2.1.5	89590	SINAPI	Joelho PVC 90° Ø 150mm	un	1,00	0,00	-100,0%	81,94	R\$ 81,94	R\$ 0,00
2.1.6	82004	GOINFRA	Luva PVC Simples 100mm	un	0,00	52,00	-	R\$ 9,85	R\$ 0,00	R\$ 512,20
2.1.7	81973	GOINFRA	Junção PVC simples 100mm x 50mm	un	0,00	2,00	-	R\$ 24,14	R\$ 0,00	R\$ 48,28
2.1.8	82235	GOINFRA	Tê PVC sanitário 100m x 100 mm	un	7,00	6,00	-14,3%	R\$ 25,46	R\$ 178,22	R\$ 152,76
2.2			CAIXAS E ACESSÓRIOS							

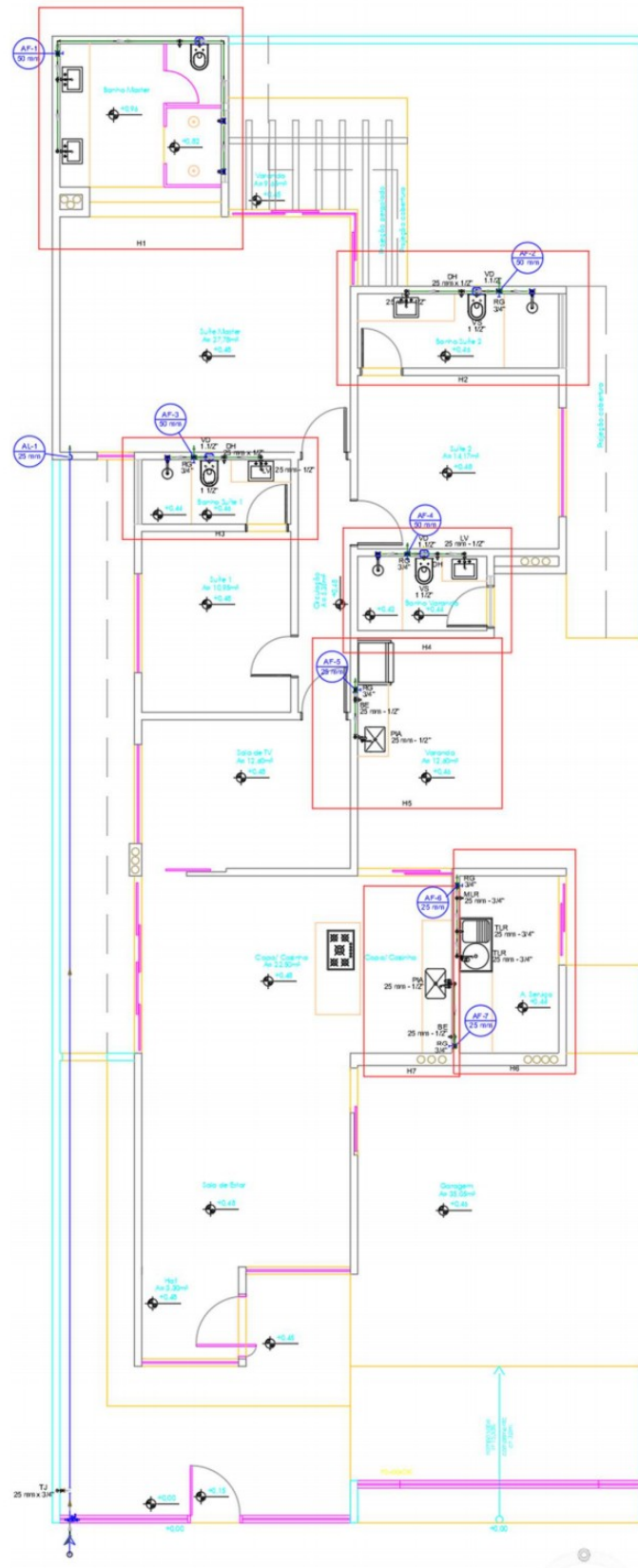
2.2.1	81680	GOINFRA	Grelha quadrada para ralo de terraço - Caixa sifonada 100mm	un	12,00	0,00	-100,0%	R\$ 9,57	R\$ 114,84	R\$ 0,00
2.2.2	81681	GOINFRA	Ralo corpo caixa seca 100x100x40mm	un	12,00	0,00	-100,0%	R\$ 12,99	R\$ 155,88	R\$ 0,00
2.2.3	COMPOSIÇÃO	Mercado	Grelha Hemisfer Flexível PVC 100mm	un	0,00	14,00	-	R\$ 33,99	R\$ 0,00	R\$ 475,86
2.2.4	81827	GOINFRA	Caixa de areia em alvenaria 60x60cm sem grelha	un	6,00	5,00	-16,7%	R\$ 256,46	R\$ 1.538,76	R\$ 1.282,30
Subtotal									R\$ 6.731,20	R\$ 7.443,17

