

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Renan Pittigliani

**ANÁLISE DE CUSTOS DE INTERFERÊNCIAS DE UM PROJETO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR MODELADO E COMPATIBILIZADO COM O AUXÍLIO DE
FERRAMENTAS DA PLATAFORMA BIM**

Florianópolis

2018

Renan Pittigliani

**ANÁLISE DE CUSTOS DE INTERFERÊNCIAS DE UM PROJETO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR MODELADO E COMPATIBILIZADO COM O AUXÍLIO DE
FERRAMENTAS DA PLATAFORMA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof^ª. Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pittigliani, Renan

ANÁLISE DE CUSTOS DE INTERFERÊNCIAS DE UM PROJETO
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR MODELADO E COMPATIBILIZADO COM O
AUXÍLIO DE FERRAMENTAS DA PLATAFORMA BIM / Renan
Pittigliani ; orientadora, Cristine do Nascimento Mutti,
2018.

134 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. BIM. 3. Orçamento. 4.
Compatibilização. 5. Estimativas de custo. I. do Nascimento
Mutti, Cristine. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

Renan Pittigliani

**ANÁLISE DE CUSTOS DE INTERFERÊNCIAS DE UM PROJETO RESIDENCIAL
MULTIFAMILIAR MODELADO E COMPATIBILIZADO COM O AUXÍLIO DE
FERRAMENTAS DA PLATAFORMA BIM**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do
Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final junto à
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 26 de junho de 2018.

Prof^ª. Luciana Rohde, Dra.
Coordenadora do Curso
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:



Prof^ª. Cristine do Nascimento Mutti, Ph.D.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^º. Luis Alberto Gómez, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Marlon Pscheidt
Arquiteto, Sócio e Diretor de BIM, empresa Canteiro AEC

AGRADECIMENTOS

Em um coração onde mora a gratidão, também habitará sempre a felicidade. Agradeço, primeiramente a Deus, por toda a energia positiva que me trouxe até aqui.

Bertrand Russell uma vez disse que “os nossos pais nos amam porque somos seus filhos, é um fato inalterável. Nos momentos de sucesso, isso pode parecer irrelevante, mas nas ocasiões de fracasso, oferecem um consolo e uma segurança que não se encontram em qualquer outro lugar”. Sou eternamente grato a meus pais, Elonise e Flávio, que com o maior carinho do mundo, sempre me deram todo o apoio e conforto para que eu pudesse realizar meus sonhos. Sem vocês, nada eu seria. Minha gratidão eterna!

Agradeço a meus pais de coração, Deda e Nato, por todo o amor e por estarem comigo nos melhores e piores momentos da minha vida. Obrigado por me motivarem a jamais desistir dos meus objetivos!

Não posso deixar de mencionar minha orientadora, professora Cristine, por todo carinho e paciência durante a execução deste trabalho. Depois de todos os problemas enfrentados, sem sua ajuda, esta jornada teria sido ainda mais difícil. Obrigado pela disponibilidade e por confiar em meu potencial!

Agradeço também ao Marlon, sócio e diretor BIM da empresa Canteiro AEC, que sempre esteve disposto a me ajudar, sanar minhas dúvidas e contribuir para que o trabalho ficasse o melhor possível. Muito obrigado!

Sou grato também por todas as experiências profissionais que tive durante a graduação, especialmente ao EPEC, por abrir minha mente para novos horizontes, à Quatro Engenharia e à RKS Engenharia de Estruturas, por me auxiliarem em meu crescimento profissional. Obrigado pelas amizades feitas e experiências vividas!

Agradeço ao grupinho, pela amizade que conquistei durante a graduação. Em especial aos meus amigos Bruno e Mônica, que sempre estiveram comigo. Obrigado por terem feito meus dias melhores e por terem me ajudado sempre que precisei. Vocês serão levados comigo com muito amor e carinho!

Sou eternamente grato a meus outros amigos, especialmente aos de Imbituba, os quais tive o prazer de compartilhar momentos pessoais de grande felicidade e euforia. Obrigado por entenderem minha ausência neste período, por sempre estarem a meu lado, e por todos os momentos memoráveis que passamos juntos!

Por fim, aos que aqui não mencionei, mas que também estiveram comigo durante esta trajetória, minha gratidão!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

Sabe-se que a utilização de ferramentas da plataforma BIM (do inglês, *Building Information Modeling*) pode ser vantajosa, tanto no aspecto econômico, quanto para a otimização de projetos e dos processos atrelados a eles. Nesse sentido, o presente trabalho possui como objetivo principal a análise de custos de interferências de um projeto residencial multifamiliar modelado e compatibilizado com o auxílio de ferramentas BIM, de forma a verificar os benefícios da utilização dessa tecnologia no processo de compatibilização. O trabalho desenvolveu-se através de um estudo de caso de um edifício de trinta e um pavimentos, localizado no município de Chapecó/SC. Utilizaram-se, como base para o estudo, o modelo tridimensional BIM, elaborado no *software Autodesk Revit*, os projetos executivos, e o relatório de interferências do empreendimento. Todos esses documentos foram disponibilizados ao autor pela empresa Canteiro AEC, responsável pela modelagem e compatibilização. Primeiramente, escolheram-se as dez interferências mais interessantes ao estudo, em termos de aplicação prática à construção civil, e expuseram-se as soluções executivas adotadas às mesmas. Posteriormente, apontaram-se seus custos, através de composições unitárias, e o impacto causado no orçamento em decorrência dos gastos não previstos. Para a análise, foram propostos quatro cenários: um em que se faz a utilização de ferramentas BIM e três cenários hipotéticos, sem BIM. Esses cenários foram denominados “Antes”, “Durante” e “Depois” e referem-se ao momento em que a interferência seria identificada em relação à execução da obra: ainda na fase de leitura e interpretação do projeto, durante a execução das atividades, ou após a conclusão das mesmas, respectivamente. Quando não se faz a compatibilização do projeto com o auxílio da tecnologia BIM, quanto mais tarde a interferência é identificada, mais onerosa passa a ser sua solução. Isso já era esperado antes da execução do trabalho, e decorre, principalmente, de retrabalho, atrasos, e desperdício de insumos na obra. Contudo, foi possível mensurar o quão grave pode ser a não compatibilização efetiva de um projeto através de ferramentas BIM. Além disso, pode-se concluir que o processo de compatibilização nem sempre tem como objetivo a economia, em termos de custos, mas, muitas vezes, a qualidade e conformidade do projeto.

Palavras-chave: *Building Information Modeling*, orçamento, compatibilização, interferências de projeto, estimativa de custos.

ABSTRACT

It is known that the use of BIM (Building Information Modeling) tools can be advantageous, in the economic aspect, as well as the design optimization and its processes. In this context, the present work has as its overall objective the cost analysis of the clashes of a residential building modeled and compatibilized with BIM tools, in order to verify the benefits of this technology. This work was developed as a case study of a residential building of thirty-one floors, located in Chapecó/SC. For this study, the BIM model (created on the software Autodesk Revit), the detailed design, and the clash report of the building company were used. These were provided by the company Canteiro AEC, which was responsible for its modeling and compatibilization. First, the ten most interesting clashes for this case study were chosen and their executive solutions were pointed out. Furthermore, their costs and their impact caused on the budget were presented as well. For the analysis, four situations were proposed: one in which BIM tools were used and three hypothetical ones without BIM. These three situations were called "Before", "During" and "After". They refer to when the problem would be identified in relation to execution in the construction site: when the projects are being read, during the execution of the activities, or after the activities were done, respectively. When the design disciplines of a building are not compatibilized through BIM tools, if the problem is perceived too late, much more expensive its solution may become. This was expected before the work was finished, and it happens due to rework, delays and waste of materials. However, it was able to measure how serious it could be if a building design is not compatible through BIM tools. Moreover, it was able to conclude that the compatibilization process does not always aim at cost savings, but often at quality of the design disciplines.

Keywords: *Building Information Modeling, compatibilization, clashes in building designs, cost estimation.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PIB Brasil x PIB Construção Civil: variação percentual anual.	17
Figura 2 - Exemplo de modelo BIM.	21
Figura 3 - Aplicações das dimensões do BIM.	21
Figura 4 - BIM no ciclo de vida da edificação.	22
Figura 5 - Elementos paramétricos de uma estrutura de cobertura.	23
Figura 6 - Representação gráfica dos LOD.	26
Figura 7 - Sua empresa trabalha com a tecnologia BIM?	29
Figura 8 - Em quais serviços ou produtos a empresa está utilizando o BIM?	29
Figura 9 - Tempo que as empresas de construção estão usando BIM por região.	30
Figura 10 - Ferramentas BIM mais utilizadas no Reino Unido.	31
Figura 11 - Distribuição de <i>softwares</i> BIM por área de utilização.	31
Figura 12 - Interface do <i>Revit MEP</i>	32
Figura 13 - Interface do <i>Archicad</i>	33
Figura 14 - Análise de <i>clashes</i> feita pelo <i>Navisworks</i>	34
Figura 15 - Curva de MacLeamy.	35
Figura 16 - Interface do <i>Sienge</i>	41
Figura 17 - Fluxograma do método de trabalho.	43
Figura 18 - Imagem de venda do Residencial X.	46
Figura 19 - Configuração dos apartamentos do Residencial X por pavimento.	47
Figura 20 - Apartamentos com final 01 e 02 - 5º ao 24º pavimento.	47
Figura 21 - Apartamentos com final 03 e 04 - 5º ao 24º pavimento.	48
Figura 22 - Exemplo de planta de formas em <i>AutoCAD</i>	49
Figura 23 - Exemplo do projeto sanitário em <i>AutoCAD</i>	50
Figura 24 - Exemplo do projeto elétrico em <i>AutoCAD</i>	50
Figura 25 - Modelo BIM do Residencial X.	51
Figura 26 - Distribuição das interferências quanto ao tipo.	54
Figura 27 - Interferência A: prumadas de esgoto atravessando blocos de fundação.	61
Figura 28 - Solução para a Interferência A (vista externa).	62
Figura 29 - Solução para a Interferência A (vista interna).	62
Figura 30 - Interferência B: Tubulação de esgoto atravessando vigas de transição.	66
Figura 31 - Solução para a Interferência B.	67
Figura 32 - Interferência C: dutos de circulação de ar atravessando viga.	73
Figura 33 - Solução para a Interferência C.	74
Figura 34 - Interferência D: falta de vazio na laje para elevador cremalheira.	79
Figura 35 - Solução para a Interferência D.	79
Figura 36 - Interferência E: viga impedindo a passagem no terraço.	85
Figura 37 - Solução para a Interferência E.	85
Figura 38 - Interferência F: viga interrompendo estacionamento de carros.	90
Figura 39 - Solução para a Interferência F.	90
Figura 40 - Interferência G: tubulação do hidrante atravessando prumadas de esgoto.	95
Figura 41 - Solução para a Interferência G.	95
Figura 42 - Interferência H: desalinhamento do pilar.	98
Figura 43 - Solução para a Interferência H.	99
Figura 44 - Interferência I: ausência de acesso à casa de máquinas.	104
Figura 45 - Solução para a Interferência I.	104
Figura 46 - Interferência J: ausência de alçapão para acesso à sala de motobombas.	108
Figura 47 - Solução para a Interferência J.	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de Organização, segundo o AIA.....	25
Quadro 2 - Caracterização dos cenários hipotéticos de análise.....	56
Quadro 3 - Lista e classificações das interferências para o estudo.....	60
Quadro 4 - Cenários e medidas para solução da Interferência A.....	64
Quadro 5 - Cenários e medidas para solução da Interferência B.....	68
Quadro 6 - Cenários e medidas para solução da Interferência C.....	75
Quadro 7 - Cenários e medidas para solução da Interferência D.....	80
Quadro 8 - Cenários e medidas para solução da Interferência E.....	86
Quadro 9 - Cenários e medidas para solução da Interferência F.....	91
Quadro 10 - Cenários e medidas para solução da Interferência G.....	96
Quadro 11 - Cenários e medidas para solução da Interferência H.....	100
Quadro 12 - Cenários e medidas para solução da Interferência I.....	106
Quadro 13 - Cenários e medidas para solução da Interferência J.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composições de custo do CUB para projetos residenciais de alto padrão. ..	58
Tabela 2 - Saldo de custos diretos da solução da Interferência A.	63
Tabela 3 - Comparação entre os cenários para a Interferência A.	65
Tabela 4 - Composição de custos diretos da solução da Interferência B.	67
Tabela 5 - Custos administrativos da Interferência B, no cenário “Antes”.	69
Tabela 6 - Custos diretos da solução da Interferência B, no cenário “Durante”.	70
Tabela 7 - Custos administrativos da Interferência B, no cenário “Durante”.	70
Tabela 8 - Custos diretos da solução da Interferência B, no cenário “Após”.	71
Tabela 9 - Custos administrativos da Interferência B, no cenário “Após”.	72
Tabela 10 - Comparação entre os cenários para a Interferência B.	72
Tabela 11 - Custos administrativos da Interferência C, no cenário “Antes”.	76
Tabela 12 - Custos administrativos da Interferência C, no cenário “Durante”.	76
Tabela 13 - Custos diretos da solução da Interferência C, no cenário “Após”.	77
Tabela 14 - Custos administrativos da Interferência C, no cenário “Após”.	78
Tabela 15 - Comparação entre os cenários para a Interferência C.	78
Tabela 16 - Custos administrativos da Interferência D, no cenário “Antes”.	81
Tabela 17 - Custos diretos da solução da Interferência D, no cenário “Durante”.	82
Tabela 18 - Custos diretos da solução da Interferência D, no cenário “Após”.	83
Tabela 19 - Custos administrativos da Interferência D, no cenário “Após”.	83
Tabela 20 - Comparação entre os cenários para a Interferência D.	84
Tabela 21 - Custos diretos da solução da Interferência E, no cenário “Após”.	88
Tabela 22 - Custos administrativos da Interferência E, no cenário “Após”.	88
Tabela 23 - Comparação entre os cenários para a Interferência E.	89
Tabela 24 - Composição de custos diretos da solução da Interferência F.	91
Tabela 25 - Custos administrativos da Interferência F, no cenário “Antes”.	93
Tabela 26 - Custos administrativos da Interferência F, no cenário “Durante”.	93
Tabela 27 - Comparação entre os cenários para a Interferência F.	94
Tabela 28 - Composição de custos diretos da solução da Interferência H.	101
Tabela 29 - Custos diretos da solução da Interferência H, no cenário “Após”.	102
Tabela 30 - Custos administrativos da Interferência H, no cenário “Após”.	103
Tabela 31 - Comparação entre os cenários para a Interferência H.	103
Tabela 32 - Composição de custos diretos da solução da Interferência I.	105
Tabela 33 - Comparação entre os cenários para a Interferência I.	107
Tabela 34 - Custos diretos da solução da Interferência J, no cenário “Após”.	110
Tabela 35 - Comparação entre os cenários para a Interferência J.	111
Tabela 36 - Comparação entre os custos de solução das interferências.	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 2D - Duas dimensões
- 3D - Três dimensões
- 4D - Quatro dimensões
- 5D - Cinco dimensões
- nD - n dimensões
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ACM - *Aluminum Composite Material*
- AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção
- AGC - *The Associated General Contractors of America*
- AIA - *American Institute of Architects*
- BDS - *Building Description System*
- BDI - Benefícios e Despesas Indiretas
- BIM - *Building Information Modeling*
- CAD - *Computer Aided Design*
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção
- CUB - Custo Unitário Básico
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- EAP - Estrutura Analítica de Projeto
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IE - Instituto de Engenharia
- IFC - *Industry Foundation Classes*
- LOD - *Level of Development*
- MEP - *Mechanical, Electrical and Plumbing*
- NBIMS - *National Building Information Modeling Standard*
- NBS - *National Building Specification*
- PVB - polivinilbutira
- PVC - policloreto de vinila
- SC - Santa Catarina
- SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
- SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras
- SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil
- SP - São Paulo
- TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	16
1.3 ESTRUTURA	18
2 BUILDING INFORMATION MODELING	19
2.1 DEFINIÇÃO.....	19
2.2 BREVE HISTÓRICO	19
2.3 IMPORTÂNCIA E APLICAÇÃO.....	20
2.4 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO	24
2.5 BENEFÍCIOS.....	26
2.5.1 Benefícios para o cliente	26
2.5.2 Benefícios no projeto	26
2.5.3 Benefícios para a construção e fabricação	27
2.5.4 Benefícios pós-construção	27
2.6 DESAFIOS	27
2.6.1 Colaboração e equipes	27
2.6.2 Mudanças legais na propriedade e produção da documentação	28
2.6.3 Prática e uso da informação	28
2.6.4 Implantação	28
2.7 CENÁRIO BRASILEIRO.....	29
2.8 PRINCIPAIS <i>SOFTWARES</i>	30
2.8.1 <i>Revit</i>	32
2.8.2 <i>Archicad</i>	33
2.8.3 <i>Navisworks</i>	33
2.8.4 Outros <i>softwares</i>	34
2.9 COMPATIBILIZAÇÃO BIM	34
3 ORÇAMENTOS	36
3.1 DEFINIÇÃO.....	36
3.2 ATRIBUTOS.....	36
3.2.1 Aproximação.....	36
3.2.2 Especificidade	37
3.2.3 Temporalidade.....	37
3.3 GRAU DE DETALHE.....	38
3.3.1 Estimativa de custo.....	38
3.3.2 Orçamento preliminar	38
3.3.3 Orçamento analítico.....	38
3.4 ETAPAS DA ORÇAMENTAÇÃO	39
3.4.1 Análise das condicionantes	39
3.4.2 Composição de custos	39
3.4.3 Fechamento do orçamento.....	41
3.5 PRINCIPAIS <i>SOFTWARES</i>	41
3.5.1 <i>Sienge</i>	41
3.5.2 <i>Volare</i>	42
3.5.3 <i>Excel</i>	42
3.5.4 Outros <i>softwares</i>	42

4 MÉTODO DE TRABALHO	43
4.1 FLUXOGRAMA DE TRABALHO	43
4.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	45
4.2.1 <i>Navisworks Freedom</i>	45
4.2.2 <i>AutoCAD</i>	45
4.2.3 <i>BIMcollab</i>	45
4.2.4 <i>Excel</i>	45
4.3 PROJETOS DO EMPREENDIMENTO.....	46
4.3.1 Projeto Arquitetônico	47
4.3.2 Projeto Estrutural.....	49
4.3.3 Projeto Hidrossanitário	49
4.3.4 Projeto Elétrico	50
4.3.5 Projetos Complementares	51
4.4 MODELO BIM DO EMPREENDIMENTO	51
4.5 RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS.....	53
4.6 CONSIDERAÇÕES PARA AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	54
4.7 MÉTODO DE CÁLCULO PARA O CUSTO ADMINISTRATIVO DIÁRIO.....	57
4.8 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	59
5 RESULTADOS	60
5.1 INTERFERÊNCIAS DO ESTUDO DE CASO	60
5.1.1 Interferência A	61
5.1.2 Interferência B	66
5.1.3 Interferência C	73
5.1.4 Interferência D	79
5.1.5 Interferência E	85
5.1.6 Interferência F	90
5.1.7 Interferência G.....	95
5.1.8 Interferência H.....	98
5.1.9 Interferência I.....	104
5.1.10 Interferência J.....	108
5.2 COMPARAÇÃO ENTRE AS INTERFERÊNCIAS.....	112
6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
6.1 CONCLUSÃO.....	113
6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS	114
6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	116
REFERÊNCIAS	117
APÊNDICE A - COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIO	122
ANEXO A - SOFTWARES BIM DISPONÍVEIS NO MERCADO.....	128
ANEXO B - RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS DO ESTUDO DE CASO	132

1 INTRODUÇÃO

O conceito BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem de Informação da Construção) envolve o gerenciamento da informação dentro de uma edificação, desde a fase inicial de projeto, através da criação de um modelo digital que abrange todo o ciclo de vida da edificação. Com a integração entre arquitetura, estrutura e instalações, o projetista ganha uma visão sistêmica do empreendimento e consegue analisar e evitar, mais facilmente, os choques entre as disciplinas (EASTMAN, et al., 2014).

A compatibilização de projetos é um assunto muito recorrente nos dias de hoje, no Brasil. Sabe-se de sua importância, visto que, além de prevenir interferências entre as diferentes disciplinas durante a execução de uma obra, pode reduzir os custos das soluções, uma vez que os problemas são identificados ainda na fase de projeto. A compatibilização, quando é feita de maneira correta e precisa, facilita a interpretação real dos projetos e evita despendimento de tempo e recursos.

Segundo o SINDUSCON/SP (apud SIENGE, 2018), as empresas que investem no BIM, hoje, estão prontas para o futuro. A crise pela qual o país passa, atualmente, deve ser superada com a ferramenta correta. O BIM surge, nesse contexto, como uma estratégia decisiva para que as companhias da indústria da construção civil se mantenham competitivas no mercado, com foco no gerenciamento e na produtividade. Com a utilização da tecnologia BIM, pode-se reduzir custos e prazos e obter-se uma melhoria na qualidade, tanto do projeto quanto na execução da obra.

Muitas vezes, torna-se difícil a tarefa de identificar problemas em projetos. Nesse sentido, a percepção de interferências é facilitada quando se faz a utilização do BIM. Por isso, no presente trabalho, propõe-se realizar a análise das interferências de um edifício residencial multifamiliar, modelado e compatibilizado com auxílio de ferramentas da plataforma BIM, de forma a verificar o impacto de suas soluções, em termos de custos, e os benefícios de sua utilização para compatibilização.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar, criticamente, um projeto residencial multifamiliar, integrado e compatibilizado através da plataforma BIM, verificando o impacto dos custos para as soluções de suas interferências, sob ponto de vista de orçamento de obra.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aprender novas ferramentas e *softwares*;
- Estudar as diferentes disciplinas do projeto integradas e compatibilizadas na plataforma BIM;
- Analisar o relatório de interferências fornecido pela empresa;
- Agrupar e classificar as interferências mais recorrentes na construção civil;
- Expor as soluções executivas para as interferências encontradas;
- Orçar as soluções através de composições de custo;
- Comparar um cenário de utilização do BIM com três cenários hipotéticos sem BIM e sem compatibilização;
- Analisar o impacto da utilização do BIM, para compatibilização, no orçamento da obra.

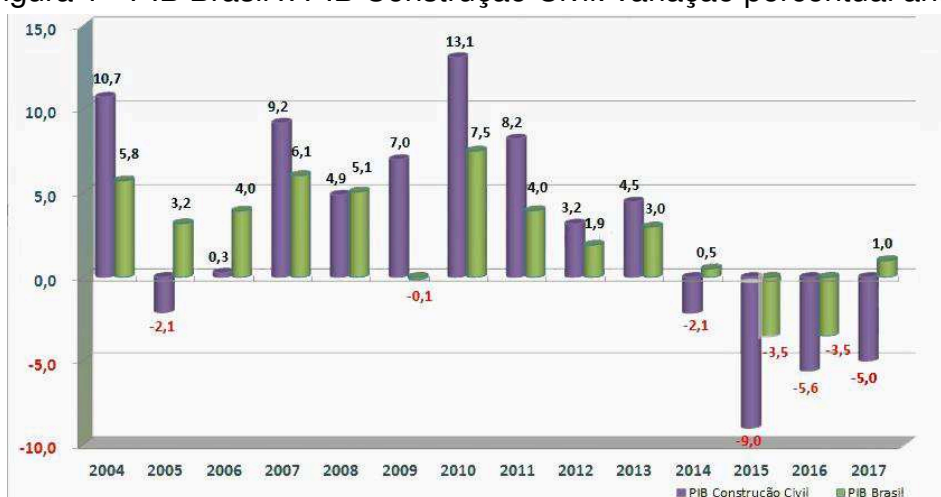
1.2 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

O Brasil passa por um momento delicado de sua história. Instabilidade política, retração econômica, taxa de desemprego alta e escândalos de corrupção são os principais fatores que contribuem para a crise atual (COSTA, 2017). Tais fatores afetaram e continuam afetando a economia brasileira, e, conseqüentemente, o setor da construção civil.

A indústria da construção civil tem se mostrado, historicamente, um dos pilares da economia brasileira, mas que, atualmente, também é prejudicada pela crise. O jornal “O Globo”, em outubro de 2017, publicou que o mercado da construção caiu mais que a média da economia, nos últimos três anos e que, por isso, sente a crise de forma mais significativa. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), nos últimos quatro anos, período em que a crise tomou força, dos 2,7 milhões de empregos formais que deixaram de existir, no Brasil, aproximadamente 1 milhão foram na construção civil.

Conforme mostra a Figura 1, desde 2014 a taxa de crescimento da construção civil tem sido negativa. Além disso, dentre os últimos catorze anos, 2015 apresentou o pior ano de recessão do setor, com uma taxa negativa de 9,0%. Nos anos seguintes, a taxa de crescimento permaneceu negativa, mas se observou uma tendência de melhora (CBIC, 2017, apud IBGE, 2017).

Figura 1 - PIB Brasil x PIB Construção Civil: variação percentual anual.



Fonte: CBIC apud IBGE (2017).

Nesse contexto de recessão econômica, torna-se necessária a adoção de medidas estratégicas que visam a reverter essa situação e a retomar o crescimento no setor da construção civil. O BIM surge como um importante aliado das empresas do setor para adquirir competitividade no mercado e otimizar seus processos, desde as fases de projeto à execução e manutenção dos empreendimentos. Com a utilização do BIM, as companhias viabilizam a produção de projetos compatibilizados, com maior qualidade e assertividade dos detalhes de construção (EASTMAN, et al., 2014).

Muitas vezes a implementação das ferramentas da plataforma BIM não é executada de maneira completa, limitando-se na aplicação da modelagem tridimensional para visualização gráfica de projetos. Por este motivo, a principal motivação para este trabalho é o fato de que as ferramentas BIM podem ser muito melhor aproveitadas e que isso pode vir a auxiliar no retorno ao crescimento do ramo da construção civil no Brasil.

Considerando o contexto exposto e o modo como o BIM pode auxiliar nos processos gerenciais da construção civil, busca-se, com este trabalho, verificar e validar os benefícios dessa tecnologia para a compatibilização, em termos de qualidade de projeto e custos.

1.3 ESTRUTURA

Este trabalho está organizado em seis capítulos:

Capítulo 1 - Introdução: introduz o estudo e comenta, de forma breve, sobre os temas BIM e orçamento de obras. Também apresenta os objetivos geral e específicos, a justificativa/motivação e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2 - Revisão de literatura (BIM): expõe os principais tópicos a respeito da plataforma BIM. São apresentados: definições, histórico, importância e aplicação, níveis de desenvolvimento, benefícios e desafios, o cenário brasileiro atual e algumas ferramentas presentes no mercado.

Capítulo 3 - Revisão de literatura (Orçamentos): explica sobre os atributos do orçamento, grau de detalhamento de orçamentos, as etapas da orçamentação e comenta sobre alguns softwares de orçamento de obras.

Capítulo 4 - Método: mostra a metodologia utilizada, apresentando as ferramentas aplicadas e a sequência de atividades necessárias, de forma detalhada, para o desenvolvimento das análises do trabalho. Aborda também a descrição dos projetos para o estudo de caso, o método utilizado para a modelagem do empreendimento e o relatório de interferências, obtido por uma empresa do ramo da construção civil. Além disso, expõe a metodologia de cálculo utilizada para os gastos administrativos relacionados às soluções das interferências e explana as limitações do tema.

Capítulo 5 - Análise dos resultados: explica as análises e resultados obtidos através da comparação, em termos de custos, entre um cenário de utilização de ferramentas BIM e três possíveis cenários sem BIM. Também são propostas soluções executivas para as diferentes interferências abordadas.

Capítulo 6 - Conclusões e considerações finais: expõe as conclusões e considerações finais do trabalho, além levantar sugestões para trabalhos futuros.

2 BUILDING INFORMATION MODELING

2.1 DEFINIÇÃO

Building Information Modeling (BIM) frequentemente é definido como o conjunto de *softwares* com representações tridimensionais de projetos. Essa definição errônea influencia muito na utilização incompleta de todos os benefícios que a tecnologia oferece. Muito além de uma nova forma de modelar, o BIM é um processo de desenvolver modelos digitais que contenham informações que melhorem o projeto, a execução e a operação de um empreendimento (EASTMAN, et al., 2014).

O *National Building Information Modeling Standard* (NBIMS) define BIM como uma melhoria de planejamento, projetos, construção, operação e manutenção, usando um padrão de modelo digital, que possui todas as informações apropriadas, criadas e reunidas sobre um empreendimento, em um formato acessível ao longo de sua vida útil (REDDY, 2012).

A implementação da tecnologia BIM vem sendo feita há décadas, e, mesmo depois de muito tempo, ainda não há uma definição única e amplamente aceita. Conforme *M. A. Mortenson Company*, construtora estadunidense conhecida por utilizar o BIM em suas práticas, a técnica é definida como uma “solução inteligente de arquitetura”. Para que a solução BIM atinja uma implementação integrada, ela deve, obrigatoriamente, apresentar as seguintes características: ser digital, espacial (3D), mensurável (quantificável, dimensionável e consultável), abrangente, acessível e durável. As empresas tendem a não explorar esse potencial em sua totalidade, mas é o conjunto dessas características que comandam o alcance da prática integrada (CAMPBELL, 2006).

2.2 BREVE HISTÓRICO

Anteriormente à utilização do termo *Building Information Modeling*, em 1974, o conceito de Sistema de Descrição da Construção (do inglês *Building Description System* - BDS) foi criado pelo professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia, Charles M. Eastman, junto com sua equipe.

Segundo Eastman, 1974, apud Mariz Filho (2018, p. 8),

o sistema BDS foi iniciado para mostrar que uma descrição baseada em computador de um edifício poderia replicar ou melhorar todos os pontos fortes de desenhos como um meio para a elaboração de projeto, construção e operação, bem como eliminar a maioria de suas fraquezas.

Entretanto, apenas em 1992, pela primeira vez, a utilização do termo *Building Information Modeling* foi documentada em um artigo. Escrito por G. A. van Nederveen e F. Tolman, o artigo *Automation in Construction* aborda as mais variadas visões da modelagem na construção, baseando-se na ideia de que a modelagem da informação fundamenta um modelo de construção (VAN NEDERVEEN e TOLMAN, 1992). Desta forma, as abordagens, conceitos e metodologias que são conhecidos como pertencentes ao BIM são datadas de aproximadamente 30 anos atrás, enquanto sua terminologia, tal qual a de hoje, circula na indústria da construção civil há pelo menos 20 anos (MENEZES, 2011).

A partir de meados da década de 80, os projetos da construção civil começaram a ser idealizados em CAD 3D, mas sem conter qualquer tipo de informação integrada. Ou seja, eram apenas representações gráficas tridimensionais de caráter visual, sem parametrizações (CARDOSO e ALMEIDA, 2013).

Com o surgimento de *softwares* BIM, como o *Autodesk Revit* e o *Graphisoft Archicad*, por exemplo, a evolução da tecnologia começou a tomar níveis internacionais. Desde 2006, nos Estados Unidos, é obrigatório o uso de BIM para a construção de edifícios federais. No Reino Unido, iniciou-se um programa, em 2012, para que todos os projetos públicos sejam baseados nessa tecnologia até o ano de 2016. No Brasil, a utilização do BIM iniciou-se em 2006, através de iniciativas privadas, e, em 2010, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) instaurou a Comissão de Estudo Especial em Modelagem da Informação da Construção para padronizar a modelagem no país (KASSEM e AMORIM, 2015).

2.3 IMPORTÂNCIA E APLICAÇÃO

Segundo Eastman et al. (2014), o sistema BIM é um dos mais promissores para o desenvolvimento da indústria da construção civil. As edificações são descritas com informações gráficas, assim como no sistema tradicionais CAD. As grandes diferenças são a quantidade de dados atrelados a essas representações gráficas, bem como a modelagem mais complexa, em três dimensões, com elementos paramétricos. Por meio dessa tecnologia, um modelo virtual preciso de uma edificação pode ser feito digitalmente, contendo sua geometria exata, assim como as informações relevantes que dão suporte à fabricação, construção e ao fornecimento dos materiais necessários para a execução da obra.

A Figura 2 expõe um exemplo de representação gráfica em BIM. Observa-se a interdisciplinaridade entre os projetos, haja vista a modelagem dos mais diferentes componentes da obra: o modelo contém desde fundação e estrutura até arquitetura e instalações complementares.

Figura 2 - Exemplo de modelo BIM.



Fonte: Caprimm (2017).

Os modelos digitais em BIM podem incluir representações de projeto em 2D, 3D, 4D (programação, planejamento e controle de obras), 5D (estimativas de quantidades e orçamentos) ou nD (energia, sustentabilidade, gerenciamento da operação das instalações, etc.) (HARON et al, 2010). A Figura 3 expõe, esquematicamente, as dimensões de aplicação do sistema BIM.

Figura 3 - Aplicações das dimensões do BIM.



Fonte: Adaptado de BIM Building por AB Engineering (2017).

Portanto, o BIM engloba funções que modelam o ciclo de vida de um edifício, de maneira a auxiliar na manutenção das mais diferentes disciplinas que o compõem. Se executada de forma correta, a implementação do BIM torna o desenvolvimento de um projeto mais integrado, repercutindo em construções com mais qualidade e redução de prazos de execução (EASTMAN, et al., 2014).

A Figura 4 ilustra como a tecnologia BIM une as várias informações, provenientes de cada fase da vida útil de uma edificação, em uma base de dados integrada. Observa-se que, desde a programação e o projeto da obra, até as fases de operação e manutenção, o modelo paramétrico tridimensional possui grande participação no que diz respeito à unificação da informação ao longo da vida útil do empreendimento.

Figura 4 - BIM no ciclo de vida da edificação.



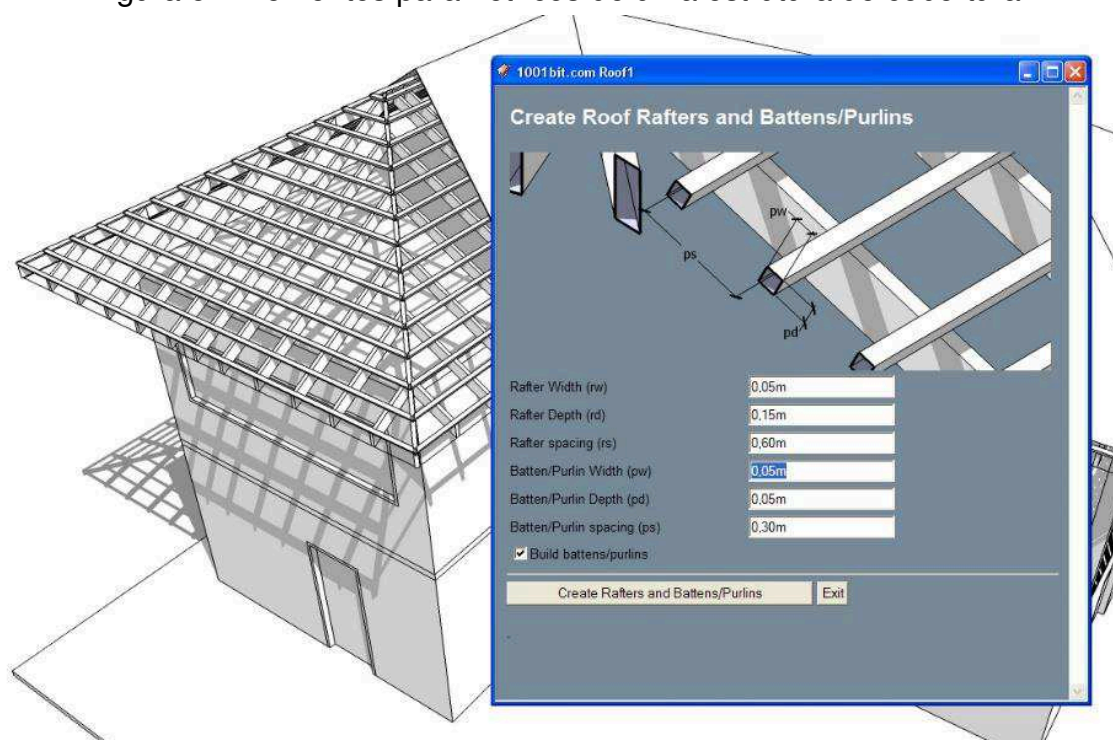
Fonte: Veredas (2017).

Como citado, uma das grandes diferenças entre a tecnologia BIM e os sistemas tradicionais CAD é a introdução de elementos paramétricos. Eles não são caracterizados apenas por sua configuração geométrica no espaço, mas proporcionam também um conjunto de informações a servir de regras para sua criação. Cabe ressaltar que o objeto paramétrico não é útil sem o conhecimento necessário para construí-lo (IBRAHIM et al., 2004). Por exemplo: em uma planta de cobertura de telhado, idealizada em projetos convencionais CAD, visualizam-se

apenas as linhas que delimitam sua configuração geométrica, bem como informações sobre caimento e inclinação. No sistema BIM, tem-se um projeto mais detalhado, com informações sobre comprimento, largura e altura de cada elemento que compõe a estrutura de cobertura. Além disso, cada elemento é identificado com suas próprias especificações de material, preço, dentre outros.

A Figura 5 compreende um exemplo de parametrização dos elementos componentes de uma estrutura de cobertura de uma residência unifamiliar.

Figura 5 - Elementos paramétricos de uma estrutura de cobertura.



Fonte: Dicas de BIM (2017).

O BIM pode ser utilizado para diversas aplicações. Azhar (2010) menciona as principais delas:

- Visualização: renderizações tridimensionais podem ser facilmente geradas com um pequeno esforço adicional;
- Desenhos/projetos: simplicidade ao gerar desenhos para os vários sistemas construtivos. Por exemplo, plantas e cortes de uma residência podem ser rapidamente geradas uma vez que o modelo está completo;
- Legalização do projeto: corpo de bombeiros e prefeitura são capazes de usar códigos para verificação de conformidade do modelo quanto aos requisitos legais;

- Estimativa de custos: os *softwares* BIM possuem aplicações para estimar custos. As quantidades de materiais são automaticamente extraídas e atualizadas, caso haja alguma modificação no modelo;
- Planejamento e controle da obra: o modelo pode ser usado para coordenar as encomendas de materiais, sua fabricação, e os cronogramas físicos de entrega dos elementos construtivos. Além disso, auxilia no sequenciamento de atividades a serem executadas na obra (Estrutura Analítica de Projeto - EAP);
- Conflitos, interferências e *clash detection*: os modelos BIM são criados para performar em um ambiente tridimensional e, por isso, as disciplinas do projeto podem ser checadas para evitar interferências, instantânea e automaticamente. Esse processo pode, portanto, verificar se tubulações de água ou esgoto atravessam vigas, pilares, dutos, dentre outros;
- Análise forense: um modelo BIM pode ser adaptado para ilustrar graficamente planos de evacuação, análise da eficiência energética, planos de sustentabilidade, etc;
- Gerenciamento e operação: os modelos prestam-se para uso em reformas, planejamento de espaço e manutenção das operações da edificação durante sua vida útil.

É de suma importância destacar que a utilização do BIM não se limita às representações de modelos tridimensionais e à implementação de novas tecnologias. Sua relevância também inclui a mudança de paradigmas na indústria da construção civil, em termos de pessoas, cultura de trabalho, processos, comunicação, modelos de negócio, etc. (WILSON; HENG, 2011).

2.4 NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO

Referente ao uso de BIM, muito se discute sobre Nível de Desenvolvimento (do inglês *Level of Development* - LOD). O LOD é uma classificação proposta pelo *American Institute of Architects* (Instituto Americano de Arquitetura - AIA) que organiza as etapas de desenvolvimento de uma obra em BIM. Com tal, permite-se determinar a confiabilidade para os dados, uma vez conhecido o nível de informações necessário em cada etapa. Em outras palavras, a classificação LOD retrata o quão detalhada é uma determinada etapa de um projeto.

São cinco as classes de LOD determinadas pelo AIA, que variam de 100 a 500. Quanto maior esse número, mais desenvolvido e rico em detalhes o projeto é.

O Quadro 1 demonstra essa classificação e expõe a diferença entre os Níveis de Desenvolvimento no BIM, especificando seus conteúdos e usos autorizados.

Quadro 1 - Níveis de Organização, segundo o AIA.

LOD	Conteúdo	Conteúdo como requisito para plataforma BIM	Usos autorizados		
			Análise	Estimativas de custo	Planejamento
100	Conceitual	O modelo apresenta indicadores gerais de área, altura, volume, localização e orientação. Os elementos devem ser modelados em 3D ou representados por outros tipos de dados	Estudos de massa e volume	Baseadas nos estudos de massa e volume, ou técnicas similares	Definição de fases e duração total da obra
200	Geometria aproximada	Elementos modelados como sistemas generalizados, com quantidades, dimensões, forma, localização e orientação aproximados. Pode apresentar informações não geométricas	Análise dos sistemas por critérios de desempenho generalizados, atribuídos a elementos representativos do modelo	Baseadas em dados geométricos aproximados e técnicas de estimativas conceituais	Definição da ordem das atividades da obra, com a alocação da maioria dos elementos na escala de tempo
300	Geometria precisa	Elementos modelados como sistemas específicos e precisos em termos de quantidades, dimensões, forma, localização e orientação. Pode apresentar informações não geométricas	Análise dos sistemas por critérios de desempenho específicos, atribuídos a elementos representativos do modelo	Baseadas em dados geométricos específicos e técnicas de estimativas conceituais	Definição da ordem das atividades da obra, com a alocação detalhada elementos na escala de tempo
400	Execução	Elementos modelados como sistemas específicos e precisos em termos de quantidades, dimensões, forma, localização e orientação, com informações completas sobre fabricação, montagem e detalhamento. Pode apresentar informações não geométricas	Análise dos sistemas por critérios de desempenho específicos atribuídos a todos os elementos do modelo	Baseados no custo real dos elementos específicos no momento da compra	Definição da ordem das atividades da obra, com a alocação detalhada de elementos na escala de tempo, incluindo métodos de execução
500	<i>As-built</i>	Elementos modelados como realmente foram construídos, de forma precisa e exata, em termos de quantidades, dimensões, forma, localização e orientação. Pode apresentar informações não geométricas	O modelo pode ser utilizado para manutenção, alteração ou adição do projeto do empreendimento	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Adaptado de BIM Protocol Exhibit, 2008.

A Figura 6 complementa a explicação sobre a diferença entre os Níveis de Desenvolvimento no BIM. Nela, permite-se visualizar que, na medida em que o LOD aumenta, o projeto agrega mais informações, dados e detalhes.

Figura 6 - Representação gráfica dos LOD.



Fonte: Adaptado de BIM Experts (2017).

2.5 BENEFÍCIOS

Atualmente, o uso do BIM está cada vez mais frequente como solução para projetos, frente aos inúmeros pontos positivos que a tecnologia agrega ao produto final. Apesar da dificuldade em implementação total do que o BIM oferece, Eastman et al. (2014) e Douglas (2010) expõem seus principais benefícios, elencados a seguir.

2.5.1 Benefícios para o cliente

- Melhoria no conceito e verificação de viabilidade de um empreendimento;
- Aumento da qualidade e do desempenho da construção;
- Redução de custos e tempo total da obra.

2.5.2 Benefícios no projeto

- Visualização tridimensional antecipada e precisa do projeto;
- Correções automáticas às modificações de projeto;
- Geração de desenhos 2D automáticos e precisos em qualquer etapa;
- Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas do projeto;

- Geração de quantitativos de insumos e serviços;
- Extração de estimativas de custo nas etapas de projeto;
- Incrementação da eficiência energética e da sustentabilidade.

2.5.3 Benefícios para a construção e fabricação

- Sincronização de projeto e planejamento da construção;
- Detecção de interferências entre as disciplinas;
- Reação rápida às alterações de projeto ou do canteiro;
- Sincronização da aquisição de materiais com o projeto e a construção;
- Melhor implementação das técnicas de *Lean Construction*¹.

2.5.4 Benefícios pós-construção

- Melhor gerenciamento e operação da edificação, através do *as built*;
- Integração com sistemas de operação.

2.6 DESAFIOS

Tornar a utilização do BIM uma prática comum em uma empresa de projetos exige muitos esforços. São necessários investimentos em máquinas e ferramentas, e capacitação/aperfeiçoamento da equipe de trabalho. Eastman et al. (2014) discutem os principais desafios esperados na implementação do BIM, conforme explicados a seguir.

2.6.1 Colaboração e equipes

O BIM possibilita a colaboração multidisciplinar, mas para que ela seja efetiva, é de extrema importância escolher os métodos utilizados para permitir o compartilhamento de informações de um modelo entre os membros de uma equipe. A utilização de ferramentas distintas para a modelagem ou para o armazenamento de dados pode elevar a complexidade do projeto e/ou causar erros importantes para o empreendimento. Esses problemas são minimizados através do uso da extensão “.ifc” - formato de dados que permite o intercâmbio de um modelo sem perda ou distorção de informações.

¹Adoção dos princípios da produção enxuta na construção civil. Seu principal objetivo é aumentar a produtividade e a eficiência através da redução de desperdícios, gargalos, tempos de espera e superprodução.

2.6.2 Mudanças legais na propriedade e produção da documentação

Questões legais têm sido despertadas com o uso do BIM. A quem pertence o conjunto de dados de projeto, os responsáveis por seu pagamento, bem como os encarregados pela sua conformidade são alguns dos tópicos em discussão pela comunidade que utiliza a plataforma. No entanto, entidades como a AIA e a AGC mobilizam-se na produção de diretrizes para a linguagem contratual, a fim de cobrir estas dificuldades.

2.6.3 Prática e uso da informação

A utilização de um modelo compartilhado como base para o processo de trabalho e colaboração é a mudança mais significativa para uma empresa que deseja implementar a tecnologia BIM. A transição da maneira de projetar exige tempo, capacitação e dedicação dos membros das empresas, sendo esse um dos maiores desafios atuais do BIM.

2.6.4 Implantação

Mudar o método de projetar em 2D ou 3D para o BIM não se limita à aquisição de *softwares*, atualização de *hardware* e treinamento da equipe. Além desses desafios, é necessário que sejam efetuadas mudanças em quase todos os aspectos de negócio das empresas, não somente na fase de implantação, mas em toda sua trajetória após a adoção do BIM.

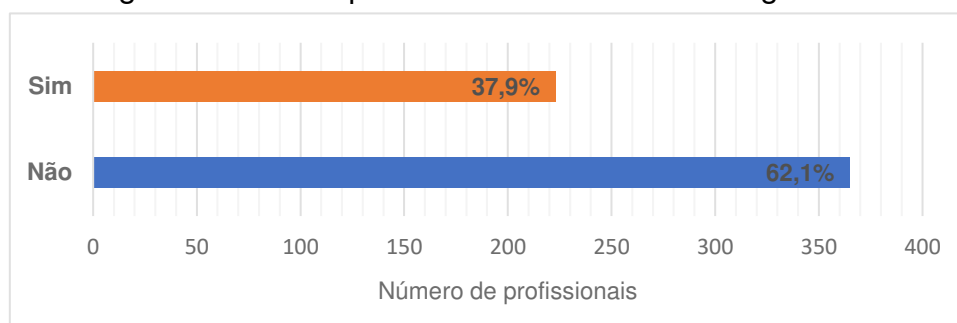
Para implementar o BIM, uma empresa deve:

- Criar planos de implantação;
- Designar as responsabilidades de controle de prazos, custos e rendimento a gerentes específicos;
- Utilizá-lo inicialmente em pequena escala e, se possível, em paralelo ao método tradicional, para gerar relatórios comparativos e revelar deficiências (ainda) remanescentes;
- Documentar todo seu processo de implantação, para que a gestão do conhecimento seja efetiva no que diz respeito ao treinamento da equipe;
- Ampliar seu uso, a explorar ao máximo as ferramentas que ele pode oferecer, e, periodicamente, estabelecer novas metas de desempenho;
- Procurar empresas parceiras para compartilhar o conhecimento e se fortalecer no mercado.

2.7 CENÁRIO BRASILEIRO

Embora de crescimento ainda lento no Brasil, a implementação do BIM começa a ser pensada, cada vez mais entre empresas da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Em 2013, o *website* da editora PINI realizou uma pesquisa *online* sobre a utilização da plataforma BIM com 588 profissionais - 270 arquitetos e 318 engenheiros. É importante destacar que já se passaram 5 anos da pesquisa e, por isso, os dados podem estar desatualizados. A Figura 7 demonstra que pouco mais de 62% dos entrevistados ainda não usavam BIM em suas empresas.

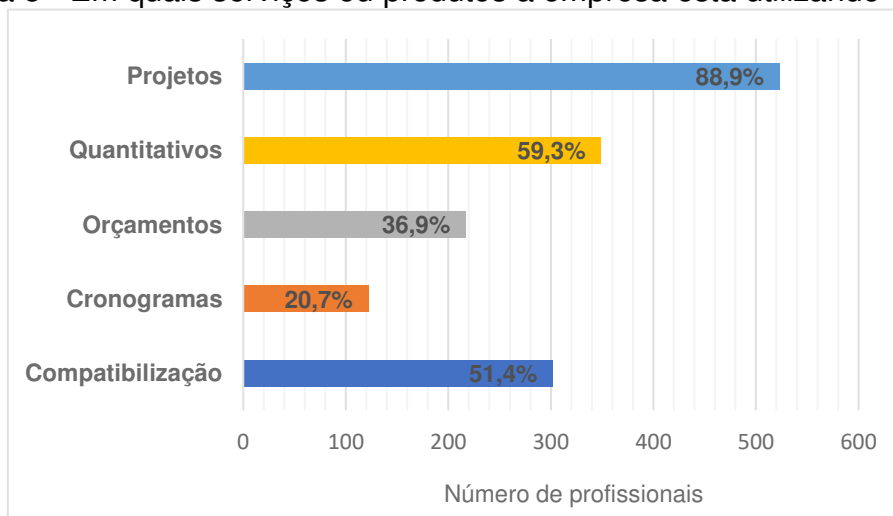
Figura 7 - Sua empresa trabalha com a tecnologia BIM?



Fonte: Adaptado de *PINIweb* (2013).

A pesquisa igualmente revelou que, no Brasil, o BIM é basicamente entendido como uma ferramenta de projeto. Dentre as empresas que o utilizam, aproximadamente 90% o fazem para modelagem de projetos, pouco mais de 59% para extração de quantitativos, 51% para compatibilização de projetos e menos de 40% usam o BIM 4D e 5D, como mostra a Figura 8.

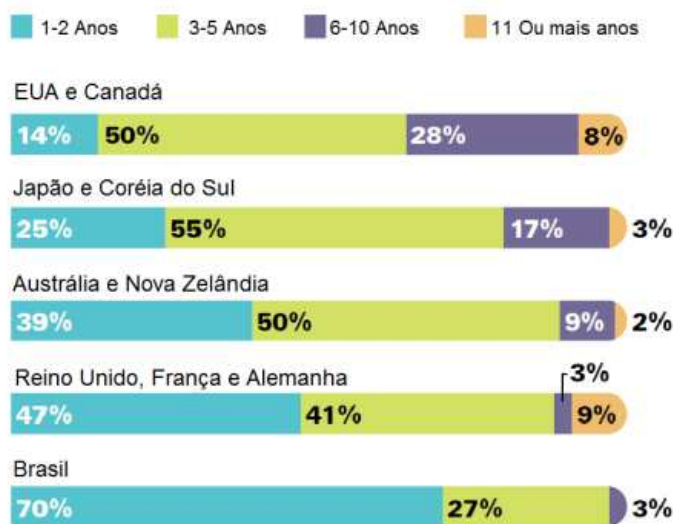
Figura 8 - Em quais serviços ou produtos a empresa está utilizando o BIM?



Fonte: Adaptado de *PINIweb* (2013).

Em 2014, a revista *McGraw Hill Construction* publicou um relatório contendo uma análise da implementação do BIM entre os maiores mercados de construção civil do mundo. O estudo infere que, em países mais desenvolvidos, o BIM é utilizado há algum tempo, enquanto no Brasil, sua implementação é bastante recente. A Figura 9 ilustra a disparidade na aplicação do BIM entre algumas regiões do mundo.

Figura 9 - Tempo que as empresas de construção estão usando BIM por região.



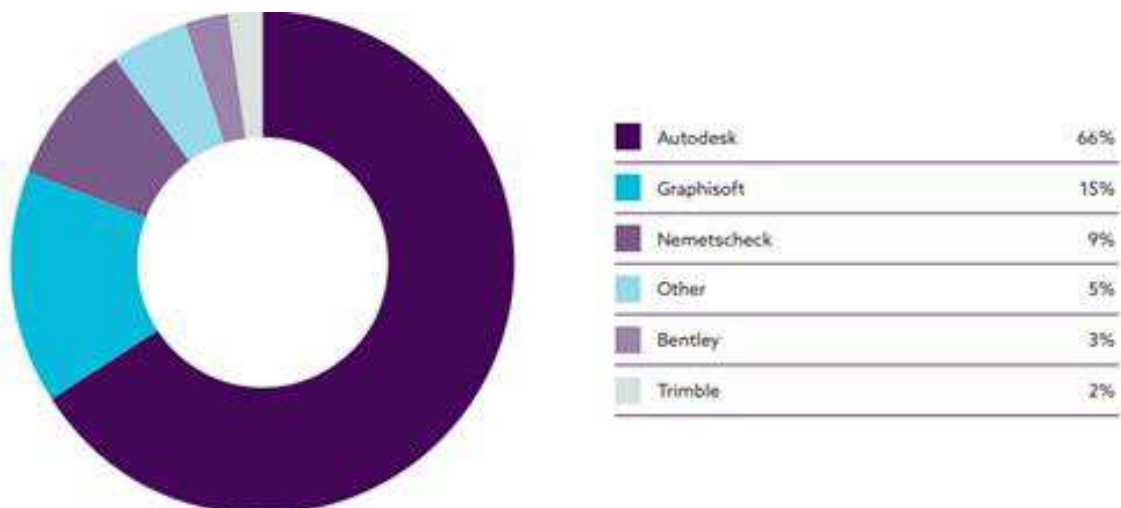
Fonte: Adaptado de *McGraw Hill Construction* (2014).

2.8 PRINCIPAIS SOFTWARES

Atualmente, diversas são as ferramentas disponíveis no mercado para a utilização do BIM. De maneira crescente, as empresas de *softwares* vêm investindo na elaboração de atualizações e novas extensões para os programas já existentes. Fontana (2017) afirma que para se fazer a escolha de um *software* é necessário realizar uma comparação crítica entre as diferentes particularidades de cada um. Desta forma, encontra-se o que melhor se adequa à organização, ao projeto e tipo de empreendimento.

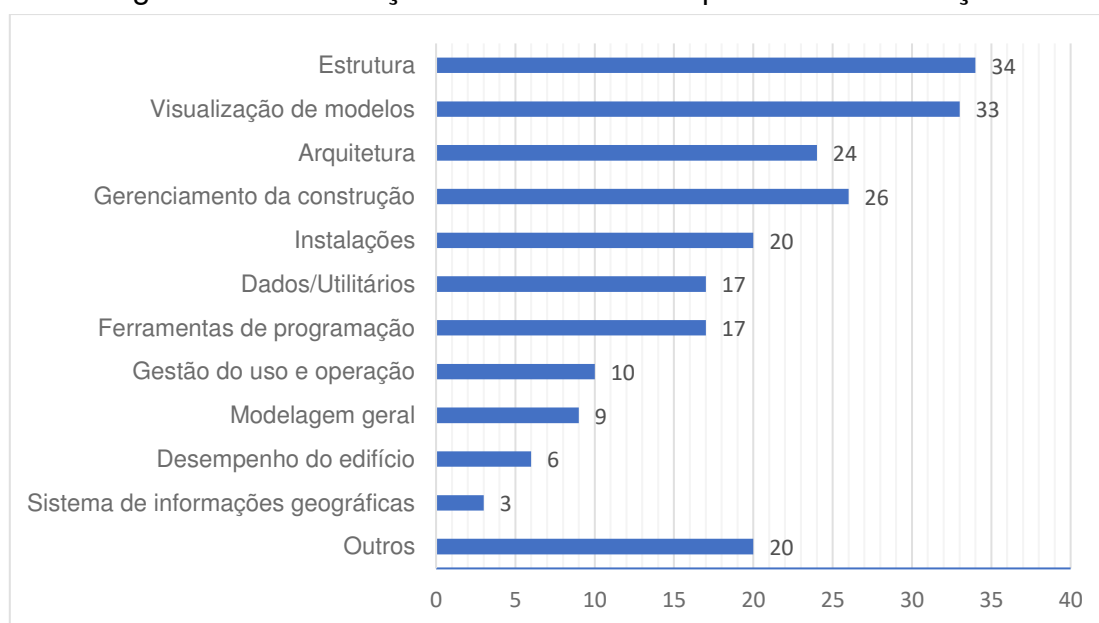
O relatório “*National BIM Report 2017*”, divulgado pela *National Building Specification* em 2017, compreende o resultado de uma pesquisa realizada com empresas de engenharia e arquitetura do Reino Unido, que é referência em BIM em âmbito mundial. A Figura 10 exibe o gráfico com as companhias proprietárias dos *softwares* BIM mais utilizados no mercado. Em primeira posição, elencam-se as ferramentas da *Autodesk*, seguidas pela *Graphisoft* e *Nemetscheck* (NBS, 2017).

Figura 10 - Ferramentas BIM mais utilizadas no Reino Unido.



Fonte: *National BIM Report (2017)*.

A *Building SMART*, organização internacional sem fins lucrativos, tem como objetivo melhorar a gestão da informação acerca dos *softwares* utilizados da indústria da construção civil. Em abril de 2018, encontravam-se disponíveis 219 *softwares* BIM no mercado, como mostra a Figura 11. A intenção do banco de dados é acompanhar essas ferramentas, fornecendo um recurso oficial e centralizado para a comunidade interessada no BIM. A organização alerta que, pela velocidade de crescimento da indústria de *softwares*, esses dados são passíveis de estarem desatualizados (BUILDING SMART, 2018).

Figura 11 - Distribuição de *softwares* BIM por área de utilização.

Fonte: Adaptado de *Building SMART (2018)*.

2.8.1 Revit

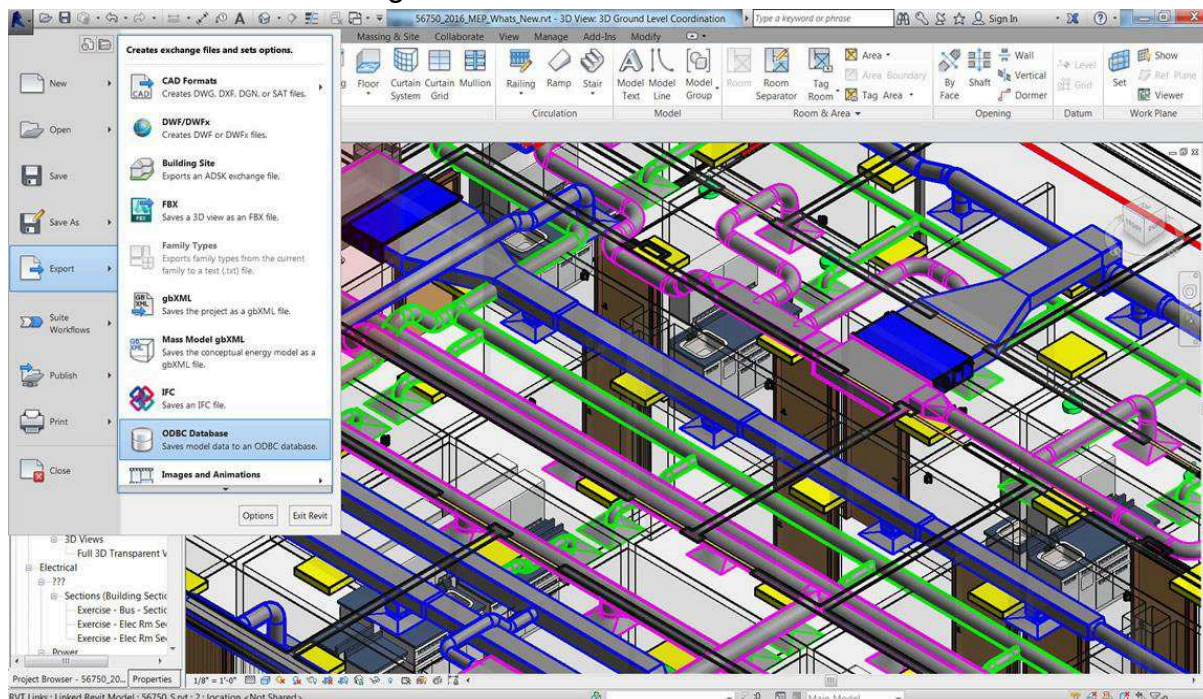
O *Revit* é um *software* da plataforma BIM, da empresa americana *Autodesk*. Consiste em uma das ferramentas mais utilizadas no mundo inteiro por arquitetos e engenheiros para modelagem de projetos, visualização tridimensional, quantificação de materiais, planejamento e gerenciamento de obras. Também apresenta funções que permitem simulações e análises de desempenho da edificação.

Atualmente, o *Revit* oferece recursos multidisciplinares e se veicula em versões específicas para arquitetura (*Revit Architecture*), estruturas (*Revit Structure*) e instalações complementares - mecânicas, elétricas e hidráulicas (*Revit MEP*).

A ferramenta permite a criação de projetos através da modelagem paramétrica dos elementos. Infere-se, assim, que alterações realizadas no modelo tridimensional automaticamente são refletidas em todo o projeto, sem a necessidade de mudanças manuais. Isso pode ser feito através de forma colaborativa, uma vez que profissionais de diversas áreas conseguem atuar simultaneamente, a fim de reduzir interferências e evitar retrabalho (AUTODESK, 2018).

A Figura 12 esboça a interface o *software Revit MEP*, através da integração de diversas disciplinas de projeto industrial.

Figura 12 - Interface do *Revit MEP*.