3		INSTALAÇÃO SANITÁRIA						Subtotal	R\$ 7.064,82	R\$ 8.132,43
3.1		TUBULAÇÕES E CONEXÕES DE PVC RÍGIDO								
3.1.1	82301	GOINFRA	Tubo de PVC Série Normal Ø 40mm	m	16,64	21,14	27,0%	R\$ 8,94	R\$ 148,76	R\$ 188,99
3.1.2	82302	GOINFRA	Tubo de PVC Série Normal Ø 50mm	m	47,91	47,96	0,1%	R\$ 12,82	R\$ 614,21	R\$ 614,85
3.1.3	82303	GOINFRA	Tubo de PVC Série Normal Ø 75mm	m	2,71	2,89	6,6%	R\$ 19,02	R\$ 51,54	R\$ 54,97
3.1.4	82304	GOINFRA	Tubo de PVC Série Normal Ø 100mm	m	75,35	73,07	-3,0%	R\$ 21,02	R\$ 1.583,86	R\$ 1.535,93
3.1.5	COMPOSIÇÃO	Mercado	Adaptador para Saída de Vaso Sanitário 100mm	un	0,00	4,00	-	R\$ 87,90	R\$ 0,00	R\$ 351,60
3.1.6	81602	GOINFRA	Bucha de Redução PVC Longa 50x40mm	un	0,00	4,00	-	R\$ 5,13	R\$ 0,00	R\$ 20,52
3.1.7	81730	GOINFRA	Curva PVC 90º curta Ø 40mm	un	12,00	0,00	-100,0%	R\$ 9,82	R\$ 117,84	R\$ 0,00
3.1.8	81733	GOINFRA	Curva PVC 90º curta Ø 100mm	un	4,00	0,00	-100,0%	R\$ 28,28	R\$ 113,12	R\$ 0,00
3.1.9	81921	GOINFRA	Joelho PVC 45º Ø 40mm	un	8,00	18,00	125,0%	R\$ 8,07	R\$ 64,56	R\$ 145,26
3.1.10	81922	GOINFRA	Joelho PVC 45º Ø 50mm	un	8,00	20,00	150,0%	R\$ 8,97	R\$ 71,76	R\$ 179,40
3.1.11	81923	GOINFRA	Joelho PVC 45º Ø 75mm	un	2,00	1,00	-50,0%	R\$ 14,11	R\$ 28,22	R\$ 14,11
3.1.12	81924	GOINFRA	Joelho PVC 45º Ø 100mm	un	6,00	4,00	-33,3%	R\$ 16,27	R\$ 97,62	R\$ 65,08
3.1.13	81935	GOINFRA	Joelho PVC 90º Ø 40mm	un	1,00	11,00	1000,0%	R\$ 7,38	R\$ 7,38	R\$ 81,18
3.1.14	81936	GOINFRA	Joelho PVC 90º Ø 50mm	un	19,00	15,00	-21,1%	R\$ 8,22	R\$ 156,18	R\$ 123,30
3.1.15	81937	GOINFRA	Joelho PVC 90º Ø 75mm	un	1,00	0,00	-100,0%	R\$ 13,01	R\$ 13,01	R\$ 0,00
3.1.16	81938	GOINFRA	Joelho PVC 90º Ø 100mm	un	4,00	4,00	0,0%	R\$ 15,63	R\$ 62,52	R\$ 62,52
3.1.17	81927	GOINFRA	Joelho PVC 90º com anel Ø 40mm x 1½"	un	7,00	9,00	28,6%	R\$ 8,85	R\$ 61,95	R\$ 79,65
3.1.18	81970	GOINFRA	Junção PVC simples 50mm x 50mm	un	0,00	1,00	-	R\$ 13,14	R\$ 0,00	R\$ 13,14