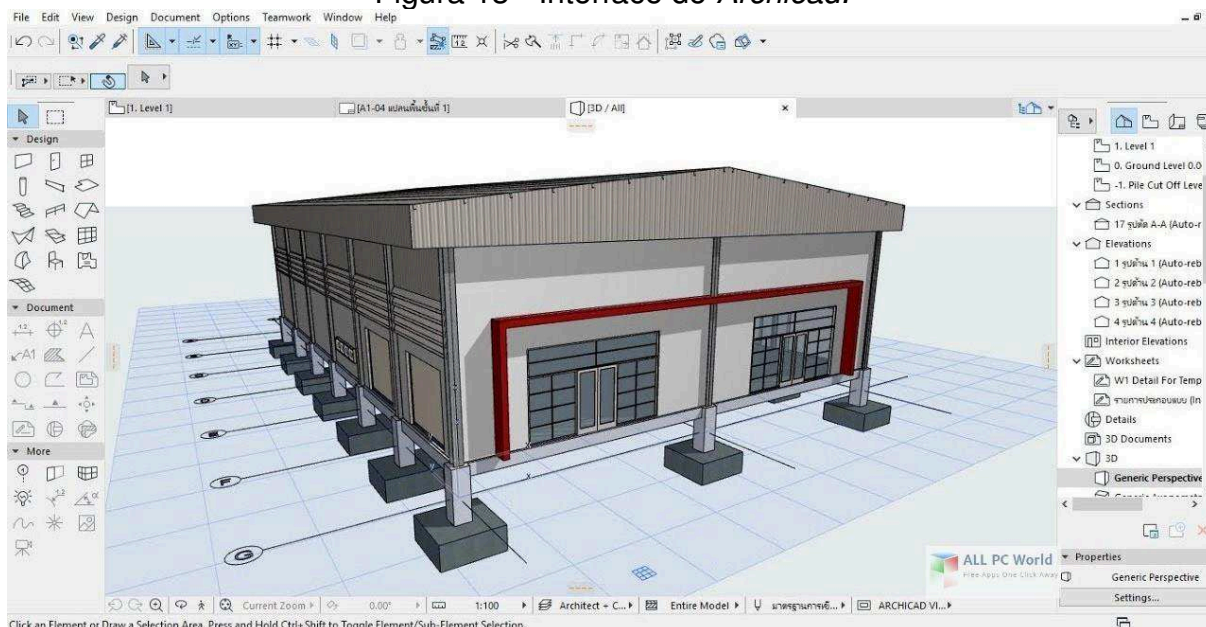
Fonte: *Best Software* (2018).

2.8.2 Archicad

Criado pela empresa húngara *Graphisoft*, em 1987, o *Archicad* é considerado o primeiro *software* BIM do mercado, mantendo-se ainda como um dentre os mais utilizados. Inicialmente lançado para arquitetos, permite visualizações automáticas de vistas e cortes a partir de modelos tridimensionais, sendo hoje utilizado por diversos profissionais na área da engenharia. Assim como no *Revit*, é possível trabalhar de forma colaborativa no *Archicad*, via modelagem única e centralizada, com diversas extensões disponíveis no mercado (GRAPHISOFT, 2018).

A Figura 13 introduz um galpão modelado na versão 21 do *Archicad*.

Figura 13 - Interface do *Archicad*.



Fonte: *Graphisoft Archicad* (2018).

2.8.3 Navisworks

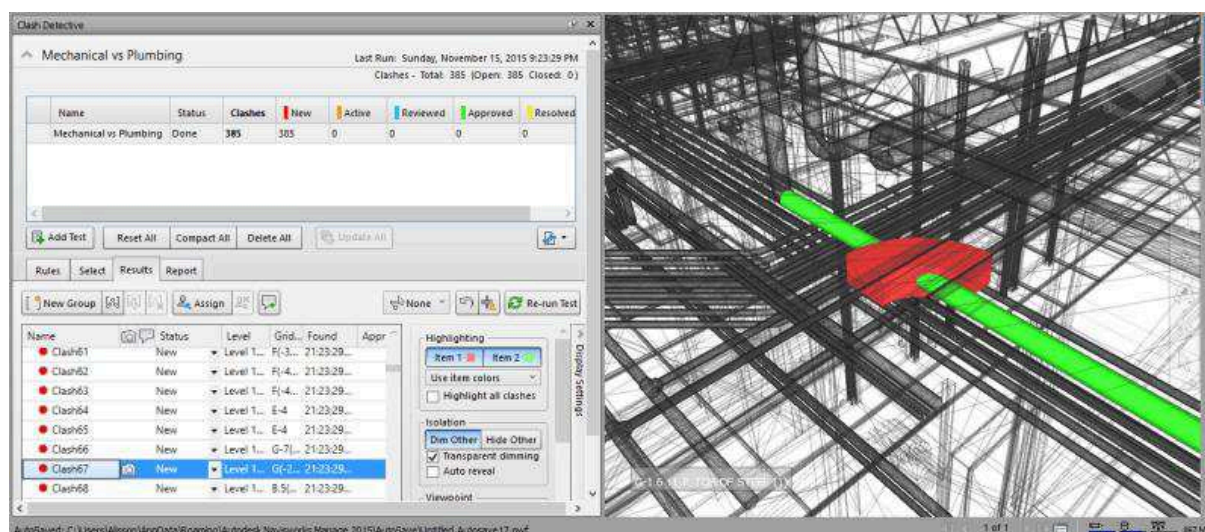
Igualmente da empresa *Autodesk*, o *software* *Navisworks* permite aos coordenadores do projeto uma análise completa de modelos e seus dados integrados, a fim de se obter um maior controle dos resultados finais.

O *Navisworks* permite a combinação das diferentes disciplinas que compõem um projeto (arquitetura, estrutura, instalações complementares, etc.), com navegação em tempo real em torno do modelo. Com este *software*, é possível fazer a análise de interferências (*clash detection*) entre as disciplinas. O usuário pode criar regras que estabeleçam critérios para a análise, visto que, muitas vezes, as incompatibilidades são meramente geométricas, e não são muito significativas ou podem ser facilmente

resolvidas em obra. Além disso, ainda pode-se fazer quantificação de materiais, simulação 4D (planejamento da obra) e renderizações fotorrealistas (AUTODESK, 2018).

A Figura 14 mostra a ferramenta “Clash Detective” do Navisworks, cujo principal objetivo é conduzir uma análise automatizada de interferências entre as disciplinas do projeto. Nota-se um conflito entre as instalações hidráulicas e mecânicas em um projeto industrial.

Figura 14 - Análise de *clashes* feita pelo Navisworks.



Fonte: BIM Experts (2018).

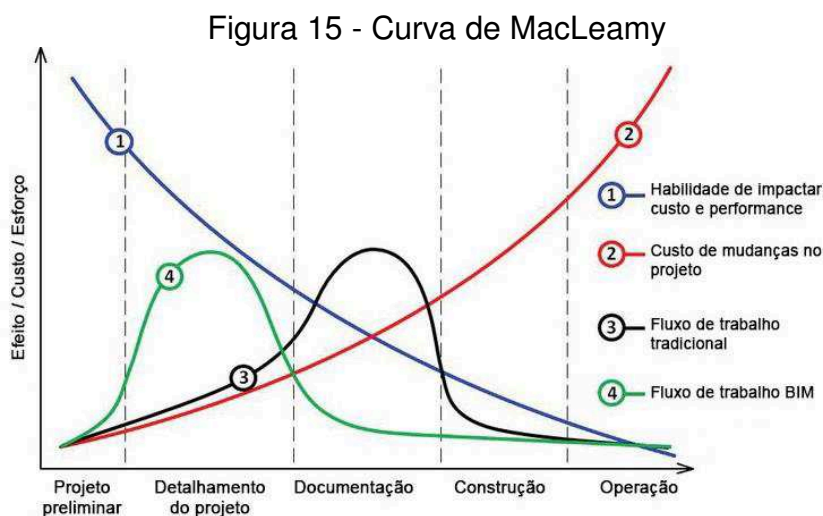
2.8.4 Outros softwares

Além dos softwares já citados, uma lista com os softwares disponíveis no mercado (BUILDING SMART, 2018) é compilada no Anexo A. É importante destacar que muitos softwares são criados por empresas pequenas e que, por isso, podem não estar contemplados nessa lista.

2.9 COMPATIBILIZAÇÃO BIM

Segundo Melhado (2005, apud COSTA, 2013, p.25), “a compatibilização de projetos é a atividade que integra todos os projetos de uma edificação, buscando o ajuste perfeito entre eles para garantir um padrão de qualidade final à obra”. Por isso, a compatibilização constitui um fator de melhoria da construtibilidade e da racionalização do processo construtivo (NOVAES, 2001).

Um ótimo exemplo para se comparar o método tradicional à utilização de ferramentas da plataforma BIM, para concepção e compatibilização de projetos, pode ser observado na Curva de MacLeamy (Figura 15). Nela, observam-se quatro linhas: a preta representa o fluxo de trabalho tradicional, a verde retrata o fluxo em BIM, a azul descreve a capacidade da equipe de impactar no custo e desempenho ao longo da vida do projeto, e a vermelha caracteriza o custo das mudanças no projeto. Verifica-se que, conforme o projeto avança, o custo para realizar modificações aumenta e a habilidade da equipe de impactar nesse custo diminui (MACLEAMY, 2010).



Fonte: Adaptado de MacLeamy (2010).

Conforme mostram as curvas 1 e 2, constata-se que os custos devido às mudanças nas fases iniciais de um empreendimento são muito mais baixos se comparados aos custos de mudanças nas fases finais. Além disso, compara-se o fluxo de trabalho sem BIM ou com BIM, nas curvas 3 e 4, respectivamente. No processo tradicional, em que não se faz a utilização de ferramentas da plataforma BIM, os esforços estão direcionados às fases executivas, enquanto no processo colaborativo, com compatibilização auxiliada pelo BIM, os esforços são direcionados às fases de concepção do projeto (RIBEIRO, 2012).

Por isso, a compatibilização de projetos auxiliada pelo BIM tem sido considerada como a melhor abordagem para resolver, com sucesso, problemas de fragmentação do setor da construção civil. Com ela, pode-se reduzir as interferências físicas (espaciais), funcionais (relacionadas ao uso, transporte, manutenção, etc.) e normativas (conforme o que exigem o plano diretor, o código de obras e o corpo de bombeiros) de projetos. Além disso, evita-se perdas de funcionalidade e de recursos decorrentes de incompatibilidades (SOUZA, 2010).

3 ORÇAMENTOS

3.1 DEFINIÇÃO

Não se deve confundir orçamento com orçamentação. Segundo Mattos (2006), a orçamentação é o processo de determinação do orçamento.

Na construção civil, orçamento pode ser definido como uma previsão ou estimativa de custo (ou de preço) de uma obra ou serviço. O custo refere-se ao valor correspondente à soma dos gastos necessários para sua execução. Já o preço, é igual ao custo acrescido de uma margem de lucro (GONZALEZ, 2008).

Avila e Jungles (2013) complementaram que essa previsão deve ser calculada com base na quantificação de insumos, mão de obra e equipamentos necessários para a obra ou serviço, acompanhados de seus respectivos custos e do intervalo de tempo em que serão necessários.

Para a determinação do custo de um empreendimento, considera-se um grande número de variáveis. Por esse motivo, é imprescindível que os orçamentistas tenham a capacidade técnica de identificar, quantificar e analisar criticamente as informações contidas no projeto, de maneira a elaborar um orçamento coerente e preciso. O orçamento bem executado garante a viabilidade do empreendimento e o sucesso do construtor (MATTOS, 2006).

3.2 ATRIBUTOS

Os principais atributos do orçamento são: a aproximação, a especificidade e a temporalidade. De acordo com Mattos (2006, p. 24),

uma composição de custos não pode ser vista como uma fria coleção de números que pode ser retirada de um livro ou de um manual. Ao contrário, ainda que o processo de elaboração dos custos seja regido por conceitos fundamentais de orçamentação, ele deve ser capaz de retratar a realidade do projeto.

3.2.1 Aproximação

Para Mattos (2006), por mais que todas as variáveis de um orçamento sejam bem ponderadas, há sempre uma estimativa associada ao processo de orçamentação. Um orçamento não necessita ser exato, mas preciso. Dessa forma, todo orçamento é aproximado. Quanto mais itens se leva em consideração e mais criteriosa é análise para a elaboração de um orçamento, maior a chance de se obter um produto preciso, com pequena margem de erro.

Mattos (2006) e Mutti (2013) citaram diversos itens, nos quais está embutida esta aproximação:

- a) Mão de obra: a produtividade das equipes afeta diretamente as composições de custo. Não se trata de um valor exato, visto que ela depende de diversos fatores, mas é a partir de um valor pré-determinado que são feitos os orçamentos. Considera-se, também, a incidência de encargos sociais e trabalhistas sobre a mão de obra.
- b) Material: os custos dos insumos cotados e os impostos embutidos neles nem sempre refletem a realidade, pois podem sofrer alterações durante a execução da obra. Encontra-se aproximação também nos percentuais de perda, desperdício e reaproveitamento de materiais, que são valores arbitrados no orçamento.
- c) Equipamento: o custo horário depende de parâmetros do equipamento, como: vida útil, custo de manutenção e operação, depreciação, custo com seguros, etc. Ademais, a produtividade do equipamento também é um valor aproximado.
- d) Custos indiretos: podem haver variações nos salários e encargos sociais das equipes técnica e administrativa, bem como nas despesas gerais da empresa - contas de água, luz, telefone, aluguel de equipamentos (grua, andaimes), fretes, etc.
- e) Imprevistos: alguns custos não podem ser orçados com certeza, por isso, deve-se adicionar uma margem ao orçamento. Retrabalho por causa de chuvas ou outros fenômenos naturais e refazimento de serviço por má qualidade são alguns exemplos.

3.2.2 Especificidade

Cada orçamento é único, ou seja, não pode ser padronizado ou generalizado. Por mais que o orçamentista se baseie em trabalhos anteriores, é necessário adaptá-lo, de acordo com o empreendimento a ser executado, considerando algumas particularidades da empresa, como: métodos construtivos, padrão do canteiro de obras, padrão e qualidade do acabamento, grau de terceirização de serviços, dentre outros. Deve-se considerar, também, as condições locais - clima, relevo, tipo de solo, profundidade do lençol freático, qualidade da mão de obra, etc. (MATTOS, 2006).

3.2.3 Temporalidade

Passado um período de tempo, o orçamento não é mais válido e, por isso, precisa de reajustes. Isso decorre de alguns fatores como: flutuação do custo de insumos ao longo do tempo, criação ou alteração de impostos e encargos sociais e trabalhistas, evolução de técnicas construtivas, dentre outros (MATTOS, 2006).

3.3 GRAU DE DETALHE

De acordo com Mattos (2006), o orçamento pode ser classificado em três principais categorias. São separadas segundo o grau de detalhamento do orçamento, e dependem da quantidade de informações disponíveis sobre o empreendimento, da finalidade do orçamento e da margem de erro aceita para o custo final.

3.3.1 Estimativa de custo

A primeira categoria, segundo a classificação quanto ao grau de detalhe dos orçamentos é a “Estimativa de custo”. Trata-se de uma avaliação realizada de acordo com custos históricos e comparações com projetos similares. Não atinge uma precisão grande, mas informa a ordem de grandeza do custo da obra (IE, 2011).

Mattos (2006) complementou que, para a realização de estimativas de custo para obras de edificações, o parâmetro mais utilizado é o Custo Unitário Básico (CUB). O CUB, segundo a norma 12.721 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2006), representa o “custo por metro quadrado de construção do projeto padrão considerado”, e é calculado mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil, de acordo com a metodologia apresentada na norma.

3.3.2 Orçamento preliminar

Com mais detalhes que a estimativa de custos, o orçamento preliminar é realizado na etapa de anteprojeto e, por isso, seu grau de incerteza é menor. Para sua elaboração, necessita-se do levantamento ou da estimativa de quantidades de materiais e serviços (através de indicadores, em metodologias previstas em literatura), assim como a pesquisa de seus preços médios (SAMPAIO, 1989).

3.3.3 Orçamento analítico

Também conhecido como orçamento detalhado ou discriminado, constitui a maneira mais precisa de se prever o custo de execução de uma obra. Para tanto, necessita-se do levantamento de quantitativos, com base nos projetos executivos e nos memoriais descritivos já finalizados (GONZÁLEZ, 2008).

O orçamento analítico é efetuado a partir de composições unitárias de custos e de uma pesquisa minuciosa de preços de insumos. Além do custo dos serviços (custo direto), também se consideram os custos indiretos, tais como manutenção do canteiro de obras, custos administrativos, etc (MATTOS, 2006).

3.4 ETAPAS DA ORÇAMENTAÇÃO

Conforme Mattos (2006), para a elaboração de um bom orçamento, são necessárias as etapas a seguir.

3.4.1 Análise das condicionantes

Ao iniciar um orçamento, o orçamentista deve estudar todas as informações, fornecidas pelo cliente, sobre o empreendimento a ser construído. É necessário um estudo aprofundado de memoriais descritivos, especificações técnicas, métodos de execução, materiais a serem utilizados e localização da obra (DIAS, 2006).

Ademais, é importante a compreensão de todos os projetos da edificação (arquitetônicos, estruturais, complementares, dentre outros), pois são eles que definem o produto final a ser construído. Igualmente importante é a realização de uma visita técnica à obra, a fim de “levantar os dados importantes para o orçamento, tirar fotos, avaliar o estado das vias de acesso e verificar a disponibilidade de materiais, equipamentos e mão de obra na região” (MATTOS, 2006).

3.4.2 Composição de custos

Depois da análise das condicionantes, o orçamentista deve fazer uma lista detalhada para a identificação de todos os serviços previstos para a obra e suas unidades. Para realizar a discriminação dos serviços de uma obra, deve-se avaliar os projetos, memoriais e especificações do empreendimento, a fim de se elaborar um roteiro para a planilha orçamentária (IE, 2011).

O próximo passo é o levantamento de quantitativos. Mattos (2006) explica que a quantificação consiste em uma das principais atividades do orçamentista e que, por isso, deve ser realizada com muito cuidado, a fim de se evitar grandes erros no resultado final do orçamento.

Antigamente, o levantamento de quantitativos era realizado com escalímetros, plantas impressas e marcações à mão nos desenhos (ALDER, 2006). Com o passar do tempo, passou-se a utilizar das ferramentas de medição em projetos nos sistemas CAD. Dessa forma, garante-se uma maior precisão do que a quantificação realizada em papel. Todavia, mesmo com o auxílio do computador, ainda se depende muito dos cuidados do orçamentista de interpretar o projeto e selecionar, corretamente, seus elementos (BADRA, 2012).

Nesse contexto, surge uma nova alternativa para o levantamento de quantitativos: o emprego de ferramentas da plataforma BIM. Alguns *softwares* permitem a quantificação dos elementos de projeto de forma automática, rápida e precisa. Assim, as quantidades levantadas são atualizadas, automaticamente, na medida em que são feitas alterações no projeto. Com a utilização de métodos tradicionais, de 50 a 80% do tempo total gasto para elaboração de um orçamento são destinados à quantificação. Portanto, a adoção da tecnologia BIM evita a contagem manual de elementos de projeto e, conseqüentemente, reduz tempo, recursos e erros na execução do levantamento de quantitativos (AUTODESK, 2007).

Tisaka (2006) afirmou que, com os serviços identificados e quantificados, o orçamentista pode levantar os custos diretos da obra. Estes se relacionam diretamente com a produção e correspondem aos insumos utilizados na execução da obra (materiais, mão de obra e equipamentos).

Para o levantamento dos custos diretos, são necessárias as composições de custo unitário para cada um dos serviços levantados. Nelas, são discriminados os índices de consumo de materiais e mão de obra para a execução de uma unidade de determinado serviço. Esses índices podem ser extraídos de dados da própria empresa ou de publicações especializadas, como, por exemplo, a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), da Editora PINI (MATTOS, 2006).

Além disso, devem-se considerar, também, os custos indiretos, que se referem aos serviços de apoio à obra. Os custos indiretos não estão diretamente associados ao serviço de campo em si, mas são requeridos para que a execução da obra possa acontecer. Entre eles, pode-se elencar: mobilização e desmobilização do canteiro de obra, custos com as equipes técnica, administrativa e de apoio, despesas gerais com limpeza, contas de energia, água e telefone, dentre outros (MATTOS, 2006).

Dias (2006) e González (2008) complementaram que, após o levantamento dos custos diretos, indiretos e suas composições, o orçamentista deve dar início às pesquisas de preço e condições de fornecimento dos itens listados no orçamento, preferencialmente na região onde a obra será executada. Para isso, podem-se utilizar, como referência, bases de dados prontas, como o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) ou pesquisar diretamente com os fornecedores. Além disso, é necessário se considerar a aplicação de encargos sociais e trabalhistas sobre a mão de obra dos colaboradores. Essas taxas consideram os impostos e benefícios que devem ser pagos aos mesmos.

3.4.3 Fechamento do orçamento

Nesta etapa, finaliza-se o orçamento através da formalização da planilha de custos, onde são apresentados todos os itens levantados nas etapas anteriores: custos unitários, quantidades, composições consideradas, e o custo total da obra. Sobre esse valor, aplica-se o um fator de majoração, em porcentagem - o Índice de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) - que considera lucro, custos indiretos de administração e impostos incidentes (IE, 2011).

3.5 PRINCIPAIS SOFTWARES

3.5.1 Sienge

Da empresa *Softplan*, o *Sienge* é um *software* especializado em gestão de empresas da construção civil. Atualmente, é um dos mais utilizado no Brasil e possui aplicações em orçamentos, planejamento, contabilidade, gestão de suprimentos, fluxo de compras, controle de qualidade, dentre outras.

Utiliza-se o módulo “Engenharia” para a realização de orçamentos. Ele permite o cadastro de insumos e composições próprias da empresa, o armazenamento de dados e a separação do orçamento em etapas, subetapas e unidades construtivas. Com ele, consegue-se gerar, automaticamente, relatórios de orçamento, composições unitárias, listas de insumos e serviços, curva ABC, dentre outros (SOFTPLAN, 2018).

A Figura 16 ilustra a interface *online* do *software* *Sienge*.

Figura 16 - Interface do *Sienge*.

DEMONSTRAÇÃO SIENGE - EAD

Planilha de Orçamentos

Obras e Unidades Construtivas | Planilha

Informações da Planilha

Obra: (1) Residência
Versão: (2) BLOCO
Unidade construtiva: (1) Unidade
Nº de repetições: (1)

Itens do Orçamento

Inserir acima do registro atual

Inf.	Nível	Referência	Descrição	Qtde. orçada	Unidade	BDI(%)
1	01		Obra Civil			
2	01.001		Despesas Iniciais			
3	01.001.001		Projetos			
4	01.001.001.001		Alvenaria Cerâmica Tijolo Furado 10x20x20x(20cm)	500,000	m2	0,00
4	01.001.001.002		Levantamento Topográfico	1,000	vb	2,00
4	01.001.001.003		Projeto Arquitetônico	1,000	vb	0,00
4	01.001.001.004		Valor Compra do Terreno	1,000	vb	0,00
4	01.001.001.005		Teste	1,000	m	0,00
4	01.001.001.006		Despesas de Escritura	0,000	vb	0,00
4	01.001.001.007		Projeto Elétrico	1,000	vb	0,00
4	01.001.001.008		Projeto Hidráulico	1,000	vb	0,00
4	01.001.001.009		Projeto Água Combate Incêndio	1,000	vb	0,00

Quantidade de registros: 50

Novo grupo Novo serviço Serviço por código Serviços gerais Planilhas de obras

Fonte: *Softplan* (2018).

Recentemente, foi lançado o módulo “Integração BIM”. Com ele, podem-se utilizar as informações e os quantitativos do modelo BIM de um projeto, de forma integrada ao módulo de orçamento. Dessa forma, o tempo de trabalho e os erros de quantificação são minimizados. Até o momento, essa integração está vinculada apenas com o *software Revit* (SIENGE, 2018).

3.5.2 *Volare*

Criado pela PINI em 1984, o *Volare* é um *software* para orçamento, planejamento e controle de obras. Ele apresenta módulos integrados e ferramentas de coordenação de tarefas e gestão de obras.

O módulo “Orçamentos” permite o trabalho com múltiplas bases de dados e elaborar orçamentos para obras de qualquer tipo e porte. Também é possível gerar relatórios do orçamento, lista de insumos e serviços, curva ABC, dentre outros.

As principais bases de dados do *Volare* são: a 15ª edição da TCPO (que conta com a primeira codificação BIM brasileira, desenvolvida pela ABNT); o SINAPI (da Caixa Econômica Federal, para obras públicas em geral); e a segunda versão do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SINCRO, do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes - DNIT, para obras públicas e infraestrutura) (PINI, 2018).

3.5.3 *Excel*

Um dos programas do sistema *Microsoft Office*, o *Excel* permite a criação e o trabalho com planilhas eletrônicas. Com estas, pode-se organizar e analisar dados, criar gráficos e comparações entre resultados. Embora não seja um *software* específico para orçamentos, o *Excel* é muito utilizado para essa finalidade devido à liberdade de disposição de dados, bem como à possibilidade de criação de fórmulas.

3.5.4 Outros *softwares*

Existem ainda, no Brasil, diversos outros *softwares* para elaboração de orçamentos de obras. Entre eles, pode-se listar o *Pleo*, da empresa *Franarin*; o *Arquimedes*, da *Multiplus*; o *TronOrc*, da *Tron*; o *EngWhere Magma*, da *EngWhere*; e o *Orse*, desenvolvido pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe.

4 MÉTODO DE TRABALHO

A estratégia de pesquisa utilizada para a concepção do presente trabalho foi o estudo de caso.

Segundo Gil (2002, p. 55),

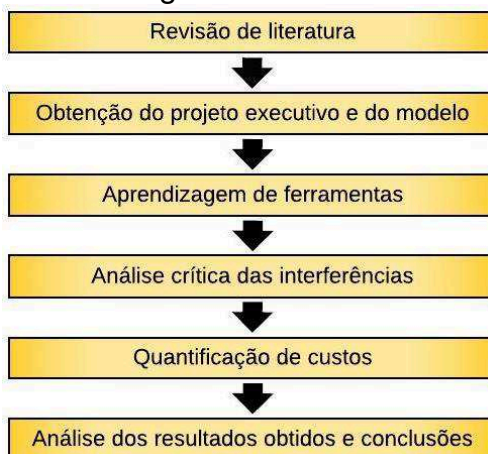
os propósitos do estudo de caso não são os de proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população, mas sim o de proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados.

Para a realização deste estudo de caso, optou-se pelo tipo de estudo qualitativo, que é quando os resultados esperados são, em sua maioria, explicações (MUTTI, 2008).

4.1 FLUXOGRAMA DE TRABALHO

Por meio de um fluxograma, ilustrado na Figura 17, são listadas as etapas desenvolvidas para o estudo,

Figura 17 - Fluxograma do método de trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para a realização deste estudo, seguiram-se os seguintes passos:

1) Revisão de literatura: investigação de literatura acerca de dois tópicos importantes para o desenvolvimento do trabalho - Tecnologia BIM e Orçamentos - com o objetivo de aprofundar o conhecimento teórico sobre o tema e obter um melhor embasamento para as etapas seguintes. Para tal, pesquisou-se em livros, artigos, publicações, dissertações e teses os principais pontos sobre cada tópico. A coleta de referências se deu por meio de ferramentas de busca de publicações científicas *online*, como o Portal de Periódicos da CAPES e o *Science Direct*;

- 2) Obtenção do projeto: o projeto foi concedido pelo diretor de BIM da empresa Canteiro AEC. Ele é responsável pela modelagem e controle de qualidade. Foram disponibilizados: modelos tridimensionais, arquivos dos projetos de todas as disciplinas, relatório de interferências, orçamento e cronograma da obra, memoriais descritivo e de cálculo, e informações complementares sobre o empreendimento;
- 3) Aprendizagem de ferramentas: inicialmente estudaram-se as funcionalidades do *software Navisworks Freedom*, um visualizador de modelos tridimensionais. Posteriormente, aprendeu-se sobre a plataforma *BIMcollab*, um banco de dados que contém as informações sobre todas as interferências do projeto;
- 4) Análise crítica das interferências: analisaram-se os dados sobre as interferências do projeto, com base em um relatório previamente emitido pela empresa Canteiro AEC, e escolheram-se as 10 mais significativas para o estudo de caso, em termos de relevância na construção civil. Em seguida, classificaram-se as interferências em categorias, segundo o tipo e a complexidade de correção dos projetos. Depois disso, foram propostas soluções executivas para os conflitos e incompatibilidades mais relevantes, através da compatibilização na plataforma BIM, com o objetivo de ilustrar como os problemas deveriam ser resolvidos na prática. Esta etapa é explicada, detalhadamente, na seção 4.6;
- 5) Quantificação de custos: para as interferências mais significativas, fez-se o levantamento de quantitativos a partir de dados extraídos da plataforma *BIMcollab*, dos projetos bidimensionais e do modelo virtual. Após, elaborou-se uma estimativa de custos para cada solução proposta pela empresa Canteiro AEC, através de composições unitárias da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) e do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Concomitantemente, elaboraram-se hipóteses de execução (cenários) em que a compatibilização não seria realizada com a tecnologia BIM, a fim de comparar os custos que ocorreriam caso a detecção de interferências fosse feita em três momentos possíveis: ainda na fase de projeto (em *AutoCAD*), no andamento do serviço ou depois de sua execução. Esta etapa é explicada, detalhadamente, na seção 4.6;
- 6) Análise dos resultados obtidos e Conclusões: após a análise dos potenciais benefícios teóricos do BIM, realizou-se uma análise crítica em relação às vantagens da utilização da tecnologia, de modo a concluir o estudo. Além disso, definiram-se limitações do estudo de caso e sugeriram-se recomendações para futuros trabalhos.

4.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

A seguir, estão elencadas as ferramentas aplicadas neste estudo de caso.

4.2.1 *Navisworks Freedom*

O *Navisworks Freedom* é um *software* da *Autodesk*, gratuito, que tem como principal objetivo a visualização tridimensional de modelos BIM (AUTODESK, 2018). Neste trabalho, a ferramenta foi utilizada para compreensão geral do projeto e para extração de imagens capazes de ilustrar o empreendimento e as interferências entre as disciplinas que o compõem.

4.2.2 *AutoCAD*

Também da empresa *Autodesk*, o *AutoCAD* auxilia na produção de desenhos e documentação em duas dimensões, por meio de ferramentas de desenho, edição e anotação (AUTODESK, 2018). O *software* foi aplicado para melhor entendimento do projeto e extração de informações complementares do empreendimento (tipos de piso, forro, revestimento, dentre outros).

4.2.3 *BIMcollab*

A *BIMcollab* constitui uma plataforma de colaboração *online* utilizada pela empresa Canteiro AEC no gerenciamento das informações sobre o empreendimento em análise. Permite centralizar os problemas de projeto na nuvem, evitando que seus usuários se confundam na constante troca de planilhas e *e-mails*, por exemplo. Ou seja, a plataforma reúne todo o registro de informação acerca do processo de modelagem e compatibilização do empreendimento. Dessa forma, é possível gerar relatórios de interferência e fazer o controle de cada problema encontrado durante a compatibilização (BIMCOLLAB, 2018). Neste trabalho, prestou-se para a obtenção de informações do relatório de interferências entre as disciplinas do projeto.

4.2.4 *Excel*

Da empresa *Microsoft*, o *Excel* é um *software* especializado na edição de planilhas eletrônicas e gerenciamento de dados. Na construção civil, possui aplicações em orçamentos, planejamento, contabilidade, gestão de suprimentos, controle de qualidade, dentre outras. Esse *software* foi utilizado para orçamentação de insumos e composições unitárias das soluções propostas para as interferências.

4.3 PROJETOS DO EMPREENDIMENTO

O autor entrou em contato com a empresa Canteiro AEC, que tem sua sede no município de Florianópolis-SC, e é especializada na elaboração de modelos virtuais em BIM; compatibilização de projetos; orçamento e planejamento de obras; e controle da produção. A empresa cedeu os projetos (arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, entre outros), bem como o modelo tridimensional e o relatório de interferências (gerado durante a modelagem do empreendimento).

Dentre os projetos cedidos pela Canteiro AEC, o autor optou por fazer o estudo de caso do empreendimento denominado, neste trabalho, como Residencial X, da Construtora Y. Localizado em Chapecó-SC, é um edifício residencial multifamiliar de alto padrão, que contém diversas opções de lazer.

O empreendimento possui 31 pavimentos, projetado com diferentes configurações. No térreo, localizam-se as instalações gerais, tais como: recepção, salão de festas, academia, brinquedoteca e playground, zeladoria, além de uma sala comercial. Do 1º ao 4º pavimento, há garagens com capacidade para 175 veículos. Do 5º ao 24º pavimento, há quatro apartamentos por andar e do 25º ao 31º pavimento, há dois apartamentos por andar. A Figura 18 traz a renderização do projeto.