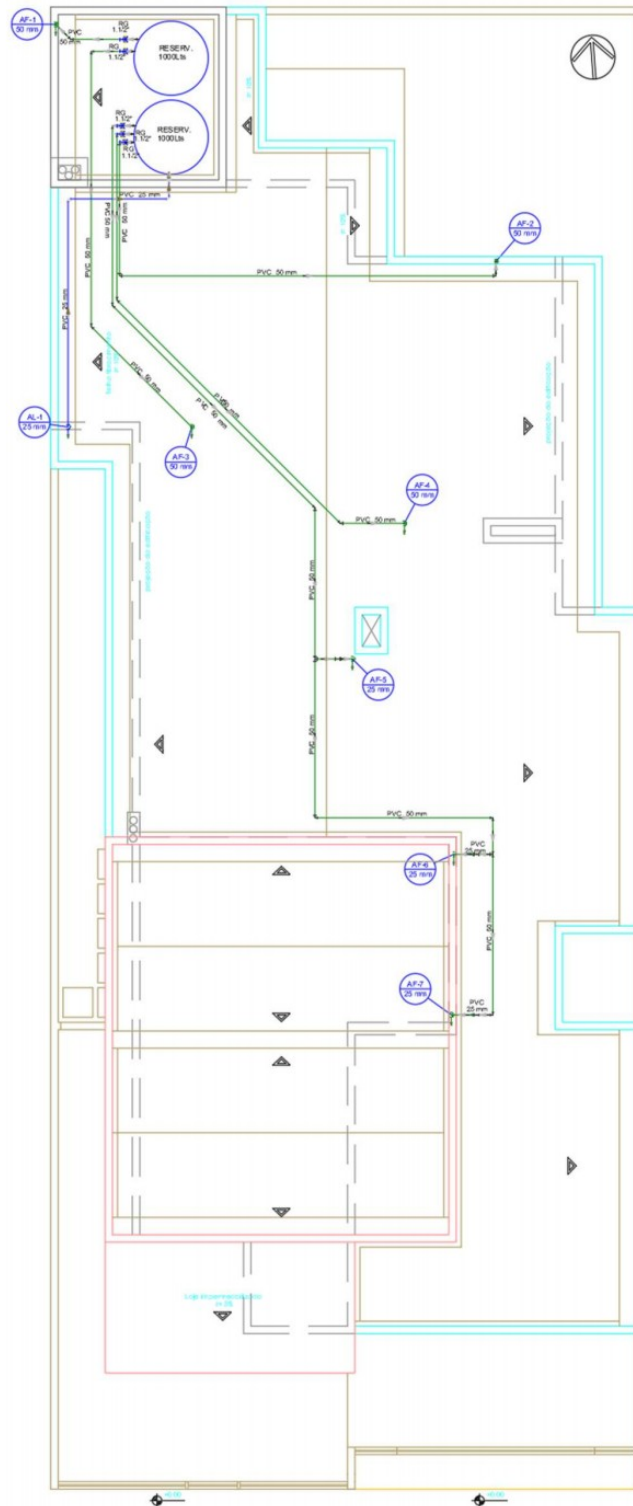
3.1.19	81971	GOINFRA	Junção PVC simples 75mm x 50mm	un	1,00	1,00	0,0%	R\$ 16,05	R\$ 16,05	R\$ 16,05
3.1.20	81973	GOINFRA	Junção PVC simples 100mm x 50mm	un	4,00	3,00	-25,0%	R\$ 24,14	R\$ 96,56	R\$ 72,42
3.1.21	82002	GOINFRA	Luva PVC Simples 50mm	un	5,00	39,00	680,0%	R\$ 5,40	R\$ 27,00	R\$ 210,60
3.1.22	82003	GOINFRA	Luva PVC Simples 75mm	un	2,00	2,00	0,0%	R\$ 8,39	R\$ 16,78	R\$ 16,78
3.1.23	82004	GOINFRA	Luva PVC Simples 100mm	un	11,00	11,00	0,0%	R\$ 9,85	R\$ 108,35	R\$ 108,35
3.1.24	82101	GOINFRA	Redução excêntrica 75mm x 50mm	un	1,00	1,00	0,0%	R\$ 13,67	R\$ 13,67	R\$ 13,67
3.1.25	82230	GOINFRA	Tê PVC sanitário 50mm x 50mm	un	8,00	6,00	-25,0%	R\$ 12,44	R\$ 99,52	R\$ 74,64
3.1.26	82233	GOINFRA	Tê PVC sanitário 100mm x 50mm	un	0,00	1,00	-	R\$ 22,18	R\$ 0,00	R\$ 22,18
3.2			CAIXAS E ACESSÓRIOS							
3.2.1	COMPOSIÇÃO	SINAPI	Caixa sifonada 150x150x50mm	un	5,00	5,00	0,0%	R\$ 30,47	R\$ 152,35	R\$ 152,35
3.2.2	98110	SINAPI	Caixa de gordura simples Ø 30cm	un	2,00	2,00	0,0%	323,49	R\$ 646,98	R\$ 646,98
3.2.3	81846	GOINFRA	Caixa de inspeção 60x60cm	un	7,00	9,00	28,6%	R\$ 258,22	R\$ 1.807,54	R\$ 2.323,98
3.2.4	81846	GOINFRA	Caixa de inspeção sinfonada 60x60cm	un	1,00	0,00	-100,0%	R\$ 258,22	R\$ 258,22	R\$ 0,00
3.2.5	89709	SINAPI	Ralo sinfonado 100x40mm	un	5,00	0,00	-100,0%	7,69	R\$ 38,45	R\$ 0,00
3.2.6	89710	SINAPI	Ralo seco 100x40mm	un	0,00	5,00	-	7,54	R\$ 0,00	R\$ 37,70
3.2.7	COMPOSIÇÃO	SINAPI	Antiespuma 150 mm	un	0,00	1,00	-	R\$ 29,99	R\$ 0,00	R\$ 29,99
3.2.8	COMPOSIÇÃO	INCLUIDO ACIMA	Porta Grelha Quadrado p/ Grelha Quadrada	un	0,00	5,00	-	-	R\$ 0,00	R\$ 0,00
3.2.9	81695	GOINFRA	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 100 x 100mm	un	0,00	5,00	-	R\$ 21,02	R\$ 0,00	R\$ 105,10
3.2.10	81696	GOINFRA	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 150 x 200mm	un	0,00	5,00	-	R\$ 37,12	R\$ 0,00	R\$ 185,60