Figura 18 - Imagem de venda do Residencial X.



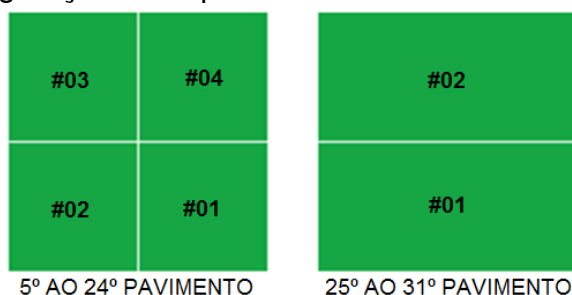
Fonte: Website da Construtora Y (2018).

Nesta seção, são expostas partes dos projetos recebidos pela empresa Canteiro AEC para realização da compatibilização em um modelo virtual tridimensional.

4.3.1 Projeto Arquitetônico

As informações a respeito do projeto arquitetônico foram retiradas de desenhos elaborados em *AutoCAD*, fornecidos pela empresa Canteiro AEC; do folder de vendas e do *website* da Construtora Y. O edifício possui área construída de aproximadamente 17.770 m², com a configuração de apartamentos conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 - Configuração dos apartamentos do Residencial X por pavimento.



5º AO 24º PAVIMENTO

25º AO 31º PAVIMENTO

Fonte: Adaptado do folder de venda da Construtora Y (2018).

As Figuras 20 e 21 ilustram as plantas baixas humanizadas dos apartamentos com final 01 e 02, e 03 e 04, respectivamente, do 5º ao 24º pavimento.

Figura 20 - Apartamentos com final 01 e 02 - 5º ao 24º pavimento.



Fonte: Adaptado do *website* da Construtora Y (2018).

Figura 21 - Apartamentos com final 03 e 04 - 5º ao 24º pavimento.



Fonte: Adaptado do *website* da Construtora Y (2018).

O pavimento térreo, as garagens e os apartamentos do 25º ao 31º não são aqui expostos, já que as Figuras 20 e 21 já ilustram, de forma geral, o projeto arquitetônico.

Em relação aos métodos construtivos do Residencial X, referem-se:

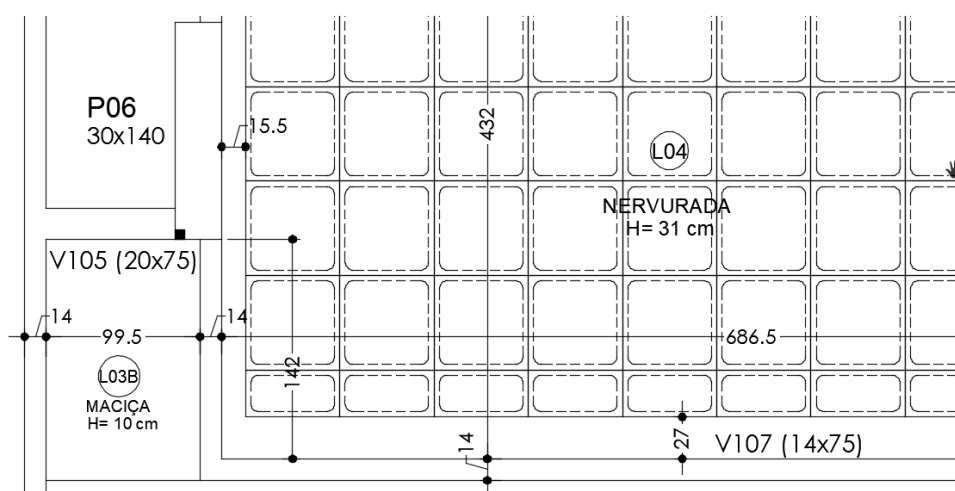
- Paredes de vedação em alvenaria cerâmica, de espessura padrão 15cm, com camadas de chapisco e reboco;
- Pintura com tinta acrílica sobre massa corrida nos ambientes internos, exceto nas escadas (onde a pintura é diretamente sobre o reboco) e nas áreas molhadas (onde há azulejos);
- Manta acústica sobre o contrapiso;
- Piso em porcelanato no *hall*, sala, sacada e áreas molhadas;
- Piso em lâmina de madeira nos dormitórios e na área de circulação;
- Forro de gesso com negativo em todos os ambientes (exceto nas escadas);
- Azulejos nas áreas molhadas;
- Rejuntes de pisos em porcelanato e azulejos do tipo flexível antifungo;
- Esquadrias de alumínio com pintura eletrostática e vidros temperados;
- Fachadas externas com pintura em tinta acrílica e revestimentos como *structural glazing*, ACM, e pastilhas cerâmicas.

4.3.2 Projeto Estrutural

Uma parte do projeto estrutural (planta de formas do primeiro pavimento), feito em desenhos bidimensionais em *AutoCAD*, é ilustrado na Figura 22. Segundo os projetos e memoriais aos quais o autor teve acesso, as premissas básicas são:

- Fundações em estacas raiz sob blocos de coroamento;
- Estruturas em concreto armado;
- Vigas em seções retangulares e seções T;
- Pilares em seções retangulares e seções U;
- Lajes nervuradas (com cubetas plásticas) na maioria dos ambientes;
- Sistema construtivo com amplos vãos sem pilares e vigas, através da protensão de algumas lajes;
- Furos na estrutura, previamente projetados, para a passagem de instalações complementares.

Figura 22 - Exemplo de planta de formas em *AutoCAD*.



Fonte: Adaptado do projeto estrutural (2018).

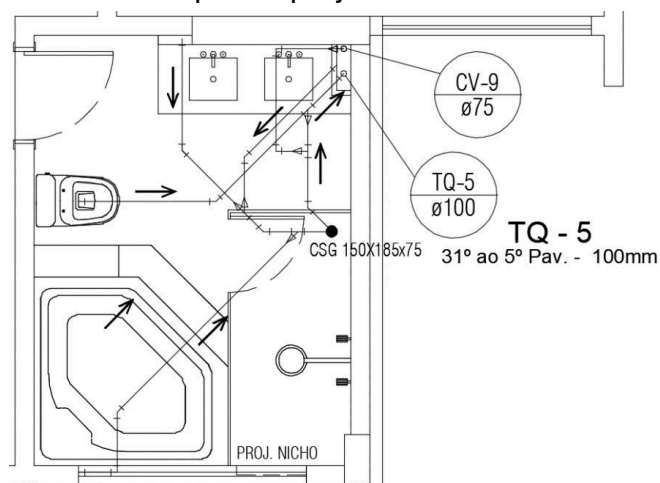
4.3.3 Projeto Hidrossanitário

O memorial descritivo cita as principais características do projeto hidrossanitário do Residencial X. Dentre elas, pode-se elencar:

- Reservatório superior em concreto armado e quatro reservatórios inferiores;
- Vasos sanitários com caixa de descarga acoplada;
- Tubulação para água quente, em CPVC, nos banheiros, cozinha e área de serviço;
- Lançamento dos efluentes domésticos na rede de coleta pública;
- Coleta de água pluvial para limpeza das garagens e manutenção do jardim.

A Figura 23 traz o projeto de esgoto de um banheiro do apartamento 2601, também elaborado no *software AutoCAD*.

Figura 23 - Exemplo do projeto sanitário em *AutoCAD*.

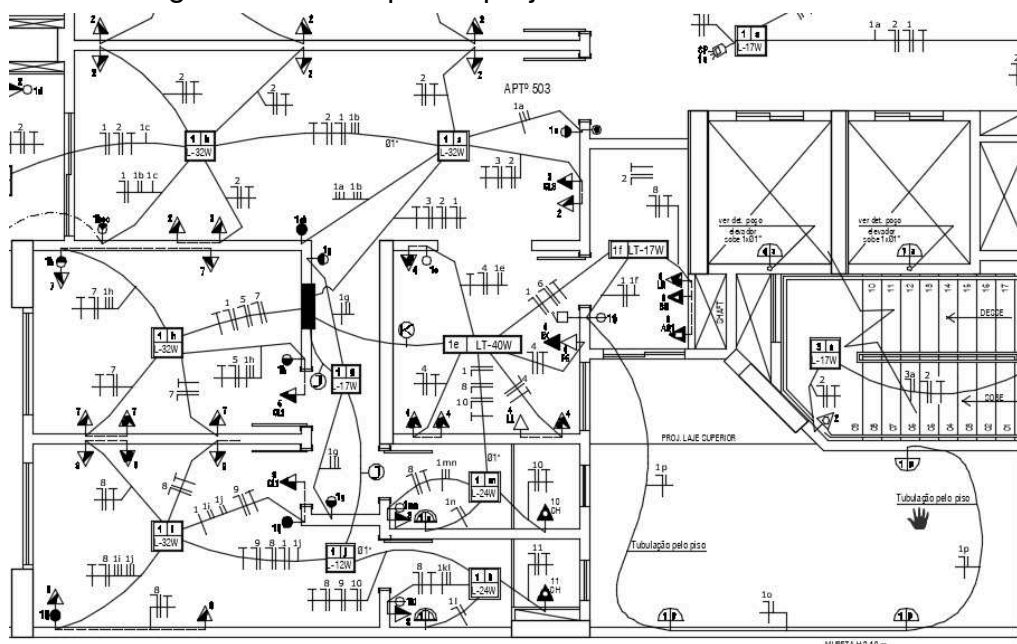


Fonte: Adaptado do projeto hidrossanitário (2018).

4.3.4 Projeto Elétrico

Quanto ao projeto elétrico, seu memorial não compreende número significativo de características distintas das de um projeto convencional. A Figura 24 apresenta um exemplo do projeto elétrico, elaborado em desenhos bidimensionais. Nele são mostrados: eletrodutos, fiação, pontos de tomada, de interruptores e de iluminação do apartamento 503, dos elevadores sociais e da escada.

Figura 24 - Exemplo do projeto elétrico em *AutoCAD*.



Fonte: Adaptado do projeto elétrico (2018).

4.3.5 Projetos Complementares

Existem ainda outros projetos além dos já mencionados. São eles:

- Fundações;
- Telecomunicação e lógica;
- Climatização;
- Eletromecânico;
- Preventivo contra incêndio e instalações de gás;
- Interiores e fachadas externas.

4.4 MODELO BIM DO EMPREENDIMENTO

A Figura 25 expõe o modelo tridimensional BIM utilizado para este estudo de caso, também fornecido pela empresa Canteiro AEC. O edifício foi modelado no *software Revit*, de acordo com a metodologia da empresa.

Figura 25 - Modelo BIM do Residencial X.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

A empresa Canteiro AEC realiza a modelagem tridimensional com base nos projetos de arquitetura, estruturas e instalações - feitos por outras empresas, em desenhos bidimensionais em *AutoCAD*.

A estratégia da empresa canteiro AEC consiste na divisão do escopo de trabalho, baseando-se na relevância dos grupos de componentes do projeto para o processo de compatibilização e modelagem. Para essa divisão, são levadas em consideração três características principais: o nível de impacto do item na compatibilização; a relação e interdependência do item com os demais elementos do projeto; e o nível de definição do item em projeto.

Essa maneira de estruturar o trabalho de modelagem também é utilizada em outras esferas gerenciais da empresa como forma de otimizar seus processos, como controle de tarefas, produtividade e qualidade.

Além disso, essa estratégia da estruturação dividida permite a determinação de fases no processo de modelagem e compatibilização. Dessa forma, parte-se de uma análise sistêmica para uma análise mais minuciosa.

Portanto, a empresa Canteiro AEC utiliza o processo de modelagem, com auxílio do BIM, como ferramenta para alcançar melhorias de integração entre as disciplinas do projeto. Por isso, a simulação de soluções é potencializada pela metodologia adotada (CANTEIRO AEC, 2018).

4.5 RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS

Todos os problemas analisados neste trabalho têm como base o relatório de interferências fornecido ao autor pela empresa Canteiro AEC. Ele foi elaborado na plataforma *BIMcollab*, pela própria empresa, via sequenciamento de interferências e classificação das mesmas quanto ao tipo e à prioridade. Essa classificação é realizada manualmente, de acordo com a experiência de projeto da equipe de compatibilização.

A seguir, relata-se como a empresa Canteiro AEC conduz suas atividades para elaboração do relatório de interferências, desde o contato inicial com o projeto.

Primeiramente, conduz-se uma análise prévia dos projetos bidimensionais, realizados em desenhos em *AutoCAD*, que chegam à empresa. Depois de percebidas as principais falhas de projeto, dá-se o *feedback* para as empresas que conceberam cada uma das disciplinas. Somente após essa revisão inicial dos projetos, dá-se início ao processo de modelagem.

Uma vez iniciada a modelagem, as interferências entre as disciplinas de projeto começam a aparecer. Neste contexto, surge a plataforma *BIMcollab*, que serve como um banco de dados para cada interferência. A *BIMcollab* permite aos membros da equipe de projeto que executem uma triagem manual das interferências, dada a realização de uma análise criteriosa sobre cada questão levantada. Dessa forma, projetista e equipe de compatibilização comunicam-se por intermédio de um sistema *online*, intuitivo e que separa, pontualmente, cada problema observado nos projetos.

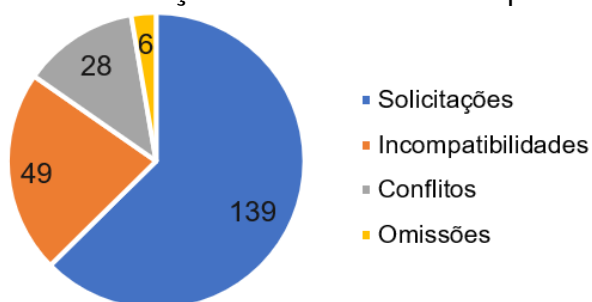
A detecção de interferências, quando realizada com intermédio de algum *software*, ocorre por meio do *Navisworks*. A empresa Canteiro AEC opta pelo método de verificação manual, sabido que a detecção automatizada de interferências (*clashes*) baseia-se, meramente, em conflitos geométricos entre dois (ou mais) elementos paramétricos. Tal evento gera, frequentemente, interferências que não são significativas e/ou que podem ser facilmente resolvidas, muitas vezes, durante a execução da obra. Ademais, muitos dos problemas vão além de conflitos físicos, como omissões de informação, descuido do projetista e, até mesmo, desconhecimento sobre normas de projeto.

Neste texto, chamar-se-á de relatório de interferências o conjunto de dados que indica e explica cada uma das questões a serem resolvidas durante a modelagem. As interferências dividem-se em:

- Solicitações: requisições feitas pela empresa Canteiro AEC à empresa que elaborou os projetos em desenhos bidimensionais. Compreendem dúvidas de projeto, sugestões de melhoria ou pontos a serem discutidos;
- Incompatibilidades: ocorrem quando o projeto não está em conformidade com o padrão para um bom desempenho. Um poço de elevador com dimensões insuficientes para a máquina escolhida é um exemplo de incompatibilidade;
- Conflitos: interferências físicas, propriamente ditas, entre elementos do projeto. Por exemplo: uma tubulação de esgoto que atravessa a estrutura de concreto armado, onde não foi previsto um furo de passagem;
- Omissões: descuidos nos projetos bidimensionais que a empresa Canteiro AEC conseguiu identificar através da modelagem. Um exemplo de omissão é a falta de previsão de sistema de ventilação em banheiros enclausurados.

A Figura 26 mostra a distribuição das interferências quanto ao tipo, segundo a classificação da empresa Canteiro AEC. Observa-se que, das 222 interferências apontadas (e listadas no Anexo B), a grande maioria é do tipo “Solicitações”.

Figura 26 - Distribuição das interferências quanto ao tipo.



Fonte: Adaptado de *BIMcollab* (2018).

Caso não houvesse a compatibilização com a tecnologia BIM, as dúvidas seriam sanadas apenas durante a execução. Justifica-se, assim, a importância de integrar o projeto em um modelo virtual, tridimensional e compatibilizado.

4.6 CONSIDERAÇÕES PARA AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Após a aprendizagem dos comandos básicos de visualização, seleção e medição do *software Navisworks Freedom*, iniciou-se a análise do relatório de interferências, comparando-se cada um dos problemas listados com o projeto executivo, feito em *AutoCAD*, e o modelo tridimensional.

Em princípio, efetuou-se uma triagem geral para verificar as interferências mais interessantes ao estudo, considerando-se a relevância dos mesmos na construção civil. Das 222 interferências contidas no relatório fornecido pela empresa Canteiro AEC, foram analisados, um a um, os 77 conflitos e incompatibilidades os quais ocorreram durante o processo de modelagem. Destes, foram selecionados os 10 problemas mais significativos, sequenciados, de A até J, e classificados quanto ao tipo e à complexidade de correção dos projetos. Essa classificação foi realizada com base em informações fornecidas pela própria empresa, através de reuniões com o diretor de BIM e trocas de *e-mails*.

Depois de escolhidas as 10 interferências para o estudo de caso, descreveu-se cada uma delas, com o auxílio de ilustrações. Após, explicou-se a solução executiva adotada pela empresa Canteiro AEC, com a utilização da plataforma BIM, para a resolução do problema.

Para o orçamento de custos diretos para cada solução, foi necessário o levantamento de quantitativos dessas soluções. Esse processo deu-se por meio da contagem manual, com o auxílio dos projetos bidimensionais, do modelo tridimensional e dos memoriais descritivos. Não se utilizou da ferramenta BIM para a quantificação, pois se limitou a conhecer as quantidades de materiais para as interferências, e não para todo o projeto.

Para as composições unitárias, utilizaram-se as composições da 13^a edição da TCPO (PINI, 2010) e da plataforma TCPO *online*, cujo acesso foi fornecido, ao autor, pela empresa Canteiro AEC. Algumas composições não existentes na literatura foram adaptadas para melhor representar a realidade neste estudo de caso. Por exemplo: não existe uma composição unitária na TCPO para o serviço de execução de contrapiso leve, com agregado de poliestireno expandido (isopor em pérolas), dosado em central. Então, utilizou-se uma composição de concreto não estrutural, dosado em central, adicionando-se o custo devido à adição do agregado.

Para a precificação, utilizou-se os valores da própria base de dados da plataforma TCPO *online*, bem como dos índices do SINAPI (não desonerado), ambos referentes ao mês de março de 2018. No que se refere à mão de obra, adotou-se a taxa de 114,22% de encargos sociais para trabalhadores horistas (SINAPI, 2018). Destaca-se aqui, que os valores obtidos são estimativas de custos e que, por isso, podem não ser totalmente precisos, ou seja, possuem uma margem de erro agregada.

Para a análise de custos, nesse estudo, estabeleceram-se quatro possíveis cenários (momentos de detecção): um em que as ferramentas BIM são utilizadas para a compatibilização do projeto, desde o início de sua concepção, e três em que o BIM não é utilizado. O primeiro reflete o que realmente aconteceu na prática - o projeto foi compatibilizado em um ambiente virtual e tridimensional, e as interferências, depois de percebidas, foram solucionadas antes da execução da obra. Os outros três cenários correspondem a situações hipotéticas, em que os projetos teriam sido elaborados de maneira tradicional, em *AutoCAD* 2D, sem auxílio do BIM. Esses três cenários foram chamados de “Antes”, “Durante” e “Depois”, e referem-se ao momento em que as interferências teriam sido identificadas, em relação à execução.

Primeiramente, adotou-se um ponto de referência na execução da obra, ou seja, escolheu-se uma atividade a partir da qual se pode analisar os cenários.

O cenário “Antes” refere-se a uma situação em que o problema teria sido identificado anteriormente à execução, ainda na leitura dos projetos. De certa forma, esse cenário pode ser comparado à situação em que o BIM é utilizado, haja vista que ambos conseguem detectar o problema antes da execução.

O cenário “Durante” refere-se a uma situação em que o problema teria sido identificado no momento da execução. Por exemplo: os trabalhadores estão realizando determinada atividade e, durante esta atividade, um problema é percebido. Como consequência, na maioria dos casos, é necessária sua interrupção para reavaliar a situação e corrigir o projeto.

Por fim, o cenário “Após” caracteriza uma situação em que o problema teria sido identificado posteriormente à execução. Por exemplo: determinada atividade foi concluída e somente após sua conclusão, a interferência foi identificada. Essa situação, geralmente, é composta por retrabalho e muitos gastos não previstos.

No Quadro 2, mostra-se um resumo da caracterização dos três cenários hipotéticos de análise, em que não se faz a utilização de ferramentas BIM.

Quadro 2 - Caracterização dos cenários hipotéticos de análise.

Cenário	Caracterização
Antes	O problema seria identificado ainda na fase de leitura e interpretação dos projetos
Durante	O problema seria identificado no momento da execução da atividade de referência
Após	O problema seria identificado depois da execução da atividade de referência

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Obeve-se a informação, com empresa responsável pelo orçamento, de que o custo do empreendimento é de R\$39.000.000,00. Trata-se de uma estimativa fornecida pela própria empresa, por isso o número inteiro.

Em relação aos custos extras, neste trabalho chamados de custos administrativos, utilizou-se um valor de R\$605,95 por dia útil. Definem-se custos administrativos como todos os custos relacionados à mobilização e desmobilização do canteiro de obra, custos com as equipes técnica, administrativa e de apoio, despesas gerais com limpeza, contas de energia, água e telefone, etc. e custos com locação de equipamentos. Na seção 4.7, mostra-se o método de cálculo para os custos administrativos associados às interferências, devido ao atraso e/ou retrabalho nas atividades da obra.

Nas análises, para estipular a quantidade de dias para se levantar os custos administrativos associados à solução das interferências, levou-se em consideração:

- Para a quantificação de dias relacionados à correção do projeto, utilizou-se dados disponibilizados pela empresa Canteiro AEC;
- Para a quantificação de dias relacionados às soluções executivas ou ao retrabalho, utilizou-se o cronograma da obra (planejamento) ou a produtividade dos serviços, retirados das tabelas de composições unitárias de custo da TCPO (PINI, 2010).

Além disso, para a adoção do número de equipes para a execução das atividades da obra, levou-se em consideração a urgência em se resolver o problema e a limitação de espaço físico para uma obra desse porte.

4.7 MÉTODO DE CÁLCULO PARA O CUSTO ADMINISTRATIVO DIÁRIO

Primeiramente, pesquisou-se no *website* do Sindicato da Indústria da Construção Civil de Santa Catarina (SINDUSCON/SC), para o mês de janeiro de 2017 (quando o orçamento foi finalizado), o Custo Unitário Básico (CUB) para o estado de SC, para este mês.

Conforme ilustrado na Tabela 1, para residências multifamiliares com 16 pavimentos, de alto padrão, verifica-se um CUB de R\$1.718,99/m². Nessa tabela, também é mostrado o peso de cada item na composição do CUB. Verifica-se que a soma das despesas administrativas e gastos com equipamentos é de R\$36,51 por metro quadrado do empreendimento, o que equivale a 2,13% do CUB.

Tabela 1 - Composições de custo do CUB para projetos residenciais de alto padrão.

Item	R16-A (R\$/m ²)
Materiais	698,83
Mão de obra	983,65
Despesas Administrativas	30,92
Equipamentos	5,59
Total (CUB)	1.718,99

Fonte: Adaptado do *website* do SINDUSCON/SC (2018).

Sabendo-se que o custo total da obra é de R\$39.000.000,00 (informação fornecida pela empresa responsável pelo orçamento) e que sua área total construída é de 17.763m², calcula-se um custo unitário de R\$2.195,58/m². Esse valor é bem maior que o proposto pelo SINDUSCON/SC. Essa diferença poderia ser explicada pelo fato de que a norma brasileira que rege o CUB (NBR12.721/2006) nada menciona sobre edifícios com mais de 16 pavimentos. De toda forma, utilizou-se a tabela que mais se aproximava da obra em questão.

Logo, para maior precisão dos cálculos, aplicou-se esta proporção de despesas administrativas e gastos com equipamentos (2,13% do CUB) para o custo unitário real do empreendimento (R\$2.195,58/m²). Logo, obteve-se um valor de R\$46,64 por metro quadrado do empreendimento, com despesas administrativas e gastos com equipamentos. Multiplicando-se esse valor pela área total de 17.763m², tem-se um gasto total de R\$828.331,29 para a obra.

Como a obra inicia-se em janeiro de 2016 e tem previsão de término em maio de 2021, tem-se 65 meses (1.367 dias úteis). Portanto, dividindo-se R\$828.331,29 pelo número de dias úteis da obra, chega-se a um valor de R\$605,95 por dia útil, com despesas administrativas e gastos com equipamentos.

4.8 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho limitou-se à análise de custos de apenas 10 das 222 interferências encontradas no projeto. Mesmo que pareça uma proporção pequena, os resultados foram satisfatórios para cumprir os objetivos propostos.

Além disso, no que se refere à análise dos cenários (momentos em que o problema seria detectado), verificou-se certa subjetividade, visto que são levadas em consideração muitas variáveis, como o tempo necessário para correção do projeto, a quantidade de trabalhadores, o número de dias para execução da solução ou retrabalho, dentre outras. No entanto, adotaram-se valores com base na literatura e em dados disponibilizados pela empresa Canteiro AEC como forma de contornar o problema.

Outra limitação foi o fato de que não se obtiveram informações precisas sobre o planejamento da obra, já que foi disponibilizado ao autor, apenas um cronograma básico. Dessa forma, não se teve a validação do caminho crítico. Contudo, com base na experiência do autor, considerou-se as atividades de execução de estrutura como parte do caminho crítico.

Ademais, em relação ao valor dos custos administrativos por dia útil, não se obteve um valor preciso advindo do orçamento e, por isso, esse valor pode ser um pouco diferente do valor real para o empreendimento estudado. Para solucionar esse impasse, adotou-se uma metodologia sugerida pelo SINDUSCON/SC.

5 RESULTADOS

No Quadro 3, resume-se o sequenciamento das dez interferências escolhidas para o estudo de caso, de A até J; elencam-se as disciplinas de projeto envolvidas; e classificam-se as interferências quanto ao tipo e à complexidade. Essa classificação foi baseada em informações fornecidas pela empresa Canteiro AEC, através de reuniões e trocas de *e-mails*.

Quadro 3 - Lista e classificações das interferências para o estudo.

Sequência	Interferência	Disciplinas envolvidas	Tipo	Complexidade
A	Prumadas de esgoto atravessando blocos de fundação	Hidrossanitário Fundações	Conflito	Média
B	Tubulações de esgoto atravessando viga de transição	Estrutural Arquitetônico Hidrossanitário	Conflito	Alta
C	Dutos atravessando vigas	Estrutural Arquitetônico Eletromecânico	Conflito	Alta
D	Falta de vazio para elevador cremalheira	Estrutural	Incompatibilidade	Média
E	Viga impedindo passagem de pessoas	Arquitetônico Estrutural	Incompatibilidade	Baixa
F	Altura livre insuficiente para vaga de estacionamento	Estrutural	Incompatibilidade	Alta
G	Tubulação do hidrante atravessando prumadas de esgoto	Preventivo contra incêndio Hidrossanitário	Conflito	Baixa
H	Alinhamentos do pilar incompatíveis	Arquitetônico Estrutural	Incompatibilidade	Baixa
I	Falta de acesso à casa de máquinas	Arquitetônico	Incompatibilidade	Baixa
J	Falta de alçapão de acesso ao pavimento reservatório	Arquitetônico Estrutural	Incompatibilidade	Baixa

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

5.1 INTERFERÊNCIAS DO ESTUDO DE CASO

Nesta seção, são expostas as informações a respeito das interferências estudadas. Primeiro, descreveu-se, brevemente, cada problema e explicou-se sua solução executiva adotada pela empresa Canteiro AEC. Depois, estabeleceram-se os cenários de estudo e mostraram-se os resultados das análises de custos diretos e custos administrativos. Por fim, fez-se uma comparação geral entre os custos da solução entre os cenários. Espera-se que, na maioria dos casos, a situação mais grave seja no cenário “Após”, em que são necessários retrabalho, gastos extras com insumos e custos administrativos.

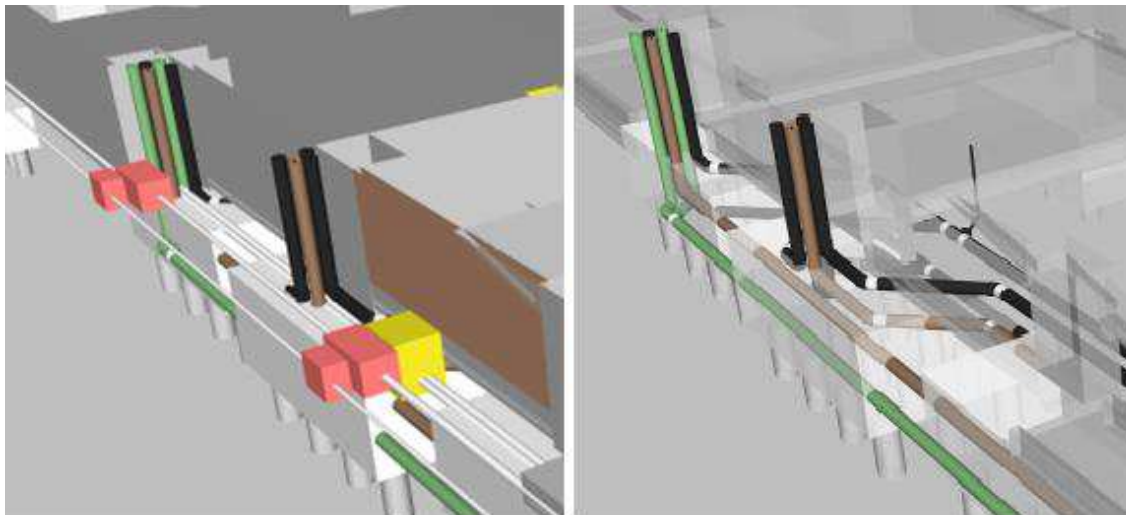
Todas as composições de custos unitários dessa seção foram retiradas da 13ª edição da TCPO (PINI, 2010) e podem ser encontradas no Apêndice A. Destaca-se que, para as planilhas eletrônicas contidas tanto nesta seção quanto no apêndice, foram utilizadas duas casas decimais.

5.1.1 Interferência A

a) Descrição:

Neste caso, registrou-se um conflito em que algumas prumadas de esgoto atravessam os blocos de coroamento das fundações, como ilustrado na Figura 27.

Figura 27 - Interferência A: prumadas de esgoto atravessando blocos de fundação.



Fonte: Adaptado de *BIMcollab* (2018).

b) Solução:

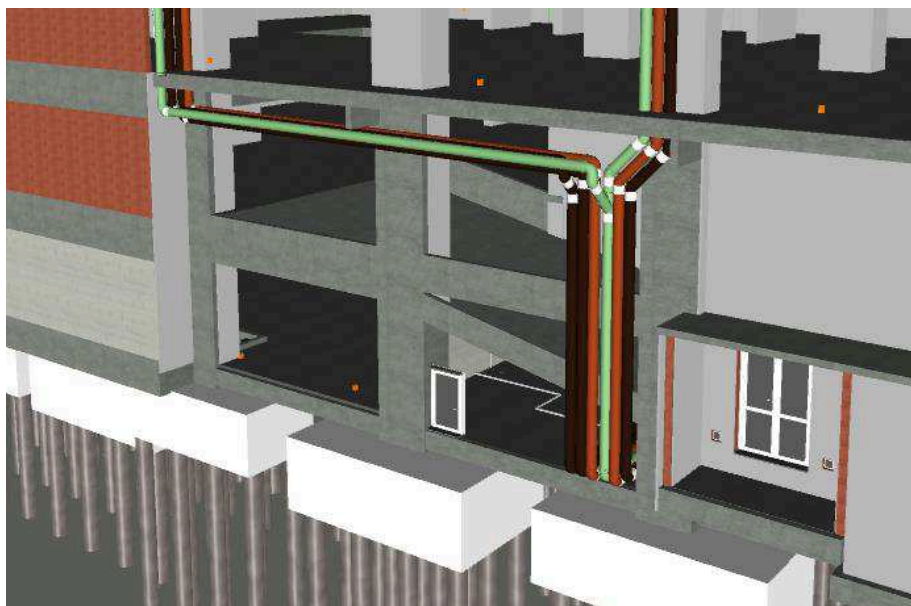
Neste caso, a utilização do BIM permitiu a verificação do problema ainda na fase de projeto. Poder-se-ia cogitar o aumento do contrapiso da casa de máquinas para possibilitar o encaminhamento da tubulação de esgoto por dentro dele. Dessa forma, apenas a alteração das prumadas resolveria o conflito. Todavia, essa situação é acompanhada do risco de a tubulação não alcançar uma altura compatível com a rede de coleta pública e por isso, poderia não ser a melhor solução.