3.2.11	80672	GOINFRA	Sifão para cozinha 1 1/4"	un	2,00	2,00	0,0%	R\$ 38,19	R\$ 76,38	R\$ 76,38
3.2.12	80560	GOINFRA	Sifão para lavatório 1 1/4"	un	5,00	5,00	0,0%	R\$ 89,54	R\$ 447,70	R\$ 447,70
3.2.13	80820	GOINFRA	Sifão para tanque 1 1/4"	un	2,00	2,00	0,0%	R\$ 14,89	R\$ 29,78	R\$ 29,78
3.2.14	81885	GOINFRA	Terminal de Ventilação 50mm	un	7,00	6,00	-14,3%	R\$ 5,28	R\$ 36,96	R\$ 31,68
Subtotal									R\$ 7.064,82	R\$ 8.132,43
VALOR TOTAL SEM BDI									R\$ 19.452,74	R\$ 22.051,74
VALOR ESTIMADO (VB)									R\$ 13.300,00	
DIFERENÇA PERCENTUAL									46,26%	65,80%

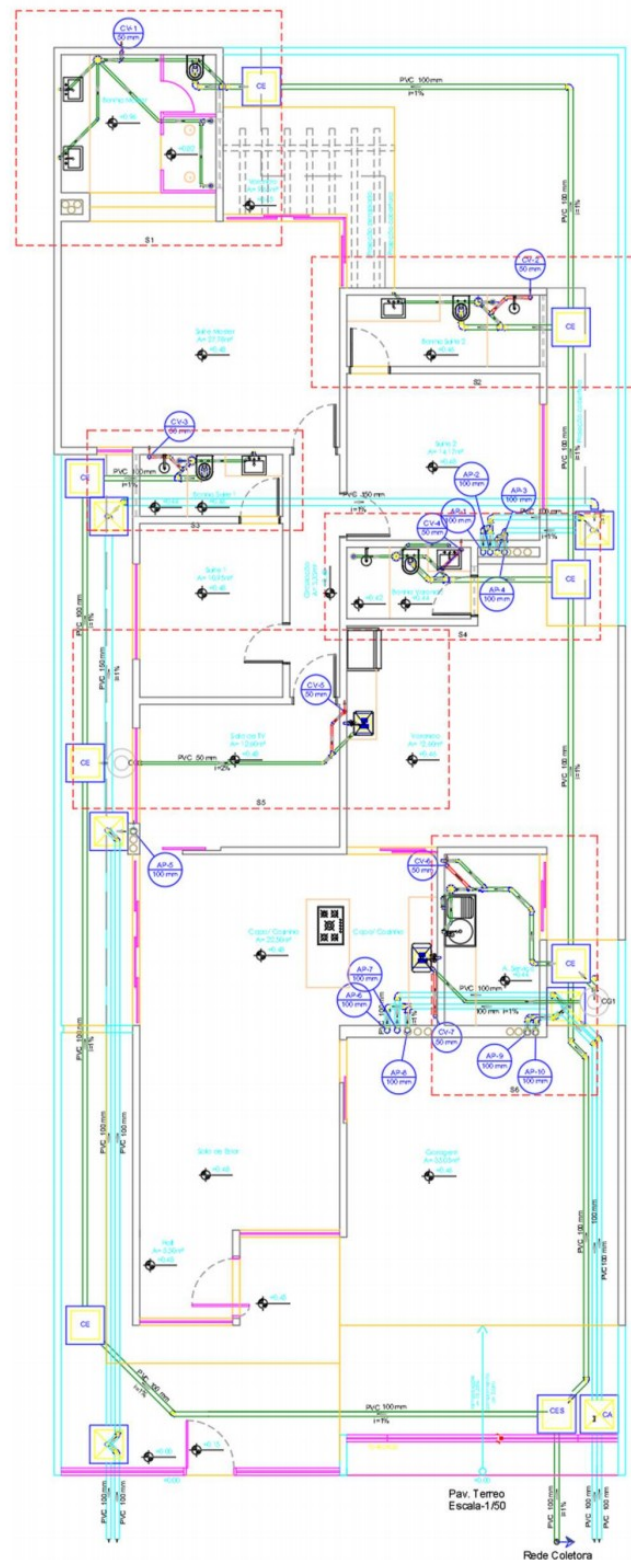
ANEXO D - PLANTA BAIXA DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA, NA METODOLOGIA CAD.