Portanto, a solução executiva proposta para este problema foi o desvio das prumadas no teto do 1º pavimento de garagem, bem como a descida das tubulações de forma a não coincidir com os blocos de fundação, através do aumento de nível dos ramais horizontais, conforme mostrado na Figura 28.

Dessa forma, as tubulações passarão sobre a viga baldrame e entrarão na casa de máquinas, abaixo da rampa que dá acesso à garagem, contornando o bloco de fundação e seguindo para seu destino final, como ilustrado na Figura 29.

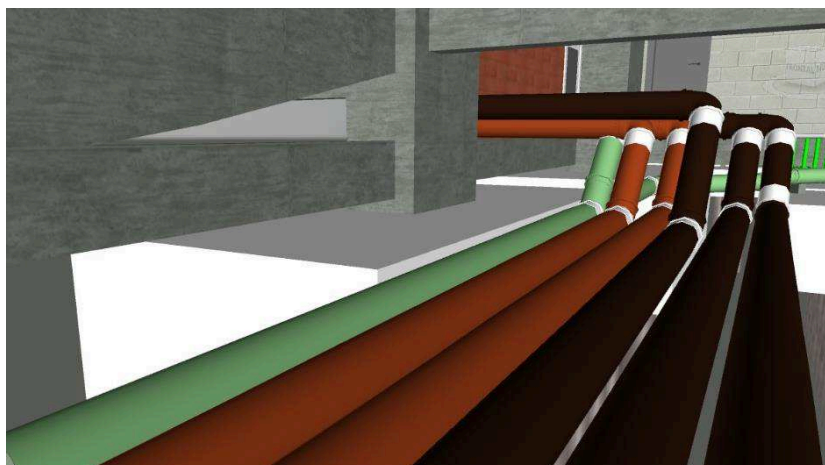
Por causa da solução adotada, foi necessária a modificação de vários ramais de esgoto, desde o pavimento térreo ao 4º pavimento de garagem.

Figura 28 - Solução para a Interferência A (vista externa).



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Figura 29 - Solução para a Interferência A (vista interna).



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Observou-se, por meio de imagens do *BIMcollab* e do modelo tridimensional, que a solução adotada modificou os percursos das tubulações dos 5 primeiros pavimentos, tanto nos trechos horizontais quanto nas prumadas.

Para o levantamento dos custos diretos da solução adotada pela empresa Canteiro AEC, primeiramente se fez a quantificação dos materiais em duas revisões do projeto de esgoto, do térreo ao 4º pavimento de garagem: na primeira versão, em que a compatibilização na plataforma BIM ainda não havia sido feita, e na última versão, com o modelo tridimensional finalizado e compatibilizado.

Posteriormente, computou-se o saldo de materiais (tubulações e conexões para os diferentes diâmetros): caso esse saldo seja positivo, deve-se investir e comprar novos materiais, caso seja negativo, houve uma economia e os materiais que foram previstos anteriormente no orçamento não precisarão mais ser comprados.

Por meio das composições unitárias da TCPO (PINI, 2010), calculou-se o valor a ser gasto ou economizado para tubos e conexões do projeto. É importante destacar que não se consideraram modificações em tubulações com diâmetros menores que 75mm, tês e luvas de redução, pois a diferença que esses componentes implicariam no orçamento não é significativa, haja vista que suas quantidades são pequenas.

Na Tabela 2, são mostrados os saldos de custos diretos da solução da Interferência A. Verifica-se que, com a compatibilização do projeto na plataforma BIM, a solução adotada causaria uma economia de R\$8.124,05.

Tabela 2 - Saldo de custos diretos da solução da Interferência A.

Serviço	Unidade	Saldo de quantidades	Custo Unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Tubo de PVC branco, ponta, bolsa e virola Ø75mm	m	-311	27,90	-8.678,24
Tubo de PVC branco, ponta, bolsa e virola Ø100mm	m	141	31,54	4.447,02
Tubo PVC reforçado PBV Ø150mm	m	-126	74,00	-9.324,50
Tubo PVC reforçado PBV Ø200mm	m	-62	114,58	-7.103,87
Joelho 90° PVC, ponta, bolsa e virola Ø75mm	un	5	21,41	107,04
Joelho 90° PVC, ponta, bolsa e virola Ø100mm	un	38	28,23	1.072,60
Joelho 90° PVC, reforçado PBV Ø150mm	un	3	118,11	354,34
Joelho 90° PVC, reforçado PBV Ø200mm	un	20	188,75	3.775,02
Joelho 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø75mm	un	-35	21,63	-757,10
Joelho 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø100mm	un	83	27,19	2.256,86
Joelho 45° PVC, reforçado PBV Ø150mm	un	8	73,24	585,92
Joelho 45° PVC, reforçado PBV Ø200mm	un	-2	188,75	-377,50
Junção 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø75mm	un	-30	32,05	-961,35
Junção 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø100mm	un	30	40,67	1.220,07
Junção 45° PVC, reforçada PBV Ø150mm	un	-17	154,15	-2.620,62
Junção 45° PVC, reforçada PBV Ø200mm	un	-3	225,20	-675,61
Luva simples PVC, ponta, bolsa e virola Ø75mm	un	-57	13,58	-774,24
Luva simples PVC, ponta, bolsa e virola Ø100mm	un	164	17,46	2.863,66
Luva simples PVC reforçada PBV Ø150mm	un	37	52,47	1.941,28
Luva simples PVC reforçada PBV Ø200mm	un	40	113,13	4.525,18
Total (R\$)				-8.124,05

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Portanto, nesse caso, além de uma economia no orçamento, a utilização do BIM agregou qualidade ao projeto da obra, uma vez que o problema inicial foi solucionado e os trechos das tubulações foram otimizados.

c) Cenários:

Para estabelecer os três cenários de análise para a Interferência A, adotou-se como referência, no cronograma de obra, a etapa de execução das formas dos blocos de fundação.

No Quadro 4, são apresentadas, resumidamente, as medidas tomadas para resolução do conflito, em cada cenário. É válido lembrar que, nestes cenários, não se leva em consideração o uso do BIM, ou seja, o projeto teria sido elaborado em desenhos tradicionais 2D.

Segundo dados da empresa Canteiro AEC, seriam necessários, em média, 3 dias úteis para reavaliação e correção do projeto.

Quadro 4 - Cenários e medidas para solução da Interferência A.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, mudança da tubulação
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, mudança da tubulação
Após	Não se aplica, pois seria muito improvável a concretagem dos blocos com a tubulação dentro

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenários “Antes” e “Durante”:

Se o problema fosse identificado nos cenários “Antes” (na leitura dos projetos) ou “Durante” (na montagem das formas dos blocos de fundação), ainda seriam economizados R\$8.124,05 no orçamento caso a solução adotada fosse a mesma.

Além desses custos, deve-se considerar, o aumento no orçamento devido aos custos administrativos, decorrentes do tempo para reanálise do projeto e o consequente atraso no andamento das atividades, haja vista que a etapa de concretagem dos blocos de fundação faz parte do caminho crítico, no planejamento da obra.

Por isso, em ambas as situações, os 3 dias úteis de atraso implicariam em um aumento de R\$1.817,85 nos custos administrativos da obra, já que, para cada dia útil de atraso, como mostrado anteriormente, na seção 4.7, são necessários R\$605,95.

- Cenário “Após”:

O cenário “Após” não se aplica a este caso, pois, na prática, é muito improvável a concretagem dos blocos de fundação com as tubulações dentro dos mesmos. Dessa forma, o cenário mais provável de ocorrer seria o “Durante”, em que os trabalhadores perceberiam que os ramais de esgoto conflitam com os blocos de fundação.

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 3, elabora-se uma comparação entre os cenários estudados. Para essa interferência, não se esperava uma economia em termos de custos. Acredita-se que a solução adotada pela empresa Canteiro AEC, com a compatibilização BIM, tenha otimizado o caminho das tubulações e que, por isso, obteve-se uma economia.

Tabela 3 - Comparação entre os cenários para a Interferência A.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	-8.124,05	1.817,85	-6.306,20
Durante	-8.124,05	1.817,85	-6.306,20
Após	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

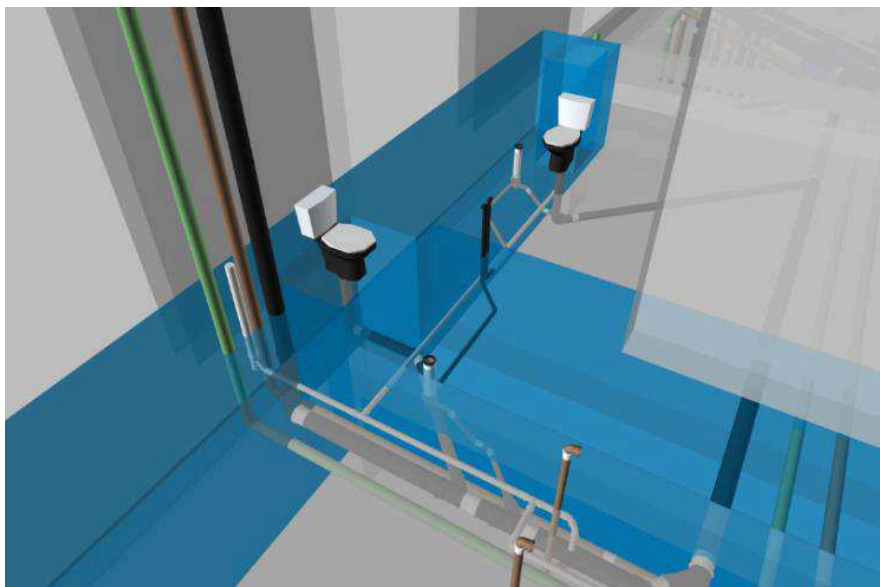
Como não se fez a análise para o cenário “Após”, os cenários “Antes” e “Durante”, mesmo com o atraso da obra devido à correção do projeto, apresentam soluções que gerariam uma economia no orçamento de R\$6.306,20 - o que corresponde a -0,016% do custo total da obra. É importante destacar que essa economia aconteceria somente se a solução escolhida fosse semelhante àquela avaliada com a compatibilização na plataforma BIM.

5.1.2 Interferência B

a) Descrição:

Para a Interferência B, observou-se que as tubulações de esgoto dos banheiros do 5º pavimento conflitavam com as vigas de transição logo abaixo da laje, nos sentidos vertical e horizontal, conforme mostrado na Figura 30.

Figura 30 - Interferência B: Tubulação de esgoto atravessando vigas de transição.

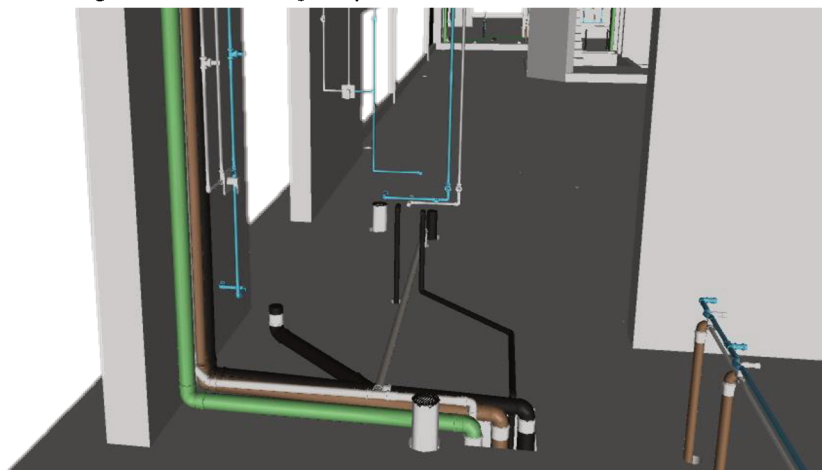


Fonte: Adaptado de *BIMcollab* (2018).

b) Solução:

Como essas vigas são de transição e suas seções T já são bastantes robustas, não se pode prever furos para a passagem da tubulação, tanto nas almas quanto nas mesas das vigas. Portanto, a solução executiva adotada para o problema foi o rebaixamento da laje do piso do 5º pavimento em 20cm, de forma a aumentar seu pé direito. Essa solução não compromete o pé direito do pavimento abaixo. Assim, a tubulação de esgoto passará horizontalmente sobre a laje, pelo contrapiso, como ilustrado na Figura 31. Acima da laje, será executada uma camada de preenchimento (contrapiso) com concreto leve, dosado em central com agregado de poliestireno expandido (isopor em pérolas). Optou-se pela utilização desse material para não aumentar, ainda mais, as cargas recebidas pela estrutura.

Figura 31 - Solução para a Interferência B.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Verificou-se, através dos dados apresentados na Tabela 4, que a solução adotada para o problema, mesmo quando detectado com o auxílio de ferramentas da plataforma BIM, não seria livre de custos, visto que haveria um aumento no orçamento de aproximadamente R\$80.544,08 devido à execução do contrapiso leve. Esse gasto é necessário, e se não o fosse feito, comprometeria o pé direito do pavimento. Por isso, nesse caso, o BIM não foi usado, primordialmente, para gerar uma economia em termos de custos, mas para solucionar um problema de qualidade e conformidade do projeto, haja vista que o mesmo não seria aprovado pela prefeitura caso não respeitasse as normas (o pé direito mínimo deve ser de 2,40m, e seria de 2,20m caso a laje não fosse rebaixada).

Tabela 4 - Composição de custos diretos da solução da Interferência B.

Lastro de concreto leve (c/ agregado de poliestireno expandido, em pérolas) densidade 1.000 kg/m ³ , incluindo preparo e lançamento					
Quantidade	114		Unidade	m ³	
Descrição	Tipo	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	MDO	h	1,65	10,13	16,71
Servente	MDO	h	4,5	7,55	33,98
Concreto dosado em central C10 S50	MAT	m ³	1,05	219,62	230,60
Poliestireno expandido em pérolas - isopor	MAT	kg	10,5	34,56	362,88
Vibrador de imersão elétrico, 0,75kW	EQU	h prod	0,65	6,86	4,46
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					50,69
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					108,59
Total outros itens, sem taxas (R\$)					597,94
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					706,53
Total geral, com encargos sociais (R\$)					80.544,08

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Portanto, o aumento no orçamento de R\$80.544,08 aconteceria de qualquer forma, utilizando-se ou não o BIM. Esse custo decorre da ineficiência no processo de concepção do projeto bidimensional. Então, a vantagem do uso do BIM seria, neste caso, evitar gastos extras devido ao retrabalho e ao atraso no cronograma, supondo possíveis cenários em que não se utiliza o BIM.

c) Cenários:

A fim de estipular os três cenários de análise, admitiu-se como referência, no cronograma de obra, a execução das formas das vigas e lajes do 5º pavimento.

No Quadro 5, exibem-se, sucintamente, as medidas tomadas para a resolução da Interferência B, em cada cenário, ou seja, em cada momento possível de detecção do problema.

Quadro 5 - Cenários e medidas para solução da Interferência B.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, rebaixamento da laje
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, rebaixamento da laje
Após	Demolição de vigas e lajes, reconstrução das vigas e da laje rebaixada, acabamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Segundo dados da empresa Canteiro AEC, seriam necessários 5 dias úteis para correção do projeto.

• Cenário “Antes”:

No cenário “Antes”, após a percepção do problema, seria necessária a reanálise criteriosa do projeto. Como a solução executiva para todos os cenários seria a mesma (rebaixamento da laje e o conseqüente aumento do pé direito), em termos de custos diretos, o gasto para resolução do problema ainda seria necessário. Ou seja, nos dois casos (com a utilização do BIM; e sem a utilização do BIM, no cenário “Antes”), seriam necessários R\$80.544,08 extras no orçamento, uma vez que ambas as situações são anteriores à execução.

Além desses custos, deve-se considerar, o aumento no orçamento devido aos custos administrativos, decorrentes do tempo para reanálise do projeto e o conseqüente atraso no andamento das atividades, haja vista que a etapa de execução da estrutura de concreto faz parte do caminho crítico, no planejamento da obra.

Como já mencionado, seriam necessários 5 dias úteis para a correção do projeto. Além disso, como se trata do cenário “Antes”, não haveria retrabalho em obra. Para mensuração do tempo necessário para a execução da solução, utilizou-se o seguinte raciocínio: de acordo com a composição “Lastro de concreto leve (com agregado de poliestireno expandido, densidade 1.000 kg/m³), incluindo preparo e lançamento” da TCPO (PINI, 2010), são necessárias 1,65 horas de trabalho de pedreiro e 4,5 horas de trabalho de servente para execução de 1m³ de contrapiso. Considerando-se uma jornada diária de 8 horas, um pedreiro, juntamente com três serventes, executam 4,85m³ de contrapiso em um dia útil. Logo, com uma equipe com 16 pessoas (4 pedreiros e 12 serventes), pode-se executar o contrapiso - de 20cm de espessura, cobrindo uma área de 570m² - em 6 dias úteis. Adotou-se essa equipe de trabalho devido à emergência de resolução do problema.

Devido aos custos administrativos relacionados à solução da Interferência B, ocorreria um aumento de R\$6.665,45 no orçamento, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Custos administrativos da Interferência B, no cenário “Antes”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Execução da solução	6	605,95	3.635,70
Retrabalho	0	605,95	0,00
Total de custos administrativos (R\$)			6.665,45

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Durante”:

Caso a interferência fosse detectada no cenário “Durante”, a montagem das formas das vigas e das lajes do 5º pavimento seria interrompida. Considerou-se que metade das formas das vigas (342m²) desse pavimento já tivessem sido executadas e que após a percepção do problema, deveriam ser desmontadas.

Na Tabela 6, expõe-se a composição de custos diretos, para esse cenário. Observa-se um aumento de aproximadamente R\$8.009,33 no orçamento devido aos custos diretos da solução da interferência B, no cenário “Durante”, além dos R\$80.544,08 gastos com a própria solução, resultando em um aumento de R\$88.553,41.

Tabela 6 - Custos diretos da solução da Interferência B, no cenário “Durante”.

Montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12mm					
Quantidade	342		Unidade	m ²	
Descrição	Tipo	Un.	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MDO	h	0,792	10,74	8,51
Ajudante de carpinteiro	MDO	h	0,198	8,37	1,66
Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1 mm x Ø3mm	MAT	kg	0,1	14,96	1,50
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,02	7,61	0,15
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					10,16
Total mão de obra, com encargos sociais (R\$)					21,77
Total outros itens, sem taxas (R\$)					1,65
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					23,42
Total geral, com encargos sociais (R\$)					8.009,33

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

De acordo com as composições “Montagem/desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12mm” da TCPO (PINI, 2010), considerando-se que em um dia de trabalho (8 horas) um carpinteiro consegue montar/desmontar 10m² de formas, em 5 dias úteis, 8 carpinteiros conseguem desmontar os 342m² de formas necessários. Assim, somam-se 5 dias úteis devido ao retrabalho (montagem e desmontagem das formas), como apresentado na Tabela 7. Portanto, nesse cenário, seriam acrescidos R\$7.877,35 no orçamento, em consequência dos custos administrativos relacionados à solução da Interferência B.

Tabela 7 - Custos administrativos da Interferência B, no cenário “Durante”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Execução da solução	3	605,95	1.817,85
Retrabalho	5	605,95	3.029,75
Total de custos administrativos (R\$)			7.877,35

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Após”:

No cenário “Após”, seria necessária a demolição das vigas e lajes do 5º pavimento, visto que toda a estrutura já estaria construída. Dessa forma, a estrutura seria perdida e deveria ser reconstruída, com o objetivo de aumentar o pé direito do pavimento. Nesse cenário, os custos diretos da solução teriam peso mais alto na alteração do orçamento.

Na Tabela 8, são mostrados os custos diretos da solução a ser adotada, no cenário “Após”. Esse cenário caracteriza-se por ser o mais crítico dentre os três cenários, já que são gastos aproximadamente R\$493.579,05 não previstos no orçamento, somados aos R\$80.544,08 da própria solução. Observa-se que, nesta tabela estão contidos os insumos da estrutura (formas, concreto e armadura de vigas e lajes) perdidos com a demolição, além do próprio serviço de demolição.

Tabela 8 - Custos diretos da solução da Interferência B, no cenário “Após”.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático	m ³	240,3	449,30	107.966,10
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada # 12 mm, 5 reapr.	m ²	684	49,17	33.632,23
Montagem e desmontagem de forma de polipropileno ATEX 610 para laje nervurada #31 cm, 26 x 58 x 61cm	m ²	570	22,18	12.643,90
Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,0 até 7,0mm, corte, dobra e montagem	kg	2.457	10,23	25.126,29
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5mm, corte, dobra e montagem	kg	7.206	10,28	74.058,66
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø de 16 até 25mm, corte, dobra e montagem	kg	10.515	13,10	137.784,42
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos	m ³	240,3	426,00	102.367,45
Total				493.579,05

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para os custos administrativos relacionados à solução da Interferência B, no cenário “Após”, também se verificaria o pior caso, dado maior atraso no cronograma em consequência do tempo despendido para a concepção do novo projeto e, principalmente, do retrabalho - demolição e reconstrução das vigas e lajes.

De acordo com a composição “Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático” da TCPO, considerando-se que são necessárias 6 horas de trabalho de um servente de pedreiro para a demolição de 1m³ de concreto armado, e que a jornada laboral é de 8 horas diárias, para a demolição de 240,3m³ de concreto armado são necessários 18 dias (não previstos do planejamento), com 10 serventes trabalhando exclusivamente nessa atividade.

Esse contexto é ilustrado na Tabela 9 - somam-se à composição dos custos administrativos: 18 dias úteis necessários para a demolição da estrutura e 66 dias úteis (três meses do cronograma de obra, segundo o planejamento) necessários para a reconstrução da estrutura das vigas e lajes do 5º pavimento. Pode-se concluir, então, que nesse cenário, seriam necessários R\$55.747,40 extras no orçamento da obra, devido aos custos administrativos relacionados à solução da Interferência B.

Tabela 9 - Custos administrativos da Interferência B, no cenário “Após”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Execução da solução	3	605,95	1.817,85
Retrabalho (demolição)	18	605,95	10.907,10
Retrabalho (nova estrutura)	66	605,95	39.992,70
Total de custos administrativos (R\$)			55.747,40

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 10, faz-se uma comparação entre os cenários estudados. Percebe-se que quanto mais tarde a falha de projeto é percebida, mais onerosa é a solução e maior é o impacto no orçamento e planejamento da obra.

Tabela 10 - Comparação entre os cenários para a Interferência B.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	80.544,08	6.665,45	87.209,53
Durante	88.553,41	7.877,35	96.430,76
Após	574.123,13	55.747,40	629.870,53

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

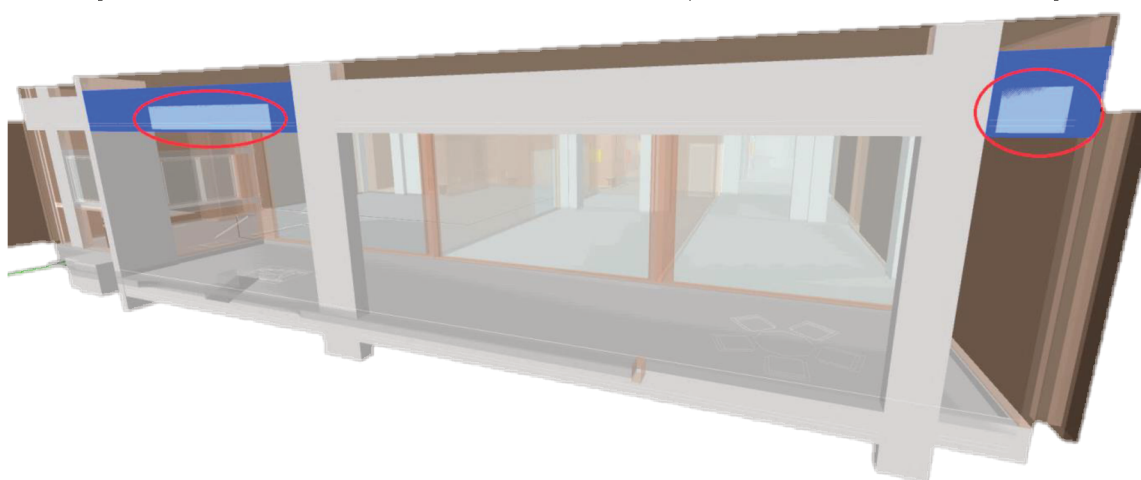
Portanto, o cenário “Após” caracteriza-se por ser o mais crítico dentre os três, como já esperado, uma vez que se as estruturas de vigas e lajes do 5º pavimento fossem executadas, não atendendo ao que se exige em relação ao pé-direito mínimo, deveriam ser demolidas e reconstruídas. Essa situação aumentaria o orçamento em R\$629.870,53 - o que corresponde a 1,615% do valor total da obra.

5.1.3 Interferência C

a) Descrição:

Para a Interferência C, verificou-se o conflito entre dutos metálicos e vigas de concreto armado, no teto do primeiro pavimento. Os dutos servem para renovação de ar e seguem da rua até a casa de máquinas. Os níveis da viga de borda do prédio são iguais. Dessa maneira, dois trechos da viga coincidem com os dutos, como ilustra-se na Figura 32. Além disso, no interior no prédio, os dutos atravessam uma outra viga, cuja abertura não foi prevista, inicialmente, em projeto.

Figura 32 - Interferência C: dutos de circulação de ar atravessando viga.



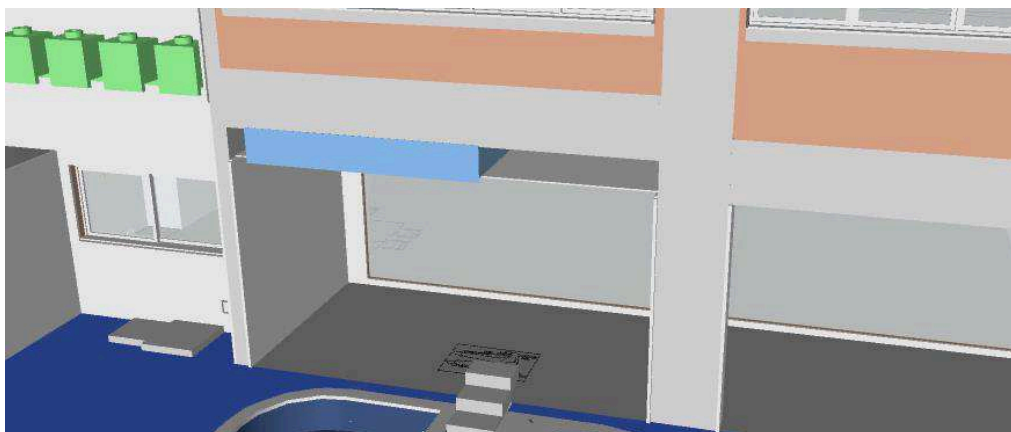
Fonte: Adaptado de *BIMcollab* (2018).

b) Solução:

Para solucionar o problema, especulou-se rebaixar os dutos para que eles passassem abaixo das vigas. No entanto, optou-se por uma solução alternativa, a evitar o comprometimento no pé direito de muitos ambientes, haja vista as grandes dimensões dos dutos.

Na Figura 33, é exemplificada a solução para o problema, na qual os dois dutos foram unidos em um duto maior e um trecho da viga de borda do prédio foi invertido. Uma viga invertida é o tipo de viga em que a laje é apoiada em sua parte inferior, de tal maneira que o plano inferior da mesma coincida com o plano inferior da laje. Além disso, foi necessário prever um furo de passagem em uma das vigas internas do prédio, bem como aumentar, em 10cm, os detalhes arquitetônicos para o rebaixamento do teto, com a utilização de sancas, de forma a esconder a viga rebaixada, em alguns ambientes.

Figura 33 - Solução para a Interferência C.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Com relação aos custos diretos dessa solução, a utilização do BIM não agregou custo, ou seja, a solução dessa interferência, na situação em que se faz a compatibilização do projeto na plataforma BIM, não aumenta o orçamento significativamente. Isso ocorre porque os custos de insumos e serviços se mantêm praticamente os mesmos, visto que a seção da viga de borda não foi alterada, mas apenas sua posição. Além disso, para a viga interna do prédio, sua seção aumentou 25cm em altura, mas essa diferença foi compensada pelo próprio furo, com também 25cm de altura, ao longo de quase toda a extensão da viga. Considerou-se também, que o rebaixamento do teto em mais 10cm não aumentaria, significativamente, o orçamento, visto que os ambientes já tinham sido previstos com detalhes de sanca no teto e que esse serviço já consta no orçamento inicial. Portanto, para as soluções adotadas, o aumento no orçamento, em termos de custos diretos, não é significativo.

c) Cenários:

Para determinar os três cenários de análise para a Interferência C, assumiu-se como referência, no cronograma de obra, a montagem das formas das vigas e lajes do pavimento térreo.

Indica-se, de forma sintética, no Quadro 6, as medidas tomadas para resolução do conflito, em cada cenário; ou seja, em cada momento possível de detecção do problema.

Quadro 6 - Cenários e medidas para solução da Interferência C.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, correção das vigas
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, correção das vigas
Após	Demolição das vigas e parte das lajes, execução de novas vigas, acabamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Segundo a empresa Canteiro AEC, seriam necessários 5 dias úteis para correção do projeto, pois necessitar-se-ia recalcular os esforços atuantes na viga invertida e fazer a previsão da abertura na viga interna do prédio, para verificação da segurança dessas estruturas. Além disso, como os dutos seriam unidos, e seus traçados modificados, seria necessário recalcular a eficiência da pressurização dos mesmos.

• Cenário “Antes”:

Sem o emprego de ferramentas BIM, caso o problema fosse observado anteriormente à referência adotada, no cenário “Antes”, verificou-se, considerando-se que a execução da estrutura faz parte do caminho crítico no planejamento, que haveria apenas um atraso no cronograma decorrente da reanálise do projeto, pois a solução executiva seria semelhante à adotada e os custos diretos não seriam diferentes daqueles contemplados no orçamento inicial. Em outras palavras, para transformar uma viga convencional em uma viga invertida, não é necessário um gasto maior que o previsto, caso sua seção transversal não mude. Logo, os insumos e serviços para execução da viga invertida são praticamente os mesmos de uma viga convencional, caso mantidas as suas dimensões.

Portanto, nesse cenário, tal qual na situação em que o BIM é utilizado, os custos diretos para a solução da Interferência C, não implicariam em um aumento significativo do orçamento.