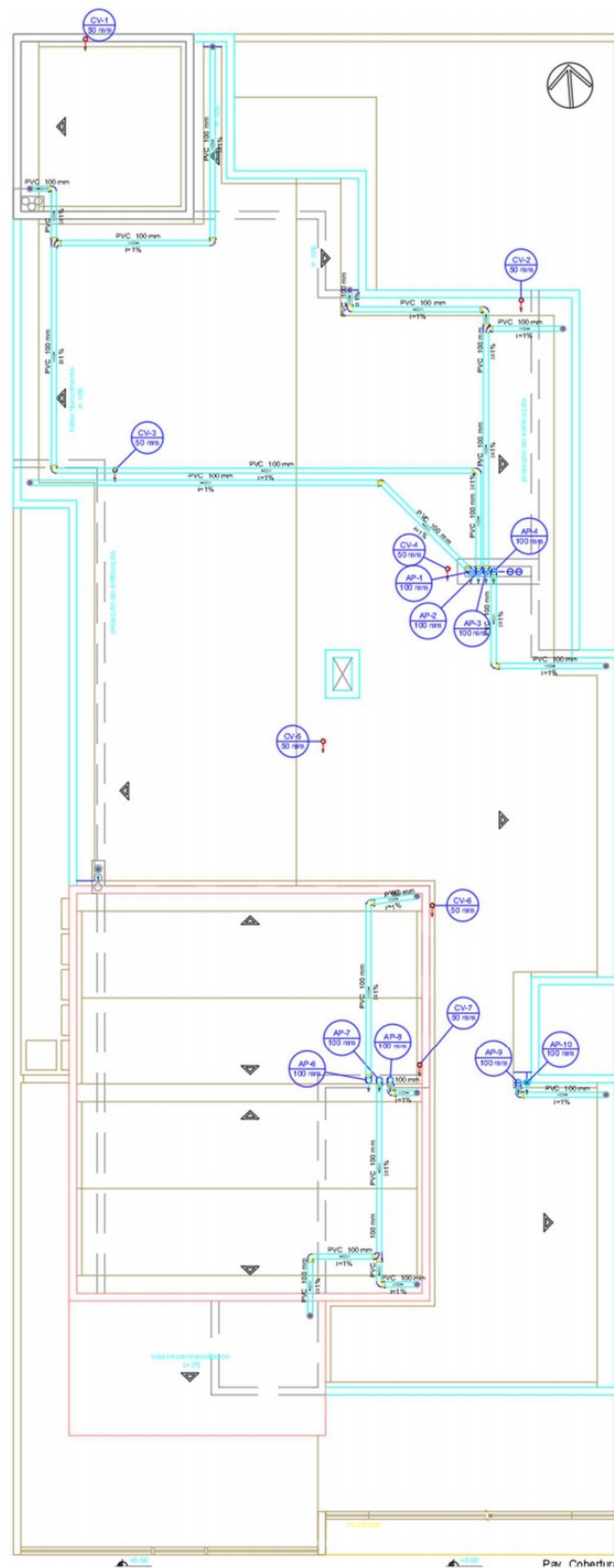
ANEXO E - PLANTA COBERTURA DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA, NA METODOLOGIA CAD.



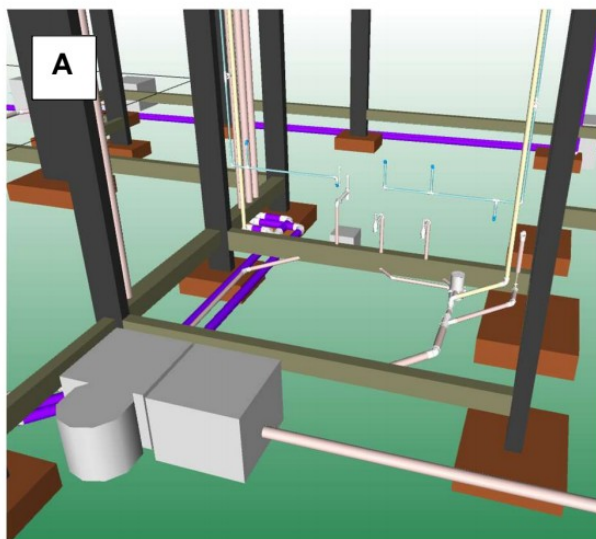
**ANEXO F - PLANTA BAIXA DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA PLUVIAL
E ESGOTO SANITÁRIO, NA METODOLOGIA CAD.**