Por outro lado, a situação de reanálise e correção do projeto reflete nos custos administrativos da obra, como mostrado na Tabela 11. Verificou-se então que, caso fossem somados os 5 dias úteis ao cronograma devido às correções necessárias, aumentar-se-ia o orçamento em R\$3.029,75. Não se considerou tempo extra para a execução da solução, pois, caso o problema fosse detectado anteriormente à execução, o tempo necessário para realizar as atividades da solução seria semelhante ao tempo previsto, inicialmente, no planejamento da obra.

Tabela 11 - Custos administrativos da Interferência C, no cenário “Antes”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Execução da solução	0	605,95	0,00
Retrabalho	0	605,95	0,00
Total de custos administrativos (R\$)			3.029,75

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Durante”:

No cenário “Durante”, considerou-se que a execução das formas das vigas e lajes do pavimento térreo seria interrompida nas regiões onde ocorreram conflito. Considerando-se que as formas das vigas estariam sendo executadas quando se percebesse o problema, os custos diretos da solução aumentariam, pois seria necessária a desmontagem dessas formas. Segundo a composição de custo “Montagem/desmontagem de formas para vigas com chapa compensada plastificada #12mm” da TCPO, a montagem e desmontagem errôneas de 25m² de formas, geraria um acréscimo de R\$585,48 não previstos no orçamento.

Além disso, neste cenário, mesmo com a paralisação da montagem das formas das vigas em questão, como se tratam de estruturas relativamente pequenas, o retrabalho de desmontagem dessas formas não aumentaria, significativamente, os custos administrativos associados à solução dessa interferência. Para os custos administrativos, nesse cenário, considerou-se apenas os 5 dias úteis de correção de projeto, pois, um possível retrabalho na desmontagem e remontagem das formas não prejudicaria o cronograma da obra.

Na Tabela 12, exibem-se os custos administrativos atrelados à solução da Interferência C, no cenário “Durante”. Tal qual a Tabela 11, nesse caso, verifica-se um aumento de R\$3.029,75 no orçamento previsto.

Tabela 12 - Custos administrativos da Interferência C, no cenário “Durante”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Execução da solução	0	605,95	0,00
Retrabalho	0	605,95	0,00
Total de custos administrativos (R\$)			3.029,75

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Após”:

O cenário mais crítico seria o “Após”, haja vista a necessidade de demolição da estrutura já construída. Considerou-se que as vigas são concretadas simultaneamente às lajes e que, por isso, para a demolição de uma viga, também é necessária a demolição de parte da laje adjacente à viga. Nesse caso, levantaram-se os quantitativos de concreto, formas e aço para as vigas em questão, acrescidos de um trecho de laje, adjacente às vigas, com um metro de largura. Na Tabela 13, são expostos os resultados, em termos de custos diretos, para esse cenário. Incluiu-se a demolição das vigas, bem como os insumos desperdiçados com o serviço, resultando em um acréscimo de R\$9.079,70 no orçamento.

Tabela 13 - Custos diretos da solução da Interferência C, no cenário “Após”.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático	m ³	3,86	449,30	1.734,29
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12 mm, 5 reapr.	m ²	25	49,17	1.229,25
Montagem e desmontagem de forma de polipropileno ATEX 610 para laje nervurada, #31cm, 26 x 58 x 61cm	m ²	8	22,18	177,46
Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,0 até 7,0mm, corte, dobra e montagem	kg	41	10,23	419,28
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5mm, corte, dobra e montagem	kg	43	10,28	441,93
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø de 16 até 25mm, corte, dobra e montagem	kg	262	13,10	3.433,14
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos	m ³	3,86	426,00	1.644,35
Total				9.079,70

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para os custos administrativos associados à Interferência C, nesse cenário, além do tempo despendido para a concepção do novo projeto e verificação da solução mais adequada (5 dias úteis), o retrabalho também atrasaria o cronograma da obra e geraria custos extras.

De acordo com a composição “Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático” da TCPO, considerando-se que são necessárias 6 horas de trabalho de um servente de pedreiro para a demolição de 1m³ de concreto armado, e que a jornada laboral é de 8 horas diárias, para a demolição de 3,86m³ de concreto armado são necessárias 18 horas de trabalho (não previstas do

planejamento). Ou seja, com 3 serventes trabalhando exclusivamente na demolição da estrutura, conseguir-se-ia concluir a atividade em 1 dia útil. Logo, acrescentou-se esse dia na composição dos custos administrativos associados a essa interferência. De forma análoga, com auxílio das composições da TCPO para verificação da duração das atividades, verificou-se que, para reconstruir a estrutura demolida, 2 dias úteis deveriam ser somados, um para a montagem de formas e armaduras e outro para a concretagem de vigas e lajes, como mostram os dados exibidos na Tabela 14.

Portanto, os custos administrativos associados à solução da Interferência C, nesse cenário, impactariam em um aumento R\$4.847,60 no orçamento.

Tabela 14 - Custos administrativos da Interferência C, no cenário “Após”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Retrabalho (demolição)	1	605,95	605,95
Retrabalho (nova estrutura)	2	605,95	1.211,90
Total de custos administrativos (R\$)			4.847,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 15, apresenta-se uma comparação entre os cenários de estudo. Percebe-se que quanto mais tarde a falha de projeto é percebida, mais onerosa é a solução e maior é o impacto no orçamento e planejamento da obra.

Tabela 15 - Comparação entre os cenários para a Interferência C.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	Não significativo	3.029,75	3.029,75
Durante	585,48	3.029,75	3.615,23
Após	9.079,70	4.847,60	13.927,30

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

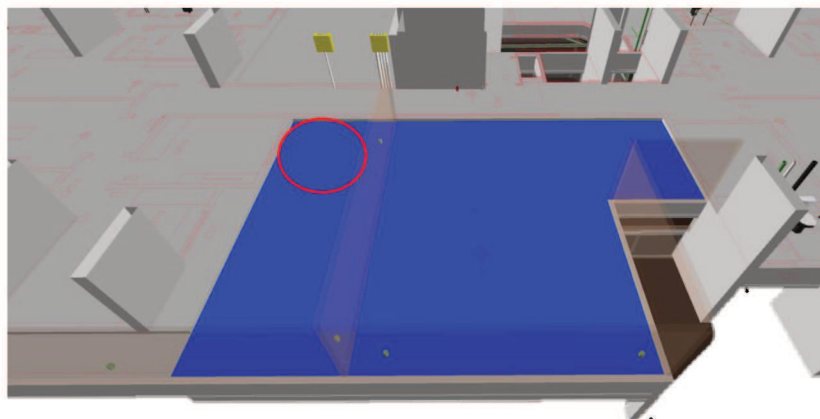
Portanto, o cenário “Após” caracteriza-se por ser o mais crítico dentre os três, como esperado, já que se as estruturas de vigas do primeiro pavimento forem executadas, não atendendo ao que se exige para a altura de locação dos dutos de renovação de ar, elas devem ser demolidas e reconstruídas. Essa situação aumentaria o orçamento em R\$13.927,30 - o que corresponde a 0,036% do valor total da obra.

5.1.4 Interferência D

a) Descrição:

A Interferência D é uma incompatibilidade sugestiva de desatenção do projetista, como se observa, em vermelho, na Figura 34. Verificou-se a ausência de um vazio na laje do 5º pavimento para alocação do elevador cremalheira, cujo principal objetivo é o transporte vertical de materiais e pessoas durante a construção.

Figura 34 - Interferência D: falta de vazio na laje para elevador cremalheira.

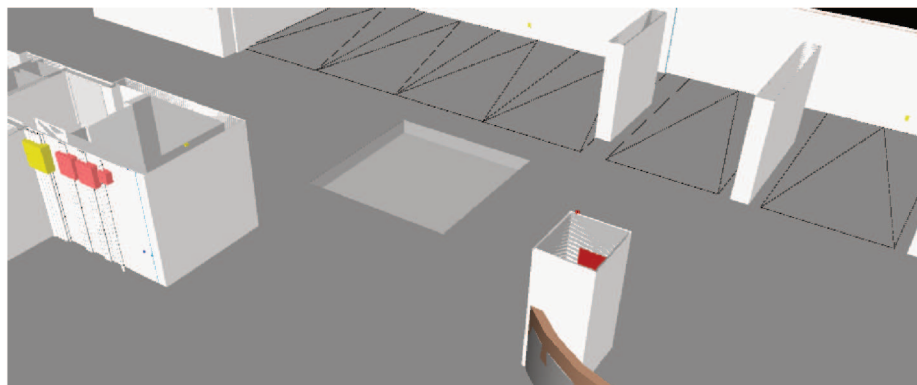


Fonte: Adaptado de *BIMcollab* (2018).

a) Solução:

Para este problema, a melhor solução é alocar o vazio, de 3,30 x 3,20m, para o elevador cremalheira, que foi omitido na laje do primeiro pavimento, seguindo a posição dos andares acima, conforme apresentado na Figura 35. Isso configura uma falha grave, pois uma vez concretada a laje sem o vazio, seria necessária a demolição. Como a laje é do tipo nervurada, os esforços atuantes são maiores do que os de uma laje maciça. A abertura de um vazio posteriormente à concretagem, portanto, poderia trazer problemas à estrutura.

Figura 35 - Solução para a Interferência D.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Nesse sentido, o projetista deveria ser contatado para correção do projeto, pois seria preciso prever vigas de reforço nas bordas do vazio. Segundo dados da empresa Canteiro AEC, essa correção demoraria, em média, 3 dias úteis.

Se por um lado, com a utilização de ferramentas BIM, economizou-se 1,42m³ de concreto e 11m² de formas de laje nervurada para a execução de um vazio que não era previsto inicialmente, por outro, necessitou-se de 0,90m³ extras de concreto e 12m² de formas para as vigas de borda do vazio, para reforço. Assim, o custo dos insumos e serviços que seriam utilizados na laje nervurada e que não serão mais, em decorrência da execução do vazio, é compensado pelo custo de outros insumos e serviços necessários para solução desse problema. Portanto, adotou-se que a solução do problema, com a utilização de ferramentas da plataforma BIM, nesse caso, não agregaria custos significativos ao orçamento.

Mais uma vez, o BIM não foi usado para gerar uma economia em termos de custos, mas para solucionar um problema de qualidade da construção, haja vista que o projeto não previa o vazio e, sem ele, a alocação do elevador cremalheira seria comprometida.

a) Cenários:

Com relação aos três cenários de análise, estipulou-se como referência, no cronograma de obra, a etapa de execução das formas das lajes nervuradas do 5º pavimento.

No Quadro 7, expõem-se, em síntese, as medidas tomadas para resolução do problema, em cada momento possível de detecção da Interferência D.

Quadro 7 - Cenários e medidas para solução da Interferência D.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, execução do vazio
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, execução do vazio
Após	Demolição da laje nervurada, execução do vazio, reforço e acabamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Antes”:

A solução para a Interferência D seria mesma em qualquer cenário - execução de um vazio na laje para alocação do elevador cremalheira. Nesse sentido, para o cenário “Antes”, observou-se que somente ocorreria atraso no cronograma devido à reavaliação e correção do projeto (3 dias úteis).

Em termos de custos diretos, como a solução executiva permanece igual, não haveria uma diferença significativa se comparados o cenário “Antes” com o cenário de utilização de ferramentas da plataforma BIM. Logo, em ambas as situações não haveria um aumento no orçamento devido aos custos diretos da solução.

Contudo, como a execução da laje nervurada é uma atividade que faz parte do caminho crítico, o atraso na obra devido à correção do projeto aumenta os custos administrativos relacionados à solução da Interferência D, conforme os dados expostos na Tabela 16.

Neste cenário, não há retrabalho e não é necessário tempo extra para solução do problema. A execução de um vazio na laje, não atrasaria o andamento da obra, visto que a laje a ser executada com o vazio, seria menor. Assim, seriam necessários R\$1.817,85 não previstos no orçamento inicial, em consequência dos custos administrativos associados à Interferência D, no cenário “Antes”.

Tabela 16 - Custos administrativos da Interferência D, no cenário “Antes”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	3	605,95	1.817,85
Execução da solução	0	605,95	0,00
Retrabalho	0	605,95	0,00
Total de custos administrativos (R\$)			1.817,85

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Durante”:

No cenário “Durante”, seria necessária a paralisação na montagem das formas das lajes nervuradas. Após o tempo de mobilização para revisão do projeto, seria feita a reconfiguração das formas. Considerou-se que todas as formas para as lajes do primeiro pavimento teriam sido montadas. Portanto, para a execução do vazio, necessitar-se-ia a desmontagem de 14m² de formas de laje nervurada. Na Tabela 17, exibem-se os custos diretos para essa solução. Observa-se um gasto, relativamente baixo, de R\$310,55, devido ao retrabalho.

Tabela 17 - Custos diretos da solução da Interferência D, no cenário “Durante”.

Montagem e desmontagem de laje nervurada com forma de polipropileno ATEX 610, #31cm, 26 x 58 x 61cm					
Quantidade	14		Unidade	m ²	
Descrição	Tipo	Un	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MDO	h	0,4	10,74	4,30
Ajudante de carpinteiro	MDO	h	0,3	8,37	2,51
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,1	7,61	0,76
Elemento em aço para colocação de escoras fixas – 3cm	EQU	loc/un/20d	0,9	1,00	0,90
Forma de polipropileno ATEX® 610 para laje nervurada #31 cm - 58 x 61 x 26cm	EQU	loc/m ² /10d	1	4,50	4,50
Perfil cartola em chapa de aço galvanizada com abas de 2,5cm x 3cm de largura para sistema CABETEX 30	EQU	loc/m/10d	1,8	0,80	1,44
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					6,81
Total mão de obra, com encargos sociais (R\$)					14,58
Total outros itens, sem taxas (R\$)					7,60
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					22,18
Total geral, com encargos sociais (R\$)					310,55

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para os custos administrativos associados à Interferência D, no cenário “Durante”, permaneceriam os 3 dias úteis de atraso devidos à reanálise do projeto, somados a 1 dia útil em consequência da desmontagem das formas da laje nervurada e montagem das formas do reforço. Portanto, para os 4 dias de atraso, seriam necessários R\$2.423,80 não previstos no orçamento inicial.

• Cenário “Após”:

Caso o problema fosse detectado no cenário “Após”, sem a utilização de ferramentas BIM, a laje nervurada seria concretada para todo o pavimento de acordo com os projetos bidimensionais, sem a previsão do vazio para o elevador cremalheira. Portanto, seriam necessários gastos extras com demolição para resolução do problema. Isso acarretaria no aumento dos custos diretos da obra, como mostram os dados da Tabela 18. Observa-se que haveria um aumento de R\$3.492,23 no orçamento devido aos custos de demolição, ao material perdido, e ao material necessário para executar as vigas de borda do vazio, como forma de reforço estrutural.

Tabela 18 - Custos diretos da solução da Interferência D, no cenário “Após”.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático	m ³	1,43	449,30	642,49
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos	m ³	2,33	426,00	992,58
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12mm, 5 reapr.	m ²	12	49,17	590,04
Montagem e desmontagem de laje nervurada com forma de polipropileno ATEX 610, #31 cm, 26 x 58 x 61cm	m ²	14	22,18	310,55
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø de 16 até 25mm, corte, dobra e montagem	kg	73	13,10	956,56
Total (R\$)				3.492,23

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

É importante destacar que se trata de uma laje nervurada e que, por isso, os esforços atuantes são maiores do que os que atuam em uma laje maciça. Neste caso, dever-se-ia verificar a viabilidade de demolição de uma parte da laje para abertura do vazio com o projetista estrutural.

Para os custos administrativos associados à Interferência D, nesse cenário, além do tempo despendido para a concepção do novo projeto e verificação da solução mais adequada (3 dias úteis), o retrabalho também atrasaria o cronograma da obra e geraria custos extras. Portanto, por meio de composições da TCPO, considerou-se um dia para a demolição da estrutura e um dia para execução do reforço nas bordas no vazio (montagem das formas e concretagem). Na Tabela 19, exibem-se os resultados para os custos administrativos relacionados à solução da Interferência D, no cenário “Após”. Verifica-se um aumento no orçamento de R\$3.029,75.

Tabela 19 - Custos administrativos da Interferência D, no cenário “Após”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	3	605,95	1.817,85
Execução da solução	1	605,95	605,95
Retrabalho (demolição)	1	605,95	605,95
Total de custos administrativos (R\$)			3.029,75

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

d) Comparação de resultados:

Apresenta-se uma comparação entre os cenários de estudo na Tabela 20. Percebe-se que quanto mais tarde a falha de projeto é percebida, mais onerosa é a solução e maior é o impacto no orçamento e planejamento da obra.

Tabela 20 - Comparação entre os cenários para a Interferência D.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	Não significativo	1.817,85	1.817,85
Durante	310,55	2.423,80	2.734,35
Após	3.492,23	3.029,75	6.521,98

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

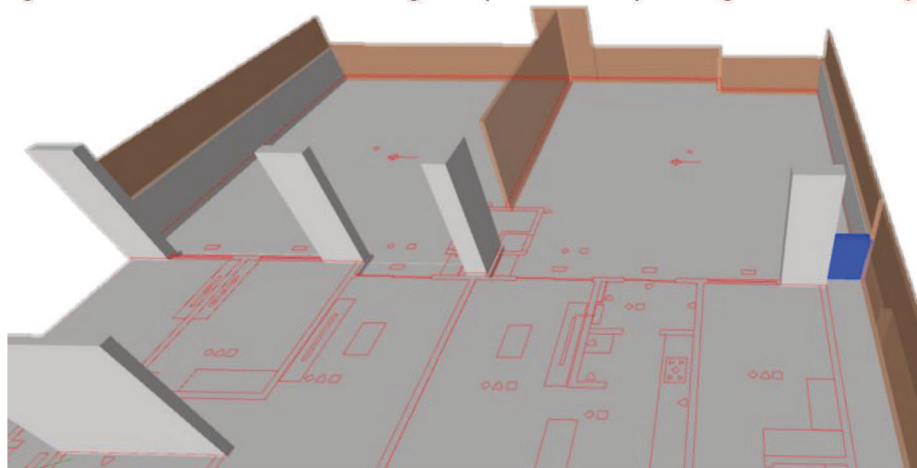
Portanto, o cenário “Após” caracteriza-se por ser o mais crítico dentre os três, como já esperado, uma vez que se a laje nervurada do primeiro pavimento fosse executada sem previsão de um vazio para locação do elevador cremalheira, posteriormente, deveria ser demolida e reforçada nas bordas do vazio. Essa situação aumentaria o orçamento em R\$6.521,98 - o que corresponde a 0,017% do valor total da obra.

5.1.5 Interferência E

a) Descrição:

Na Figura 36, incita-se o conflito representado pela Interferência E. Vê-se uma viga invertida (em azul, acima da laje) que impede a passagem do terraço para o corredor lateral do prédio, no 5º pavimento. A viga forma uma espécie de mureta e deixa o espaço ao lado do apartamento inacessível e inutilizável.

Figura 36 - Interferência E: viga impedindo a passagem no terraço.



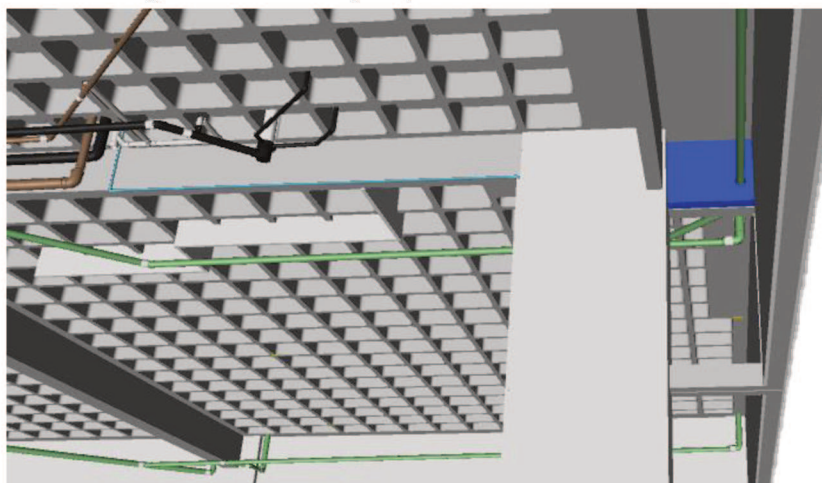
Fonte: Adaptado de *BIMcollab* (2018).

b) Solução:

A viga foi projetada dessa forma, inicialmente, pois as vigas adjacentes a ela são semi-invertidas, ou seja, com uma parte acima do nível da laje e outra abaixo. A melhor solução para o problema é convertê-la em uma viga usual, não invertida.

Na Figura 37, mostra-se a viga (em azul), abaixo no nível da laje.

Figura 37 - Solução para a Interferência E.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Através das imagens do *BIMcollab* e do modelo tridimensional, observou-se que a solução adotada para o problema modificou a posição da viga, mas não sua seção. Por isso, em termos de custos diretos para essa solução, a utilização de ferramentas da plataforma BIM não agregou custo ao orçamento. Em outras palavras, a solução dessa interferência, na situação em que se faz a compatibilização do projeto na plataforma BIM, não aumenta o orçamento significativamente. Isso ocorre porque os custos de insumos e serviços se mantêm praticamente os mesmos, visto que a seção da viga não foi alterada, ou seja, gasta-se a mesma quantia para execução da viga convencional ou invertida, mantendo suas propriedades geométricas.

Por isso, nesse caso, o BIM também não foi utilizado para gerar uma economia em termos de custos, mas para solucionar um problema de qualidade e conformidade do projeto em *AutoCAD*, haja vista que o mesmo se mostrou ineficiente quanto ao planejamento do acesso às áreas do terraço.

c) Cenários:

Adotou-se como referência, no cronograma de obra, a execução das formas das vigas e lajes do 5º pavimento, como forma de estipular os três cenários de análise para a Interferência E, ou seja, cada momento possível de detecção do problema.

No Quadro 8, são apresentadas as medidas para resolução do problema, em cada cenário.

Quadro 8 - Cenários e medidas para solução da Interferência E.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, inversão da viga
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, inversão da viga
Após	Demolição da viga acima da laje, execução da nova viga abaixo da laje, acabamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Nesse contexto, o projetista deveria ser contatado para correção do projeto - dever-se-ia recalcular e detalhar novamente a viga em questão. Segundo dados da empresa Canteiro AEC, essa correção demoraria, em média, 1 dia útil, pois trata-se de uma viga com pequenas dimensões e facilmente corrigível.

- Cenário “Antes”:

Como a concretagem da estrutura faz parte do caminho crítico, no planejamento da obra, no cenário “Antes”, verificou-se que haveria apenas um atraso no cronograma decorrente da reanálise do projeto. Portanto, nesse cenário, tal qual na situação em que se faz a utilização do BIM, não haveria um aumento no orçamento devido à execução da solução, pois o problema é percebido anteriormente à execução, em ambos os casos. Assim, caso o problema fosse detectado antes da execução, ainda na leitura dos projetos, sua solução seria livre de custo.

Em relação aos custos administrativos relacionados à solução, nesse cenário, haveria um atraso de um dia útil devido à reavaliação do projeto. Neste caso, não haveria retrabalho, nem atrasos adicionais, já que se trata de uma situação mais favorável, anterior à execução. Logo, haveria um aumento no orçamento de R\$605,95.

- Cenário “Durante”:

Já no cenário “Durante”, a execução das formas das vigas e lajes do 5º pavimento seria paralisada na região onde ocorre o problema. Quando o erro fosse percebido, dever-se-ia desmontar as formas da viga invertida e remontá-las abaixo da laje. Como se trata de uma viga com dimensões pequenas, a desmontagem e posterior montagem de suas formas (2m²) geraria um aumento no orçamento insignificante.

No que se refere aos custos administrativos associados à solução da Interferência E, nesse cenário, haveria um atraso de um dia útil devido a reavaliação do projeto. Além disso, não se considerou atraso referente a retrabalho, já que as formas da viga poderiam ser montadas e desmontadas, facilmente, no mesmo dia. Dessa forma, haveria um aumento no orçamento de R\$605,95.

- Cenário “Após”:

No cenário “Após”, o retrabalho geraria custos extras. Em termos de custos diretos, é o cenário mais crítico, pois a demolição e reconstrução da viga aumentaria o orçamento da obra, como se exibe na Tabela 21.

Considerou-se que as vigas são concretadas simultaneamente às lajes e que, por isso, para a demolição de um trecho da viga, também é necessária a demolição de parte da laje adjacente à viga.

Tabela 21 - Custos diretos da solução da Interferência E, no cenário “Após”.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático	m ³	0,47	449,30	211,17
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos	m ³	0,47	426,00	200,22
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12 mm, 5 reapr.	m ²	2	49,17	98,34
Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,0 até 7,0mm, corte, dobra e montagem	kg	12	10,23	122,72
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø de 16 até 25mm, corte, dobra e montagem	kg	73	13,10	956,56
Total				1.589,01

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Portanto, caso a estrutura da viga fosse demolida e reconstruída, para evitar que o espaço no terraço do 5º pavimento fosse inutilizado, haveria um aumento no orçamento de R\$1.589,01.

Para os custos administrativos associados à Interferência E, nesse cenário, além do tempo despendido para a concepção do novo projeto e verificação da solução mais adequada (1 dia útil), o retrabalho também atrasaria o cronograma da obra e geraria custos extras, tendo em vista que a execução da estrutura (vigas e lajes) faz parte do caminho crítico. Com base em composições da TCPO, considerou-se 2 dias úteis de retrabalho: um dia para a demolição da estrutura, e outro para a remontagem das formas e concretagem da nova estrutura. Na Tabela 22, exibem-se os resultados dos custos administrativos relacionados à solução da Interferência E, no cenário “Após”. Verifica-se um aumento no orçamento de R\$1.817,85.

Tabela 22 - Custos administrativos da Interferência E, no cenário “Após”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	1	605,95	605,95
Retrabalho (demolição)	1	605,95	605,95
Retrabalho (nova estrutura)	1	605,95	605,95
Total de custos administrativos (R\$)			1.817,85

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 23, apresenta-se uma comparação entre os cenários de estudo. Percebe-se que quanto mais tarde a falha de projeto é percebida, mais onerosa é a solução e maior é o impacto no orçamento e planejamento da obra.

Tabela 23 - Comparação entre os cenários para a Interferência E.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	Não significativo	605,95	605,95
Durante	Não significativo	605,95	605,95
Após	1.589,01	1.817,85	3.406,86

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

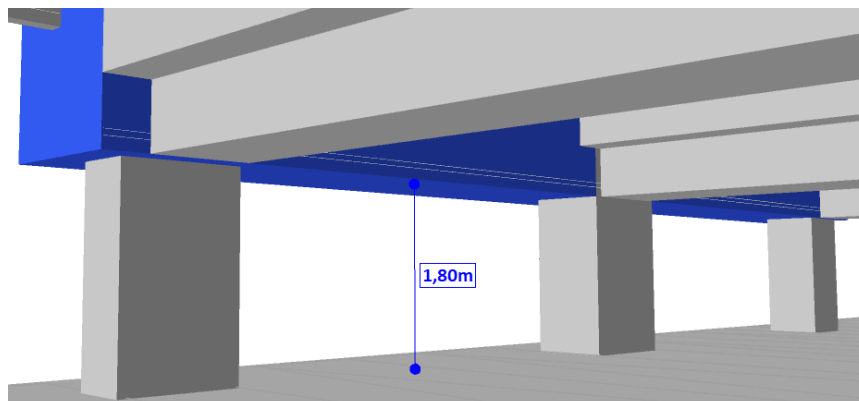
Portanto, o cenário “Após” caracteriza-se por ser o mais crítico dentre os três, como já esperado, uma vez que se a viga fosse concretada de maneira invertida, ela deveria ser demolida e reconstruída abaixo da laje. Essa situação aumentaria o orçamento em R\$3.406,86 - o que corresponde a 0,009% do valor total da obra.

5.1.6 Interferência F

a) Descrição:

Esta incompatibilidade surgiu devido às grandes dimensões de uma viga de borda do prédio, no 5º pavimento. Como a viga - destacada em azul, na Figura 38 - é muito alta, a altura livre abaixo da mesma, para o estacionamento de veículos, é de apenas 1,80m. Isso limita a passagem de muitos modelos de carros.

Figura 38 - Interferência F: viga interrompendo estacionamento de carros.

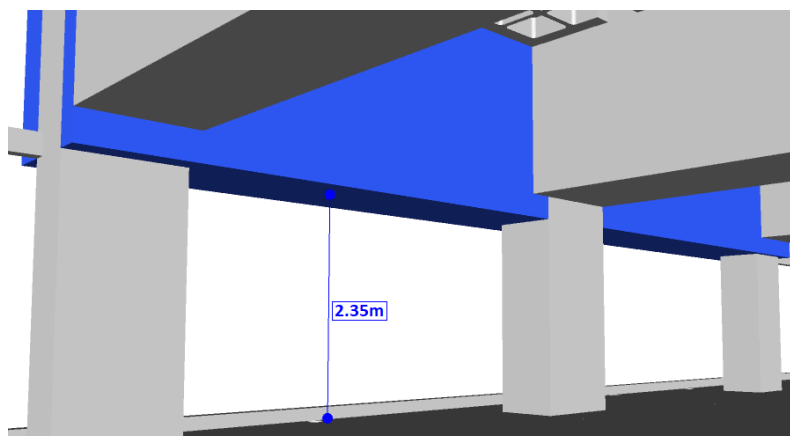


Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

b) Solução:

Na Figura 39, expõe-se a solução adotada para a Interferência F: aumentou-se a altura entre pisos em 1,44m, para todo o pavimento. Também se aumentou a altura da viga em questão, como forma de reduzir sua largura, já que sua face externa se sobressaía demais na fachada. Dessa forma, a nova altura livre, abaixo da viga, passa a ser 2,35m, que é satisfatória para a passagem de veículos. Esta foi a solução mais adequada, sabendo-se da necessidade, em termos estruturais, de manter as dimensões da viga.

Figura 39 - Solução para a Interferência F.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Verificou-se, através dos dados apresentados na Tabela 24, que a solução adotada para o problema, mesmo quando detectado com o auxílio de ferramentas da plataforma BIM, não seria livre de custos, visto que haveria um aumento no orçamento de R\$122.486,19 devido ao aumento das dimensões da viga de borda do prédio, bem como ao aumento de 1,44m no pé direito do 5º pavimento. Esse gasto é necessário, e se não o fosse feito, comprometeria o pé direito do pavimento.

Por isso, nesse caso, novamente, o BIM não foi utilizado para gerar uma economia em termos de custos, mas para solucionar um problema de qualidade e conformidade do projeto, haja vista que o mesmo não seria aprovado pela prefeitura caso não respeitasse as normas.

Tabela 24 - Composição de custos diretos da solução da Interferência F.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12 mm, 5 reapr.	m ²	15	49,17	737,55
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para pilares com chapa compensada plastificada # 12mm, 5 reapr.	m ²	231	57,57	13.299,48
Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,0 até 7,0mm, corte, dobra e montagem	kg	555	10,23	5.675,66
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5 mm, corte, dobra e montagem	kg	1.162	10,28	11.942,29
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø de 16 até 25mm, corte, dobra e montagem	kg	5.990	13,10	78.490,60
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos	m ³	30,7	426,00	13.078,16
Total				122.486,19

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

c) Cenários:

Para os três cenários de análise, estipulou-se como referência, no cronograma de obra, a montagem das formas das vigas do 5º pavimento.

No Quadro 9, exibem-se as medidas tomadas para resolução do problema, em cada cenário; ou seja, em cada momento possível de detecção do problema.

Quadro 9 - Cenários e medidas para solução da Interferência F.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, aumento do pé direito
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, aumento do pé direito
Após	Não se aplica, pois seria improvável de ocorrer na prática

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Segundo dados da empresa Canteiro AEC, seriam necessários 5 dias úteis para correção do projeto, pois, dever-se-ia recalcular a estrutura do 5º pavimento com as novas dimensões da viga e o novo pé direito.