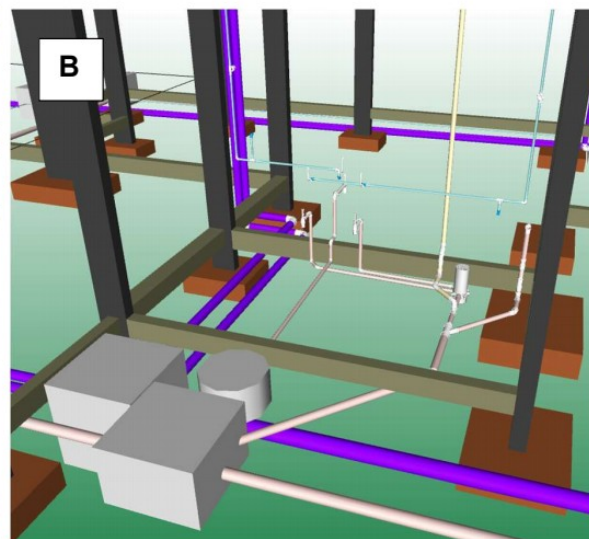
ANEXO G - PLANTA DE COBERTURA DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA PLUVIAL E ESGOTO SANITÁRIO, NA METODOLOGIA CAD.



ANEXO H - ALTERAÇÃO DO TRAÇADO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS.

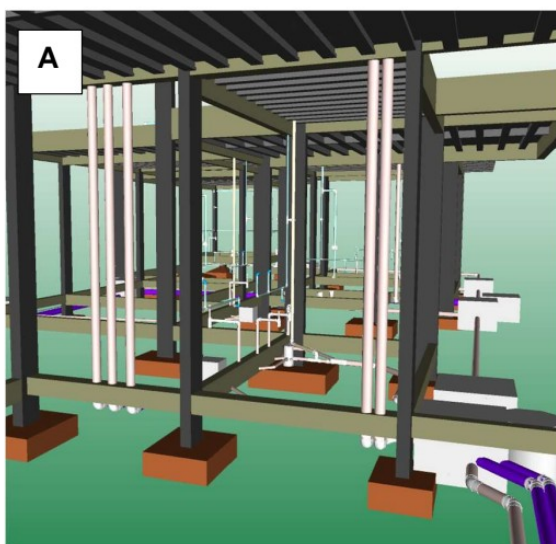


(a) antes

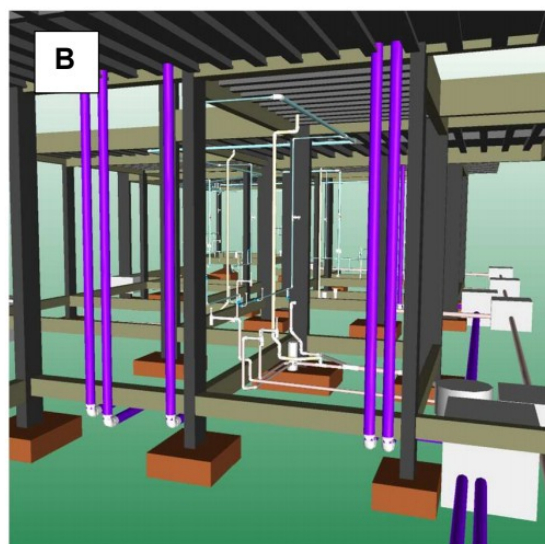


(b) depois

ANEXO I - PASSAGEM DE TUBULAÇÕES DE ÁGUA PLUVIAL EM SEQUÊNCIA SOBRE ELEMENTO ESTRUTURAL.