- Cenário “Antes”:

No cenário “Antes”, após a percepção do problema, seria necessária a reanálise criteriosa do projeto. Como a solução executiva para todos os cenários seria a mesma (revisão das dimensões da viga de borda do prédio e aumento do pé direito), em termos de custos diretos, o gasto para resolução do problema ainda seria necessário. Ou seja, nos dois casos (com a utilização do BIM; e sem a utilização do BIM, no cenário Antes”), seriam necessários R\$122.486,19 extras no orçamento, pois ambas as situações são anteriores à execução. Esse gasto decorreria, principalmente, dos insumos e mão de obra necessários para aumento da altura dos pilares e, conseqüentemente, do pé direito do pavimento.

Além desses custos, deve-se considerar, o aumento no orçamento devido aos custos administrativos, decorrentes do tempo para reanálise do projeto e o conseqüente atraso no andamento das atividades, haja vista que, a etapa de execução da estrutura de concreto faz parte do caminho crítico.

Como já mencionado, seriam necessários 5 dias úteis para a correção do projeto. Além disso, como se trata do cenário “Antes”, não haveria retrabalho em obra. Para mensuração do tempo necessário para a execução da solução, utilizou-se o seguinte raciocínio: de acordo com as composições da TCPO de fabricação e montagem de formas e armaduras (PINI, 2010), estipulou-se que seriam necessários 18 dias úteis extras no calendário de obra (3 para fabricação e montagem das formas e 15 para corte, dobra e montagem de armaduras), não previstos inicialmente. Para o aumento da altura dos pilares, considerou-se que a atividade de concretagem seria executada de uma só vez, ou seja, o tempo necessário para a concretagem da estrutura se manteria, o que mudaria seria a quantidade de concreto a ser lançada. Por isso, não se considerou acréscimo de tempo devido à concretagem.

Para todas as atividades, adotaram-se equipes de trabalho com 8 oficiais, devido à emergência de resolução do problema, com jornadas laborais diárias de 8 horas.

Logo, em relação aos custos administrativos relacionados à solução da Interferência F, ocorreria um aumento de R\$13.936,85 no orçamento, conforme dos dados apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - Custos administrativos da Interferência F, no cenário “Antes”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Execução da solução	18	605,95	10.907,10
Retrabalho	0	605,95	0,00
Total de custos administrativos (R\$)			13.936,85

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Durante”:

Caso a interferência fosse detectada no cenário “Durante”, a montagem das formas das vigas do 5º pavimento seria interrompida. Considerou-se, tal como no cenário “Durante” da Interferência B, que metade das formas das vigas (342m²) do 5º pavimento já tivesse sido executado, e que, após a percepção do problema, deveriam ser desmontadas.

Observou-se um aumento de R\$8.009,33 no orçamento devido à montagem e desmontagem errôneas das formas das vigas do pavimento, no cenário “Durante”, como mostrado na Tabela 6 (a estimativa de cálculo para essa tabela é válida para as interferências B e F). Além disso, somam-se os R\$122.486,19 da própria solução, resultando em um aumento no orçamento de R\$130.495,51.

Como já explicado na Interferência B, em 5 dias, 8 carpinteiros são capazes de montar/desmontar os 342m² de formas necessários. Assim, somam-se 5 dias úteis para os custos administrativos devido ao retrabalho (montagem e desmontagem das formas), conforme os dados exibidos na Tabela 26. Portanto, nesse cenário, seriam acrescidos R\$16.966,60 ao orçamento, em consequência dos custos administrativos relacionados à solução da Interferência B.

Tabela 26 - Custos administrativos da Interferência F, no cenário “Durante”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	5	605,95	3.029,75
Execução da solução	18	605,95	10.907,10
Retrabalho	5	605,95	3.029,75
Total de custos administrativos (R\$)			16.966,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Após”:

O cenário “Após” remeteria à hipótese em que a estrutura do 5º pavimento já teria sido completamente concretada. Adotou-se que este cenário não se aplica ao estudo, pois seria pouco provável de ocorrer na prática. Na obra, quando os trabalhadores fossem montar as formas da viga de transição em questão, facilmente perceberiam que a altura livre abaixo da mesma (1,80m) é pequena até mesmo para a passagem de um homem de estatura comum. Dessa forma, o erro de projeto seria visivelmente perceptível, provavelmente, ainda durante a execução das formas e, por isso, a concretagem não seria liberada.

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 27, faz-se uma comparação entre os cenários estudados. Percebe-se que quanto mais tarde a falha de projeto é percebida, mais onerosa é a solução e maior é o impacto no orçamento da obra.

Tabela 27 - Comparação entre os cenários para a Interferência F.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	122.486,19	13.936,85	136.423,04
Durante	130.495,51	16.966,60	147.462,11
Após	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

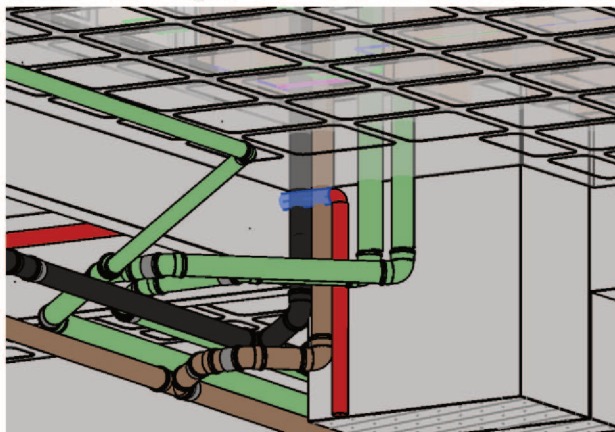
Uma vez que se considerou que o cenário “Após” não se aplica à análise, o cenário “Durante” caracteriza-se por ser o mais crítico, pois, caso metade das formas das vigas do 5º pavimento fossem montadas, não atendendo ao que se exige em relação ao pé direito mínimo, deveriam ser desmontadas e montadas novamente, de maneira a solucionar o problema. Essa situação aumentaria o orçamento em R\$147.462,11 - o que corresponde a 0,378% do valor total da obra.

5.1.7 Interferência G

a) Descrição:

A Interferência G é o conflito originado do atravessamento da tubulação de um hidrante em algumas prumadas de esgoto, no teto do 4º pavimento de garagem. Na Figura 40, ilustra-se o conflito, em azul, onde a tubulação do hidrante, após cruzar a viga de concreto, conflita com duas prumadas de esgoto.

Figura 40 - Interferência G: tubulação do hidrante atravessando prumadas de esgoto.

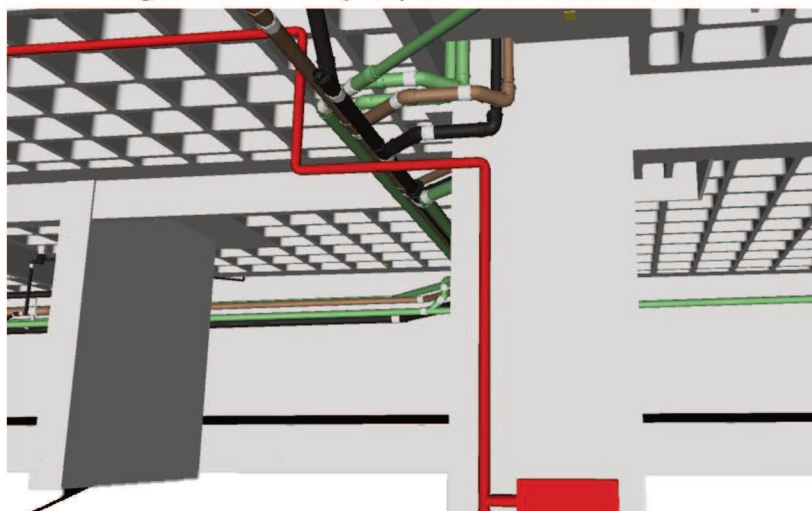


Fonte: Adaptado de *BIMcollab* (2018).

b) Solução:

Para solucionar o impasse, desviou-se a tubulação do hidrante por baixo da viga de concreto e demais prumadas, conforme mostrado na Figura 41. Dessa forma, além de evitar o conflito entre as tubulações, não seria mais necessário prever um furo na viga.

Figura 41 - Solução para a Interferência G.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Observa-se que a solução escolhida modificou o percurso da tubulação do hidrante. Neste caso, com a utilização de ferramentas da plataforma BIM, observou-se que a solução escolhida seria livre de custos, pois, seriam usadas as mesmas quantidades de tubulação e conexões, tanto na situação com o conflito, quanto na situação em que o mesmo foi resolvido. Por isso, mais uma vez, a função primordial do BIM não foi gerar uma economia no orçamento, mas solucionar um problema de qualidade e conformidade dos projetos bidimensionais.

Além disso, destaca-se que, com o emprego do BIM, não seria mais necessário prever um furo na viga. Por isso, sua seção poderia ser reduzida e haveria uma pequena economia de insumos e serviços na execução da mesma. Todavia, essa economia não foi considerada para este estudo, uma vez que, para essa solução, optou-se por manter as dimensões da viga, como no projeto original.

c) Cenários:

Para os três cenários de análise do conflito, determinou-se como referência, no cronograma de obra, a etapa de execução das instalações preventivas contra incêndio do 4º pavimento.

No Quadro 10, são expostas, sucintamente, as medidas tomadas para resolução do problema, em cada cenário, ou seja, em cada momento possível de detecção do conflito.

Quadro 10 - Cenários e medidas para solução da Interferência G.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, reposicionamento da tubulação
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, reposicionamento da tubulação
Após	Não se aplica, pois é impossível atravessar uma tubulação com outra

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenários “Antes” e “Durante”:

Percebeu-se que, nos cenários “Antes” e “Durante”, a solução do conflito seria livre de custos, tal qual na situação em que se faz uso de ferramentas BIM. Logo, não haveria um aumento significativo no orçamento, uma vez que se utilizaria a mesma quantidade de insumos e serviços.

Destaca-se que seria difícil a percepção do problema anteriormente à execução, pois, nos projetos bidimensionais não consta a posição precisa das

tubulações. O cenário mais provável de ocorrer, na prática, é o “Durante”, haja vista que os trabalhadores perceberiam o conflito logo após a tentativa de posicionar as tubulações do hidrante, junto ao pilar. Logo, ocorreria uma pequena paralisação da atividade para contatar o projetista e, depois da revisão do projeto, executar-se-ia o desvio da tubulação do hidrante, de forma a solucionar o problema.

Como a solução executiva para a Interferência G é bastante simples - apenas contorna-se as prumadas de esgoto e a viga com a tubulação do hidrante - o problema é resolvido rapidamente, já que o projeto não necessita de grandes modificações. Portanto, para os dois cenários, não se considerou aumento no orçamento devido aos custos administrativos relacionados à solução. Ademais, neste caso, não haveria retrabalho.

- Cenário “Após”:

O cenário “Após” não se aplica a este caso, pois, na prática, não é possível atravessar, fisicamente, as prumadas de esgoto com a tubulação do hidrante.

d) Comparação de resultados:

Observou-se, nesse caso, que a solução adotada para a Interferência G, independentemente da utilização ou não de ferramentas BIM, não teria influência do aumento do orçamento. Isso decorre do fato de o problema ser simples e de fácil solução no momento da execução.

Não obstante, nesse caso, o uso do BIM fez-se importante para a identificação do problema e adoção de uma solução previamente à execução.

Portanto, em quaisquer dos cenários, esse conflito não geraria custos extras. Na pior das hipóteses, no cenário “Durante”, quando o trabalhador percebe o problema, ele perde algum tempo para cortar a tubulação e desviá-la das prumadas de esgoto. Mesmo assim, essa situação não prejudicaria o orçamento.

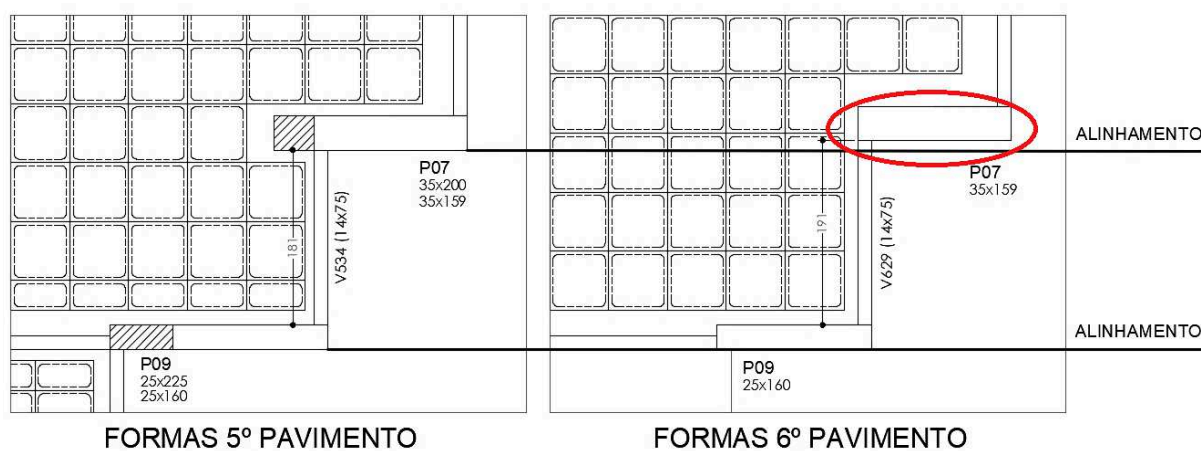
Nesse contexto, destaca-se a importância de uma compatibilização criteriosa. A simples detecção automatizada de *clashes* informa vários conflitos como esse. Como se verificou, nesse caso, um mero conflito geométrico entre elementos não foi difícil de se corrigir, tampouco agregou custo ao orçamento. Portanto, deve-se avaliar, criticamente, conflitos deste tipo, pois, embora sejam erros na concepção do projeto, a compatibilização na plataforma BIM é capaz de corrigi-los, facilmente, sem aumento significativo no orçamento.

5.1.8 Interferência H

a) Descrição:

Como apresentado na Figura 42, a Interferência H é uma incompatibilidade que caracteriza-se por um desalinhamento do pilar P07, entre a planta de formas do 5º pavimento e dos pavimentos superiores, a partir do 6º. Uma linha de chamada, de maior espessura, ilustra o desalinhamento de 10cm na fachada do prédio. Caso não percebido ainda em fase de projeto, poderia acarretar problemas de excentricidade nos pilares, alterando sua distribuição interna de esforços. Além disso, causaria um recuo de 10cm na fachada, comprometendo a estética do empreendimento.

Figura 42 - Interferência H: desalinhamento do pilar.



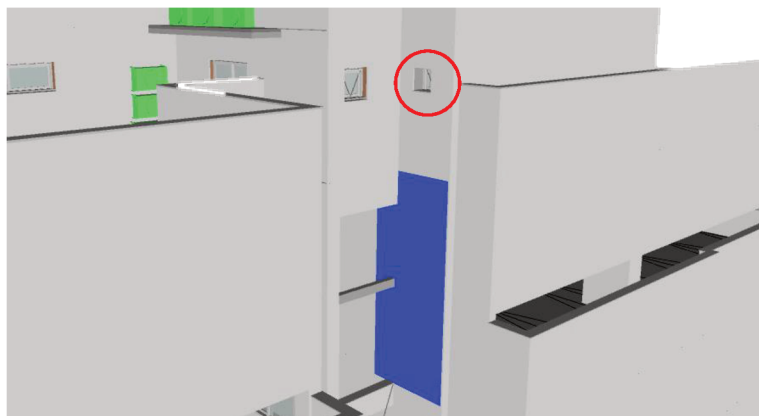
Fonte: Adaptado do projeto estrutural (2018).

b) Solução:

Como solução, recuou-se a parede de alvenaria adjacente ao pilar, em 10cm, fazendo com que as faces externas dos trechos do pilar ficassem alinhadas, como se exibe na Figura 43. Em azul, observa-se o pilar do 5º pavimento alinhado com o pilar do 6º pavimento, em cinza.

É importante destacar que foi necessário deixar furos para as janelas dos banheiros dentro do pilar (em vermelho), uma vez que, devido ao código de obras municipal, não seria possível aprovar o projeto com a esquadria voltada para o recuo lateral do prédio. Logo, tem-se um pilar contínuo, até o topo do prédio, com aberturas para janelas de banheiro, em cada pavimento.

Figura 43 - Solução para a Interferência H.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Para esta incompatibilidade, verificou-se que a solução mais adequada seria o realinhamento das faces externas do pilar em questão, evitando excentricidades e o comprometimento da estética da fachada. Nesse caso, com a utilização de ferramentas da plataforma BIM para identificação do problema, a solução não gerou custos extras ao orçamento. Isso ocorreu pois não se alterou a seção do pilar, apenas alinharam-se as faces externas do mesmo através de seu reposicionamento. Além disso, não se teve gastos com paredes de vedação, pois a economia dos 10cm de alvenaria adjacentes à face externa do pilar foi compensada pela execução dos mesmo 10cm de alvenaria adjacentes à face interna do pilar.

Portanto, mais uma vez, o BIM não foi usado para gerar uma economia em termos de custos, mas para solucionar um problema de qualidade e conformidade dos projetos bidimensionais, concebidos em *AutoCAD*.

c) Cenários:

Como já mencionado, em uma situação em que não se utiliza o BIM, esse desalinhamento, caso mantido, poderia alterar a distribuição interna de esforços no pilar, através da excentricidade. Portanto, antes de se definir os cenários de análise em que o BIM não é utilizado, deve-se destacar que seria necessário o estudo da viabilidade de execução do pilar, nessa situação de desalinhamento, com os projetistas estruturais.

Para determinar os três cenários de análise, ou seja, os possíveis momentos de identificação do problema, escolheu-se como referência, no cronograma de obra, a execução das formas dos pilares do 6º pavimento.

O Quadro 11 mostra, em síntese, as medidas tomadas para resolução do problema, em cada cenário.

Segundo dados da empresa Canteiro AEC, seria necessário 1 dia útil para correção do projeto, haja vista que se trata de uma alteração relativamente simples.

Quadro 11 - Cenários e medidas para solução da Interferência H.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, alinhamento do pilar
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, alinhamento do pilar
Após	Demolição do pilar desalinhado, execução no novo pilar

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Antes”:

Em qualquer dos cenários a solução para o problema seria a mesma - deslocamento de trechos do pilar, a partir do 6º pavimento, para o realinhamento da face externa do mesmo. Para o cenário “Antes”, observou-se que ocorre apenas atraso de 1 dia útil no cronograma, em virtude da reanálise do projeto.

Em termos de custos diretos, neste cenário, mesmo sem a utilização de ferramentas BIM, a solução para o problema seria livre de custo, tal como na situação em que se faz o uso do BIM. Isso ocorre, pois, a solução executiva permaneceria igual e, em ambas as situações, o problema seria percebido anteriormente à execução.

Em relação aos custos administrativos relacionados à solução da Interferência H, nesse cenário, como a execução da estrutura faz parte do caminho crítico, haveria um atraso de apenas um dia útil no cronograma, devido à reavaliação do projeto. Neste caso, não haveria retrabalho, nem atrasos adicionais, já que se trata de uma situação mais favorável, anterior à execução. Logo, haveria um aumento no orçamento de R\$605,95.

• Cenário “Durante”:

Sem a utilização de ferramentas da plataforma BIM, no cenário “Durante”, seria necessária a interrupção na execução dos pilares, em especial a montagem das formas do pilar P07. Considerou-se que as formas para esse pilar já tivessem sido montadas quando o desalinhamento foi percebido. Após o tempo de mobilização para revisão do projeto, desmontam-se os 15m² de formas que foram executadas erradas.

Os dados para esse serviço são expostos na Tabela 28. Observa-se um aumento no orçamento de apenas R\$278,07.

Tabela 28 - Composição de custos diretos da solução da Interferência H.

Montagem e desmontagem de forma para pilares com chapa compensada plastificada #12mm, 5 reaproveitamentos					
Quantidade	15		Unidade	m ²	
Descrição	Tipo	Un	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MOD	h	0,6	10,74	6,01
Ajudante de carpinteiro	MOD	h	0,14	8,37	1,17
Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1mm x Ø3mm	MAT	kg	0,2	14,96	2,99
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,02	7,61	0,15
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					7,19
Total mão de obra, com encargos sociais (R\$)					15,39
Total outros itens, sem taxas (R\$)					3,14
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					18,54
Total geral, com encargos sociais (R\$)					278,07

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para os custos administrativos associados à Interferência H, nesse cenário, permaneceria 1 dia útil de atraso devido à reanálise do projeto. Não se considerou atraso devido ao retrabalho, pois trata-se de um serviço pequeno e que pode ser rapidamente executado. Logo, haveria um aumento no orçamento de R\$605,95.

• Cenário “Após”:

No cenário “Após”, os pilares seriam concretados com as faces externas desalinhadas, conforme os projetos bidimensionais. Portanto, para resolução do problema, seriam necessários gastos extras com demolição. Isso acarretaria no aumento dos custos diretos da obra.

Na Tabela 29, exibem-se os custos diretos da solução no cenário “Após”. Observa-se que haveria um aumento de R\$10.332,57 no orçamento, em consequência do serviço de demolição, bem como dos insumos desperdiçados com ele.

Tabela 29 - Custos diretos da solução da Interferência H, no cenário “Após”.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático	m ²	2,5	449,30	1.123,24
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para pilares com chapa compensada plastificada #12mm, 5 reapr.	m ²	15	57,57	863,60
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5mm, corte, dobra e montagem	kg	113	10,28	1.161,34
Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø de 16 até 25mm, corte, dobra e montagem	kg	467	13,10	6.119,38
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos	m ³	2,5	426,00	1.065,00
Total				10.332,57

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Além desses custos, deve-se considerar, o aumento no orçamento devido aos custos administrativos, decorrentes do tempo para reanálise do projeto e o consequente atraso no andamento das atividades, haja vista que, a etapa de execução da estrutura de concreto faz parte do caminho crítico.

Como já mencionado, seria necessário 1 dia útil para a correção do projeto. Além disso, para a mensuração do tempo necessário para a demolição e execução do novo pilar, utilizou-se as composições da TCPO de demolição de estruturas de concreto; fabricação e montagem de formas de pilares; corte, dobra e montagem de armaduras; e fabricação, lançamento e adensamento de concreto.

Verificou-se que seriam necessários 3 dias extras no calendário de obra não previstos inicialmente: um para demolição do pilar e fabricação/montagem das novas formas; um para corte/dobra/montagem de armaduras; e outro para a concretagem. Considerou-se 2 serventes para a atividade de demolição, 3 carpinteiros para fabricação/montagem de formas, e 8 armadores para corte/dobra/montagem das armaduras.

Adotaram-se essas equipes de trabalho, com jornadas diárias de 8 horas, devido à emergência de resolução do problema e à limitação de espaço físico para se trabalhar em uma mesma atividade.

Na Tabela 30, são expostos os dados para os custos administrativos associados à solução da Interferência H, no cenário “Após”. Observa-se um aumento de R\$2.423,80 no orçamento.

Tabela 30 - Custos administrativos da Interferência H, no cenário “Após”.

Etapa	Nº de dias úteis	Custo adm. por dia (R\$)	Total (R\$)
Correção do projeto	1	605,95	605,95
Retrabalho (demolição)	1	605,95	605,95
Retrabalho (nova estrutura)	2	605,95	1.211,90
Total de custos administrativos (R\$)			2.423,80

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 31, apresenta-se uma comparação entre os cenários de estudo. Percebe-se que, nos cenários “Antes e “Durante”, não haveria um aumento significativo no orçamento.

Tabela 31 - Comparação entre os cenários para a Interferência H.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	Não significativo	605,95	605,95
Durante	278,07	605,95	884,02
Após	10.332,57	2.423,80	12.756,37

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Todavia, caso o problema fosse percebido somente no cenário “Após”, depois da concretagem no pilar, os custos para resolução do problema seriam mais altos, devido, principalmente, ao serviço de demolição da estrutura e aos gastos com o desperdício de insumos. Nesse caso, esse cenário caracterizaria-se por ser o mais crítico, com um aumento de no orçamento de R\$12.756,37 - o que corresponde a 0,033% do valor total da obra.

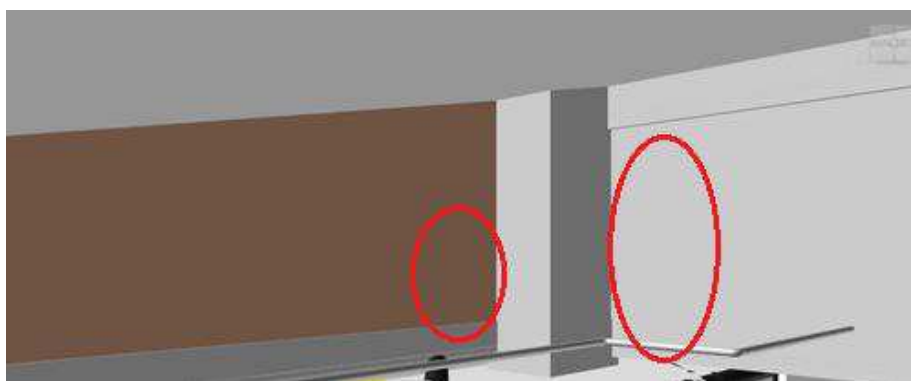
5.1.9 Interferência I

a) Descrição:

Descreve-se a Interferência I, classificada como incompatibilidade, como a falta de acesso à casa de máquinas, localizada no pavimento térreo, sob a rampa de acesso aos pavimentos de garagem. Não foram previstas aberturas (esquadrias) para o acesso de pessoas no projeto arquitetônico.

Ilustra-se o problema na Figura 44. Em vermelho, destacam-se os locais onde deveriam ser locadas as aberturas na alvenaria.

Figura 44 - Interferência I: ausência de acesso à casa de máquinas.



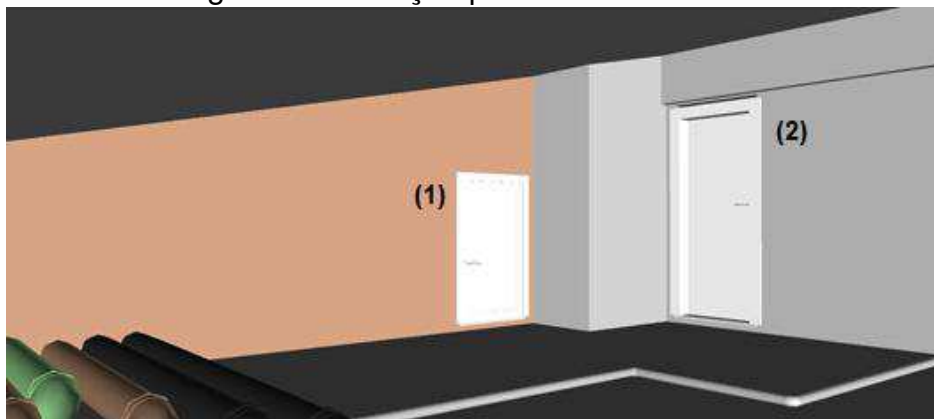
Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

b) Solução:

Para resolução do problema, previu-se duas aberturas na alvenaria de vedação: uma menor, com 0,80m x 1,30m, com acesso à área externa; e outra maior, com 0,80m x 1,95m, com acesso à recepção do prédio.

Na Figura 45, exibe-se como foram projetadas as aberturas para solução da Interferência I. Observa-se, em (1), a abertura menor e, em (2), a maior.

Figura 45 - Solução para a Interferência I.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

A execução das aberturas para a o acesso à casa de máquinas economiza uma pequena quantidade de alvenaria. Em contrapartida, há necessidade de fazer requadros no reboco para as aberturas, bem como instalar as esquadrias que não foram previstas no orçamento inicial. Considerou-se que a economia com os materiais/serviços que não foram necessários, devido às aberturas na alvenaria, foi compensada pelos gastos com materiais/serviços para os requadros.

Verificou-se, através da Tabela 32, que, mesmo com a utilização de ferramentas da plataforma BIM, a solução para a Interferência I não seria livre de custos, visto que haveria um aumento no orçamento de aproximadamente R\$1.209,52 devido à aquisição e instalação das esquadrias. Esse gasto é necessário, e se não o fosse feito, comprometeria o acesso à casa de máquinas.

Por isso, nesse caso, a principal função das ferramentas da plataforma BIM foi solucionar um problema de qualidade da construção, e não gerar uma economia em termos de custos.

Tabela 32 - Composição de custos diretos da solução da Interferência I.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Porta em alumínio, de abrir, tipo veneziana com guarnição, fixação com parafusos, incluso dobradiças - fornecimento e instalação (incluso mão de obra)	m ²	0,84	754,27	633,59
Porta de madeira, maciça, 3,5cm de espessura, incluso dobradiças - fornecimento e instalação (incluso mão de obra)	m ²	1,26	457,09	575,93
Total				1.209,52

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

c) Cenários:

Com relação aos três cenários de análise, determinou-se como referência, no cronograma de obra, a execução da alvenaria de vedação da casa de máquinas, no pavimento térreo.

No Quadro 12, indicam-se, em resumo, as medidas tomadas para resolução da incompatibilidade, em cada cenário; ou seja, em cada momento possível de identificação do problema.

Quadro 12 - Cenários e medidas para solução da Interferência I.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, locação das aberturas
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, locação das aberturas
Após	Não se aplica

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Como mostrado anteriormente, os arquitetos deveriam ser contatados para locação das aberturas na alvenaria e especificação das esquadrias. Segundo dados da empresa Canteiro AEC, essa correção no projeto demoraria, em média, um dia útil, pois trata-se de uma incompatibilidade de fácil resolução.

• Cenário “Antes”:

Esse cenário seria o mais provável de ocorrer na prática, visto que durante a leitura do projeto, seria fácil a percepção de que não foram previstas as aberturas nas paredes de alvenaria. De toda forma, os trabalhadores teriam que deixar uma abertura para o acesso à casa de máquinas, a permitir o trabalho em seu interior. Logo, em termos de custos diretos, nesse cenário, os gastos para essa solução seriam semelhantes à situação em que o BIM é utilizado, ou seja, em ambos os casos, a solução não seria livre de custo - seria necessário um gasto de R\$1.209,52 não previsto no orçamento inicial.

Como se trata da execução da alvenaria de vedação de um ambiente relativamente pequeno, a atividade, que não faz parte do caminho crítico no planejamento da obra, poderia ser postergada sem o consequente atraso de outras atividades. Assim, não se considerou, nesse cenário, custos administrativos associados à solução da Interferência I.

• Cenário “Durante”:

De maneira semelhante, se o problema fosse detectado no momento da execução da alvenaria, uma pequena paralisação da atividade seria necessária. Contudo, na prática, os trabalhadores deixariam uma abertura na parede, para passagem de pessoas, de qualquer forma.

Após a confirmação da posição e das dimensões das esquadrias, com os arquitetos, os trabalhadores poderiam voltar à execução da alvenaria. Portanto, neste

cenário, mantêm-se os gastos de R\$1.209,52 devido ao custo direto para resolução do problema, e nenhum gasto extra referente aos custos administrativos associados à solução da Interferência I.

• Cenário “Após”:

O cenário “Após” não se aplica ao estudo, visto que seria muito improvável que os trabalhadores deixassem a casa de máquinas enclausurada, sem acesso, já que é necessária a passagem dos mesmos para seu interior, durante a própria execução. Dessa forma, não se fez análises para este cenário.

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 33, apresenta-se uma comparação entre os cenários de estudo. Percebe-se que, como o problema seria, de certa forma, percebido e resolvido, facilmente, em obra, uma vez que os trabalhadores deixariam passagens na alvenaria para a circulação de pessoas, esta interferência não impacta, de forma significativa no aumento do orçamento.