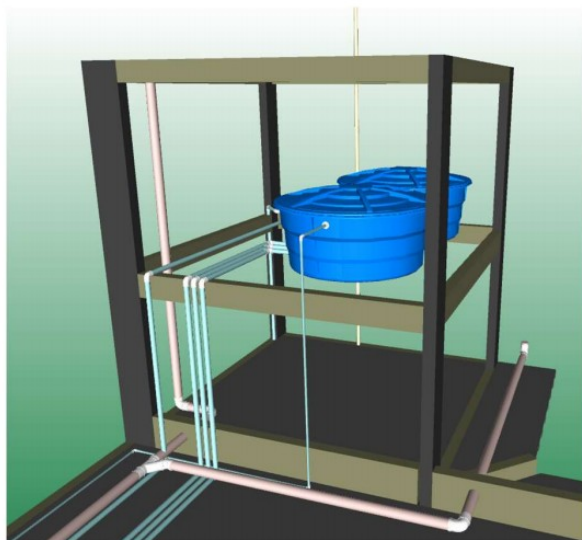


(a) antes

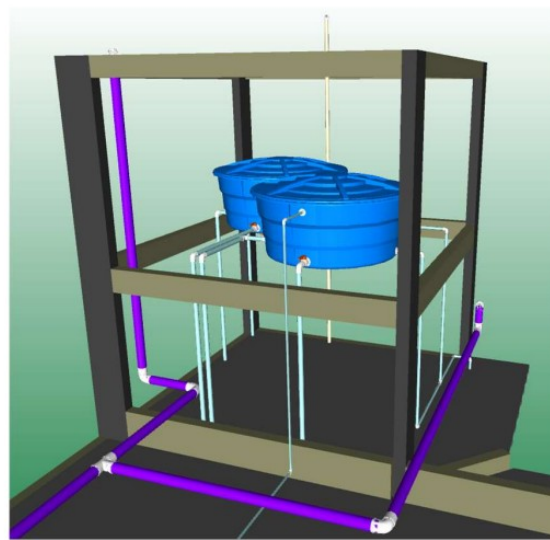


(b) depois

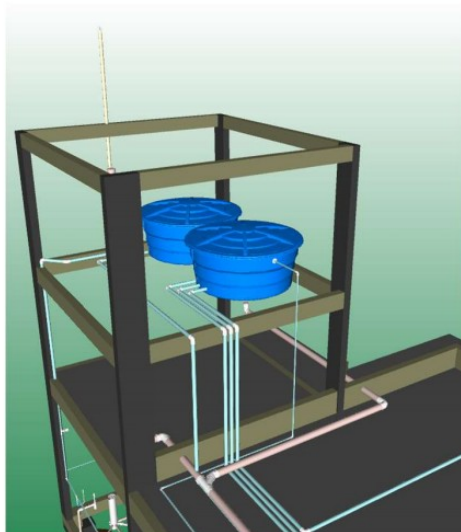
ANEXO J - ALTERAÇÃO DO TRAÇADO DA TUBULAÇÃO NA SAÍDA DA CAIXA D'ÁGUA.



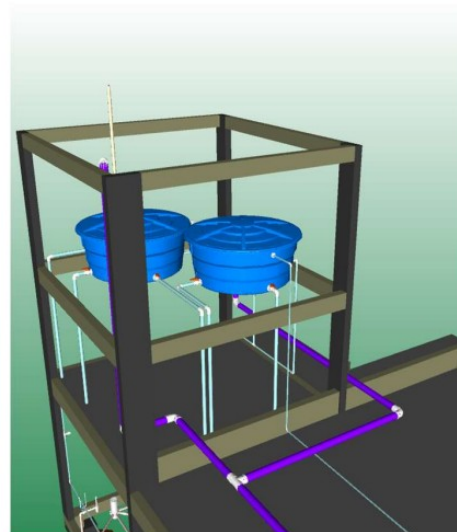
(a) antes



(b) depois



(c) antes



(d) depois