Tabela 33 - Comparação entre os cenários para a Interferência I.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	1.209,52	Não significativo	1.209,52
Durante	1,209,52	Não significativo	1.209,52
Após	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

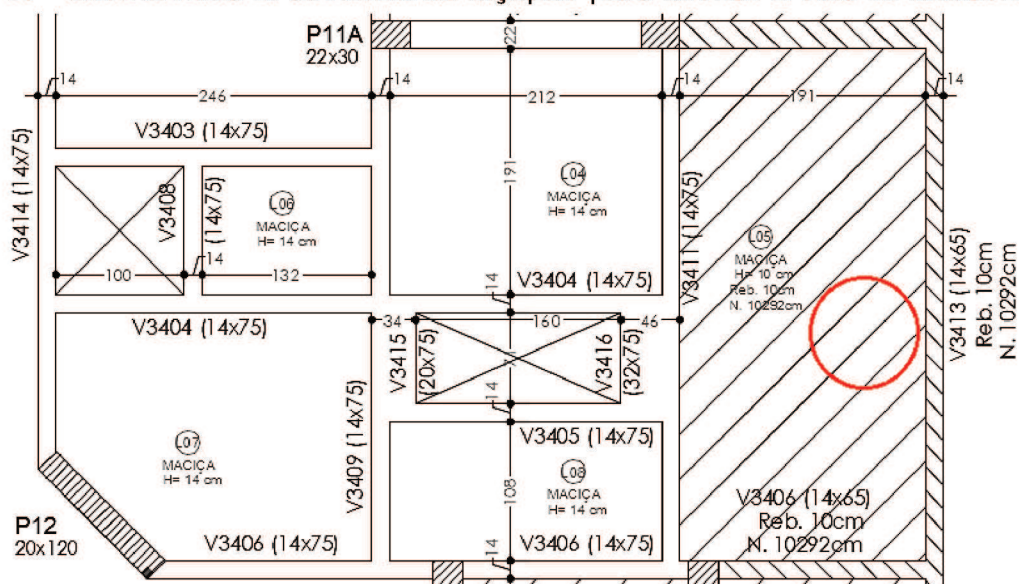
Nos cenários “Antes” e “Durante”, percebeu-se que o único aumento no orçamento seria devido à aquisição e instalação das esquadrias, que não foram previstas inicialmente. Em ambos os cenários analisados, haveria um aumento no orçamento em R\$1.209,52 (o que corresponde a 0,003% do valor total da obra).

5.1.10 Interferência J

a) Descrição:

A Interferência J, classificada como incompatibilidade, é descrita como a falta de acesso à sala de motobombas, através de um alçapão, na laje maciça do pavimento reservatório. Tal qual a Interferência D, o projetista não contemplou essa abertura, como mostrado, através do círculo vermelho, na Figura 46.

Figura 46 - Interferência J: ausência de alçapão para acesso à sala de motobombas.

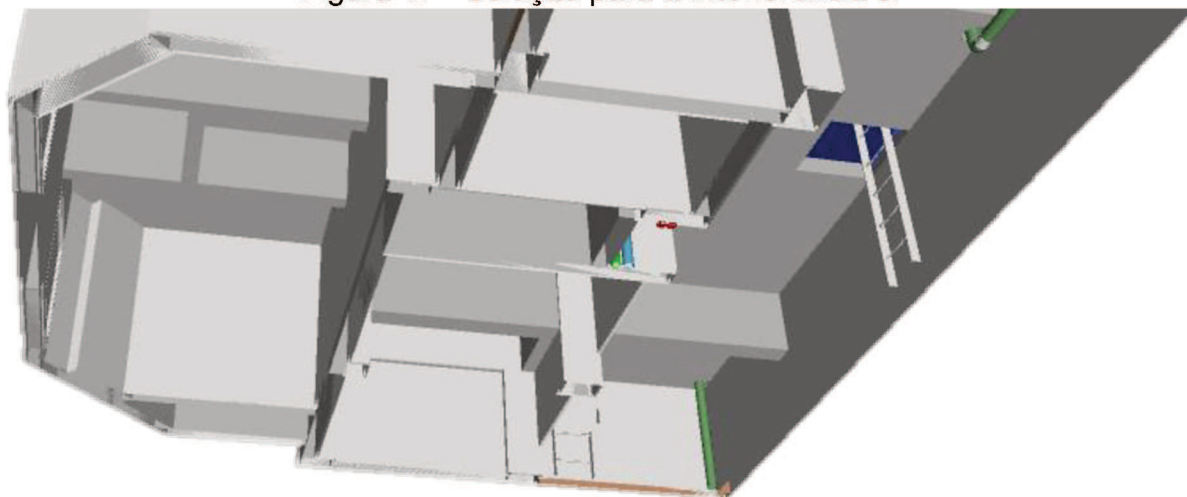


Fonte: Adaptado do projeto estrutural (2018).

b) Solução:

De forma a solucionar a adversidade, previu-se uma abertura de 70cm x 70cm na laje do pavimento reservatório, como se exhibe, em azul, na Figura 47.

Figura 47 - Solução para a Interferência J.



Fonte: Adaptado do modelo tridimensional (2018).

Nesse sentido, o projetista deveria ser contatado para correção do projeto, pois seria necessário prever reforços de armadura nas bordas da abertura. Segundo a empresa Canteiro AEC, essa correção demoraria, em média, 1 dia útil, haja vista que os projetistas já possuem modelos prontos para reforços de aberturas desse tipo.

Com a utilização de ferramentas da plataforma BIM, obteve-se uma economia de 0,05m³ de concreto e de 0,21m² de formas. No entanto, precisou-se reforçar a abertura na laje com vergalhões de aço. Dessa forma, considerou-se que a pequena economia com insumos (concreto e formas) foi compensada com os pequenos gastos com insumos não previstos (aço). Por isso, em termos de custos diretos para essa solução, a utilização do BIM não agregou custo ao orçamento.

Por isso, nesse caso, as ferramentas BIM não foram utilizadas para gerar uma economia em termos de custos, mas para solucionar um problema de qualidade e conformidade dos projetos em *AutoCAD*, haja vista que o mesmo mostrou-se ineficiente quanto ao acesso à sala de motobombas.

c) Cenários:

Com relação aos três cenários de análise, determinou-se como referência, no cronograma de obra, a montagem das formas da laje do pavimento reservatório.

No Quadro 13, indicam-se, em resumo, as medidas tomadas para resolução do problema, em cada cenário; ou seja, em cada momento possível de detecção.

Quadro 13 - Cenários e medidas para solução da Interferência J.

Cenário	Medidas para solução do problema
Antes	Reanálise e correção do projeto, execução do vazio
Durante	Paralisação da execução (tempo de mobilização), correção do projeto, execução do vazio
Após	Demolição de parte da laje maciça, execução do vazio, acabamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

• Cenário “Antes”:

A solução do problema seria, em qualquer dos cenários, a mesma: execução de um vazio na laje para alocação do alçapão de acesso. Em termos de custos diretos, comparando-se o cenário “Antes” com o cenário de utilização do BIM, não haveria uma diferença significativa, pois, a solução executiva permanece igual. Ou seja, em ambos os casos, a solução não agregaria custo ao orçamento inicial.

Em relação aos custos administrativos relacionados à solução, nesse cenário, haveria um atraso de um dia útil devido à reavaliação do projeto. Neste caso, não haveria retrabalho, nem atrasos adicionais, já que se trata de uma situação mais favorável, anterior à execução. Logo, haveria um aumento no orçamento de R\$605,95.

• Cenário “Durante”:

Caso a interferência fosse identificada durante a montagem das formas da laje maciça do pavimento reservatório, seria necessária a paralização da execução dessa atividade. Apesar disso, neste cenário, assim como no cenário “Antes”, os custos diretos e administrativos associados à solução, não têm grande influência no aumento do orçamento total da obra. Mesmo que fosse necessário o recorte das formas da laje e o reforço (armadura) para a abertura, como explicado anteriormente, os insumos necessários e o tempo despendido para isso não seriam significativos para o aumento do orçamento. Logo, manter-se-ia o aumento no orçamento de R\$605,95, devido à revisão do projeto.

• Cenário “Após”:

Neste cenário, a laje seria concretada para todo o pavimento de acordo com os projetos bidimensionais, sem a previsão do vazio. Dessa forma, os gastos extras com demolição de parte da laje acarretariam no aumento dos custos diretos da obra.

Considerou-se que seria demolida uma faixa de 50cm de largura além das dimensões da abertura. Como a laje maciça possui 10cm de espessura, dever-se-ia demolir um volume de concreto de 0,29m³.

Na Tabela 34, são expostos os insumos perdidos com a demolição, bem como o próprio serviço de demolição. Observa-se um aumento de R\$575,17 no orçamento.

Tabela 34 - Custos diretos da solução da Interferência J, no cenário “Após”.

Serviço	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático	m ³	0,29	449,30	130,30
Fabricação, montagem e desmontagem de forma para lajes com chapa compensada plastificada #12 mm, 5 reapr.	m ²	3	49,17	147,51
Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,0 até 7,0mm, corte, dobra e montagem	kg	7	10,23	71,58
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos	m ³	0,53	426,00	225,78
Total				575,17

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para os custos administrativos associados à Interferência J, nesse cenário, além do tempo despendido para a concepção do novo projeto e verificação da solução mais adequada (1 dia útil), o retrabalho também atrasaria o cronograma da obra e geraria custos extras, tendo em vista que a execução da estrutura das lajes faz parte do caminho crítico. Com base em composições da TCPO, considerou-se um dia de retrabalho, em que seria feita a demolição de parte da laje, a remontagem das formas e concretagem da nova estrutura, contemplando a abertura na laje. Portanto, haveria dois dias de atraso, aumentando o orçamento em R\$1.211,90.

d) Comparação de resultados:

Na Tabela 35, apresenta-se uma comparação entre os cenários de estudo. Percebe-se que quanto mais tarde a falha de projeto é percebida, mais onerosa é a solução e maior é o impacto no orçamento e planejamento da obra.

Tabela 35 - Comparação entre os cenários para a Interferência J.

Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Total (R\$)
Antes	Valor não significativo	605,95	605,95
Durante	Valor não significativo	605,95	605,95
Após	575,17	1.211,90	1.787,07

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Portanto, o cenário “Após” se caracterizou por ser o mais crítico dentre os três, como já esperado, uma vez que se a laje fosse concretada sem a previsão de uma abertura para a alocação do alçapão de acesso à sala de motobombas, posteriormente, parte dela deveria ser demolida e reconstruída. Essa situação aumentaria o orçamento em R\$1.787,07 - o que corresponde a 0,005% do valor total da obra.

5.2 COMPARAÇÃO ENTRE AS INTERFERÊNCIAS

Na Tabela 36, elabora-se um compilado final entre os custos para as soluções das interferências analisadas, nos três cenários possíveis de detecção do problema. Mostra-se os custos direto, administrativo e total associados à solução de cada interferência. Ademais, compara-se o custo total das interferências com o custo total da obra (R\$39.000.000,00, segundo a empresa responsável pelo orçamento).

Tabela 36 - Comparação entre os custos de solução das interferências.

Interferências	Cenários	Custo direto (R\$)	Custo administrativo (R\$)	Custo total (R\$)	Porcentagem em relação ao custo total
A	Antes	-8.124,05	1.817,85	-6.306,20	-0,016%
	Durante	-8.124,05	1.817,85	-6.306,20	-0,016%
	Após	*	*	*	*
B	Antes	80.544,08	6.665,45	87.209,53	0,224%
	Durante	88.553,41	7.877,35	96.430,76	0,247%
	Após	574.123,13	55.747,40	629.870,53	1,615%
C	Antes	**	3.029,75	3.029,75	0,008%
	Durante	585,48	3.029,75	3.615,23	0,009%
	Após	9.079,70	4.847,60	13.927,30	0,036%
D	Antes	**	1.817,85	1.817,85	0,005%
	Durante	310,55	2.423,80	2.734,35	0,007%
	Após	3.492,23	3.029,75	6.521,98	0,017%
E	Antes	**	605,95	605,95	0,002%
	Durante	**	605,95	605,95	0,002%
	Após	1.589,01	1.817,85	3.406,86	0,009%
F	Antes	122.486,19	13.936,85	136.423,04	0,350%
	Durante	130.495,51	16.966,60	147.462,11	0,378%
	Após	*	*	*	*
G	Antes	**	**	**	**
	Durante	**	**	**	**
	Após	*	*	*	*
H	Antes	**	605,95	605,95	0,002%
	Durante	278,07	605,95	884,02	0,002%
	Após	10.332,57	2.423,80	12.756,37	0,033%
I	Antes	1.209,52	**	1.209,52	0,003%
	Durante	1.209,52	**	1.209,52	0,003%
	Após	*	*	*	*
J	Antes	**	605,95	605,95	0,002%
	Durante	**	605,95	605,95	0,002%
	Após	575,17	1.211,90	1.787,07	0,005%

* O cenário não se aplica à análise.

** Valor não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 CONCLUSÃO

Os objetivos principais do trabalho foram atingidos, uma vez que se conseguiu fazer uma análise do impacto dos custos das soluções das interferências em um projeto residencial multifamiliar, integrado e compatibilizado na plataforma BIM.

Através da análise de 10 interferências encontradas no projeto, durante sua compatibilização em um ambiente tridimensional, foi possível ilustrar suas soluções executivas e estimar os custos associados a elas, de forma a verificar o impacto desses custos na alteração do orçamento, considerando-se diferentes cenários.

Embora existam outras possíveis soluções para as interferências estudadas, julgou-se necessário expor, neste estudo de caso, as soluções propostas pela empresa responsável pela compatibilização do projeto. Isso aproximou os dados obtidos da realidade da empresa, visto que as estimativas de custo levantadas levam em consideração todo o processo execução da solução adotada.

Observou-se que, caso não se compatibilize um projeto através da plataforma BIM, quanto mais tarde se percebe uma interferência em obra, mais onerosa é sua solução. Isso já era esperado, dados os benefícios teóricos do BIM. Nesse sentido, atingiu-se mais um objetivo do trabalho, que era mostrar o quão onerosa pode ser essa solução, caso não percebida anteriormente à execução.

A maior dificuldade encontrada no estudo foi avaliar os custos administrativos associados às soluções de cada interferência. Entende-se que não são apenas seus custos diretos que pesam no orçamento e, por isso decidiu-se quantificar, também, possíveis gastos administrativos relacionados às soluções.

Nesse sentido, procurou-se estudar, junto à empresa Canteiro AEC, a influência do atraso das atividades da obra devido à correção do projeto. Além disso, para o levantamento de dias para a execução da solução ou de retrabalho, foi necessário adotar algumas hipóteses. Embora esses dados sejam subjetivos, já que podem variar na prática, devido ao número grande de variáveis, estende-se que os resultados obtidos refletem o que ocorre na realidade. Ou seja, quando uma atividade que faz parte do caminho crítico é interrompida, há um atraso no cronograma da obra, e isso traz um aumento significativo no orçamento.

Apesar de terem sido analisadas apenas 10 de 222 interferências encontradas durante a compatibilização, os resultados do estudo são pertinentes e coerentes para legitimar as vantagens da tecnologia BIM.

Erros, muitas vezes, são difíceis de se prever. Entretanto, em situações em que se soluciona o problema sem uma análise criteriosa, eles podem ser mais recorrentes. Mesmo que esse estudo de caso não tenha se aprofundado na análise de um empreendimento sem compatibilização, haja vista a criação de hipóteses pelo autor, acredita-se que os resultados obtidos conseguiram mensurar o que ocorre na prática.

Por isso, conclui-se que esse estudo de caso pode servir como um parâmetro para auxiliar no levantamento de custos de soluções para interferências de futuros projetos da empresa, de forma a validar os benefícios da tecnologia BIM para seus clientes. Dessa forma, pode-se convencê-los que sua utilização é vantajosa, não apenas em termos de custos, mas principalmente no que diz respeito à qualidade e conformidade de projeto.

6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante destacar que a metodologia de modelagem realizada pela empresa Canteiro AEC visa à compatibilização de projetos e à qualidade do empreendimento. Dessa forma, as soluções multidisciplinares adotadas pela empresa fazem com que o projeto fique mais assertivo, de forma a evitar indefinições e indecisões durante as etapas execução da obra. Por isso, muitas vezes, a utilização de ferramentas da plataforma BIM não gera economia no orçamento. Isso ocorre porque o BIM é utilizado para compatibilizar projetos já concebidos, anteriormente, em *AutoCAD*. Caso o BIM fosse utilizado desde o princípio, poder-se-ia obter também, a otimização de processos e a economia de insumos e serviços.

Segundo a empresa Canteiro AEC, um dos principais motivos de atraso na entrega de obras é a quantidade de pendências que são deixadas para se resolver apenas no momento da execução. Nesse contexto, surge a compatibilização auxiliada pela tecnologia BIM. Ela resulta em soluções bem pensadas para as interferências, e isso, indiretamente, acarreta em menos erros e mais velocidade durante a obra.

A utilização do BIM para a compatibilização tem um impacto significativo no orçamento. Entretanto, muitas vezes, a análise desse impacto pode se tornar subjetiva. Isso decorre principalmente do fato de que se deve lidar com variáveis qualitativas (decisões tomadas para solução dos problemas, com o auxílio da tecnologia) e quantitativas (números de interferências encontradas). Ainda assim, percebeu-se que a utilização de ferramentas BIM para compatibilização é muito vantajosa, em termos de custos, uma vez que se compatibilizado em um ambiente

bidimensional, o projeto é muito mais propenso a erros, indefinições e conseqüentemente, a um aumento maior no orçamento.

É importante destacar que a compatibilização não é apenas a união de todos os projetos em um ambiente virtual e tridimensional. Trata-se de um processo que deve ser conduzido de maneira correta para se atingir um resultado satisfatório. São necessárias uma visão crítica sobre os aspectos técnicos e construtivos e a realização de reuniões de alinhamento com as equipes do projeto. Concomitantemente, utiliza-se da modelagem multidisciplinar para a identificação de interferências, convergindo todo o processo de compatibilização para um retorno financeiro maior sobre o investimento no BIM.

A análise crítica das interferências fornece bons resultados e é, de fato, aplicável ao projeto estudado. É necessário, entretanto, ter-se em mente que o BIM é um conjunto de ferramentas que auxilia no processo de compatibilização, mas não é somente sua utilização que rege a qualidade do produto final. Deve-se verificar cada um dos problemas, de forma a identificar os que realmente importam, na prática.

Portanto, a compatibilização é mais relevante que o BIM, em termos de redução de custos. O BIM se apresenta, nesse contexto, como um importante conceito que possibilita o processo de uma compatibilização mais impactante e substancial.

A promoção da compatibilização através da tecnologia BIM, nesse estudo, mostrou-se coerente para a resolução das interferências encontradas no projeto. Além desse benefício do BIM, muitos outros foram apresentados no decorrer do trabalho e servem como base para validar a premissa de que a utilização da ferramenta é vantajosa em diversos aspectos. Contudo, de nada adianta uma ferramenta poderosa se não se fizer seu bom uso. Por isso, cabe aos profissionais da indústria AEC usufruírem das funcionalidades das ferramentas BIM de forma inteligente e correta.

6.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se avaliar mais interferências de um projeto compatibilizado na plataforma BIM, com a finalidade de se obter um resultado mais condizente com a realidade do empreendimento.

Outra sugestão é proposta de novas soluções executivas, baseadas na própria metodologia de execução da construtora ou até mesmo em normas vigentes, a fim de se obter um comparativo entre as possíveis soluções.

Além disso, sugere-se o estudo mais aprofundado do impacto da utilização do BIM no planejamento da obra, através de uma verificação minuciosa de seu cronograma e de uma avaliação mais precisa acerca dos custos administrativos associados às soluções.

Também seria interessante avaliar o custo da compatibilização auxiliada pelas ferramentas da plataforma BIM. Esse não foi o objetivo deste trabalho, mas o estudo comparativo entre quanto se deve investir para implantar o BIM e o retorno financeiro advindo dessa implantação é muito importante, uma vez que quantifica, de forma mais objetiva, o quanto vantajosa é a compatibilização auxiliada pelo BIM.

REFERÊNCIAS

ALDER, M. A. **Comparing Time and Accuracy of Building Information Modeling to On-Screen Takeoff for a Quantity Takeoff of a Conceptual Estimate**. Master's thesis - Brigham Young University, Brigham, United States of America, 2006. 105p.

ALVARENGA, D. Construção civil se retrai em 2017 e segura recuperação da economia. **G1**, 8 out. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/construcao-civil-se-retrai-em-2017-e-segura-recuperacao-da-economia.ghtml>> Acesso em: 7 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721**: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios de edifícios. Rio de Janeiro, 2006. 59p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002. 7p.

AUTODESK, 2018. **Autodesk AutoCAD**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview>> Acesso em: 8 abr. 2018.

AUTODESK, 2018. **Autodesk Revit**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit-family/overview>> Acesso em: 18 fev. 2018.

AUTODESK, 2018. **Autodesk Navisworks**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>> Acesso em: 18 fev. 2018.

AUTODESK, 2018. **Autodesk Navisworks Freedom**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/autodesk-navisworks-freedom>> Acesso em: 8 abr. 2018.

AUTODESK, 2007. **BIM and Cost Estimating**. 2007. Disponível em: <http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf> Acesso em: 30 mai. 2018.

AVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. **Gestão do Controle e Planejamento de Empreendimentos**. Florianópolis: Edição dos autores, 2013. 512p.

AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry, Leadership and Management in Engineering**. Leadership and Management in Engineering, 2011. p. 241-252.

BADRA, P. A. L. **Guia Prático de Orçamento de Obras: do escalímetro ao BIM**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2012. 266p.

BEST SOFTWARE, 2018. **BEST SOFTWARE: Tecnologia para construção.** Disponível em: <<http://bestsw.com.br/produtos/autodesk-sofwares/revit/recursos/>> Acesso em: 18 fev. 2018.

BIM BUILDING, 2017. **BIM Building por AB Engineering.** Disponível em: <<http://www.bim-building.com/objectifs-bim/e-construction/>> Acesso em: 5 nov. 2017.

BIMCOLLAB, 2018. **BIMcollab.** Disponível em: <<http://www.bimcollab.com/>> Acesso em: 8 abr. 2018.

BIM EXPERTS, 2017. **BIM Experts.** Disponível em: <<http://bimexperts.com.br/bim-e-os-niveis-de-desenvolvimento/>> Acesso em: 5 nov. 2017.

BIM EXPERTS, 2018. **BIM Experts.** Disponível em: <<http://bimexperts.com.br/naviswork-manage-recursos-e-possibilidades/>> Acesso em: 18 fev. 2018.

BUILDING SMART, 2018. **Building SMART: International home of openBIM.** Disponível em: <<http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/implementations>> Acesso em: 01 abr. 2018.

CAPRIMM, 2017. **Caprimm: Bureau D'Études et Ingénierie Concepteur D'Espaces Tertiaires.** Disponível em: <<http://www.caprimm.fr/actualites/>> Acesso em: 28 out. 2017.

CAMPBELL, D. A. **Modeling Rules.** Architecture Week, 2006. Disponível em: <http://www.architectureweek.com/2006/1011/tools_1-1.html> Acesso em: 22 out. 2017.

CARDOSO, M. A. P. M.; ALMEIDA, A. A. D. **BIM: Novas tecnologias e metodologias na engenharia: estudo de padrões atuais NBIMS.** Monografia - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013. 38p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Fundamentos BIM - Parte 1: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras.** Brasília: CBIC, 2016. 120p.

COSTA, D. Instabilidade política, corrupção e desemprego disparam no Brasil em relação aos vizinhos. **O GLOBO**, 08 ago. 2017. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/instabilidade-politica-corrupcao-desemprego-disparam-no-brasil-em-relacao-aos-vizinhos-21451310>> Acesso em: 7 abr. 2018.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos.** Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. 86p.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis.** 9. ed. Rio de Janeiro: Sindicato dos Editores de Livros, 2011. 219p.

DICAS DE BIM, 2017. **Dicas de BIM**. Disponível em: <<http://dicasdebim.tilab.com.br/1001bit-tools-crie-automaticamente-escadas-telhados-paredes-e-mais/>> Acesso em: 26 nov. 2017.

DOUGLAS, C. E. **The Effects of Building Information Modeling on Construction**. Master's thesis - Faculty of Civil and Environmental Engineering, University of Maryland, Baltimore, United States of America, 2010. 314p.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho, Revisão Técnica: Eduardo Toledo Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014. 503 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 175 p. (p. 55).

GRAPHISOFT, 2018. **Tudo sobre o Archicad**. Disponível em: <<http://archicad.com/br/all-about-archicad/>> Acesso em: 18 fev 2018.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008. 49p.

HARON, A.; MARSHALL-PONTING, A.; AOUAD, G. **Building Information Modelling: Literature Review on Model to Determine the Level of Uptake by Organisation**. United Kingdom: University of Salford, 2010. 19p.

IBRAHIM, M.; KRAWCZYK, R.; SCHIPPORIET, G. **Two Approaches to BIM: A Comparative Study**. College of Architecture, Illinois Institute of Technology, United States of America, 2004. Disponível em: <<http://mypages.iit.edu/~krawczyk/miecad04.pdf>> Acesso em: 24 nov. 2017.

INSTITUTO DE ENGENHARIA (IE). **NORMA TÉCNICA IE: Nº 01/201**: Norma técnica para elaboração de orçamento de obras de construção civil. 2011. 151p.

KASSEM, M.; DE AMORIN, S. R. L. **BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília, 2015. 162p.

MACLEAMY, P. **The Future of the Building Industry - The Effort Curve**. 2010. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=9bUIBYc_GI4 Acesso em: 2 jul. 2018.

MARIZ FILHO, M. V. A. P. **Análise e modelagem do desempenho térmico de edificação, com estudo de caso com atendimento de requisitos normativos do Brasil e Portugal**. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. 77p. (p. 8)

MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini, 2006. 281p. (p. 24).

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **SmartMarket Report on the business value of BIM for construction in major global markets: how contractors around the world are driving innovation with building information modelling.** Bedford, Massachusetts, United States of America: McGraw Hill Construction, 2014. 60 p.

MENEZES, G. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18. n. 22, 2011. 171 p.

MUTTI, C. N. **Administração da Construção: ECV 5307.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. 138p.

MUTTI, C. N. **Guia Prático para Trabalho de Conclusão de Curso em Construção Civil: Graduação e Pós-Graduação.** Florianópolis: Secco, 2008. 87 p.

NATIONAL BUILDING SPECIFICATION (NBS). **NBS National BIM Report 2017.** RIBA Enterprises Ltd, 2017. Disponível em: <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2017>> Acesso em: 30 mar. 2018.

NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios.** In: Workshop nacional: Gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 1. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

PINI. **TCPO: Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos.** São Paulo: Pini, 2010. 13. ed. 640p.

PINI, 2013. **Pesquisa mostra que mais de 90% dos arquitetos e engenheiros pretendem utilizar o BIM em até cinco anos.** Disponível em: <http://piniweb17.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/artigo291885-2.aspx>> Acesso em: 31 mar. 2018.

PINI, 2018. **Volare.** Disponível em: <http://conteudo.pini.com.br/pinitech>> Acesso em: 30 mai. 2018.

REDDY, K. P. **BIM For Building Owners and Developers: Making a Business Case for Using BIM on Projects.** United States of America: Wiley, 2012. 240 p.

RIBEIRO, D. C. **Avaliação da aplicabilidade do IPD em Portugal.** Porto: Faculdade de Engenharia do Porto, 2012.

SAMPAIO, F. M. **Orçamento e Custo da Construção.** 1. Ed. Brasília: Hemus, 1989. 289p.

SIENGE, 2018. **Sienge: Engenharia e Integração BIM.** Disponível em: <https://www.sienge.com.br/>> Acesso em: 30 mai. 2018.

SINAPI, 2018. **Relatório de Insumos e Composições - mar/2018 - sem desoneração.** Disponível em: http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662> Acesso em: 23 abr. 2018.

SOUZA, L. L. A. **Diagnóstico do uso do BIM em empresas de projeto de arquitetura.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

TISAKA, M. **Orçamento na Construção Civil: consultoria, projeto e execução.** 1. Ed. São Paulo: Editora Pini, 2006. 367 p.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. **Automation in Construction: Modelling multiple views on buildings.** Holanda: Elsevier, 1992. Vol. 1, p. 215-224.

VEREDAS, 2017. **Veredas Arquitetura.** Disponível em: <https://www.veredas.arq.br/single-post/2017/02/20/OBRA-NAO-E-PROBLEMA>> Acesso em: 24 nov. 2017.

WILSON, L.; HENG, L. **Automation in Construction: Building information modeling and changing construction practices.** Hong Kong: Elsevier, 2011. Vol. 20, No. 2, p. 99-100.

APÊNDICE A - COMPOSIÇÕES DE CUSTO UNITÁRIO

Tubo de PVC branco, sem conexões, ponta, bolsa e virola Ø75mm					
Unidade: m					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,48	10,30	4,94
Ajudante de encanador	MDO	h	0,48	8,02	3,85
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø75mm	MAT	un	0,33	1,57	0,52
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,005	59,29	0,30
Tubo PVB de PVC branco - esgoto série normal Ø75mm	MAT	m	1,05	7,86	8,25
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					8,79
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					18,84
Total outros itens, sem taxas (R\$)					9,07
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					27,90

Tubo de PVC branco, sem conexões, ponta, bolsa e virola Ø100mm					
Unidade: m					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,52	10,30	5,36
Ajudante de encanador	MDO	h	0,52	8,02	4,17
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø100mm	MAT	un	0,33	2,22	0,73
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,0077	59,29	0,46
Tubo PVB de PVC branco - esgoto série normal Ø100mm	MAT	m	1,05	9,47	9,94
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					9,53
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					20,41
Total outros itens, sem taxas (R\$)					11,13
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					31,54

Tubo PVC reforçado PBV Ø150mm					
Unidade: m					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,9	10,30	9,27
Ajudante de encanador	MDO	h	0,9	8,02	7,22
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	un	0,33	6,21	2,05
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,011	59,29	0,65
Tubo PVB de PVC branco - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	m	1,05	34,27	35,98
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					16,49
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					35,32
Total outros itens, sem taxas (R\$)					38,68
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					74,00

Tubo PVC reforçado PBV Ø200mm					
Unidade: m					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	1,28	10,30	13,18
Ajudante de encanador	MDO	h	1,28	8,02	10,27
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	un	0,33	13,86	4,57
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,015	59,29	0,89
Tubo PVB de PVC branco - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	m	1,05	56,08	58,88
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					23,45
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					50,23
Total outros itens, sem taxas (R\$)					64,35
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					114,58

Joelho 90° PVC, ponta, bolsa e virola Ø75mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,36	10,30	3,71
Ajudante de encanador	MDO	h	0,36	8,02	2,89
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø75mm	MAT	un	1	1,57	1,57
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,015	59,29	0,89
Joelho 90° PVC - esgoto série normal Ø75mm	MAT	un	1,015	4,75	4,82
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					6,60
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					14,13
Total outros itens, sem taxas (R\$)					7,28
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					21,41

Joelho 90° PVC, ponta, bolsa e virola Ø100mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,45	10,30	4,64
Ajudante de encanador	MDO	h	0,45	8,02	3,61
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø100mm	MAT	un	1	2,22	2,22
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,023	59,29	1,36
Joelho 90° PVC - esgoto série normal Ø100mm	MAT	un	1,015	6,88	6,98
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					8,24
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					17,66
Total outros itens, sem taxas (R\$)					10,57
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					28,23

Joelho 90° PVC, reforçado PBV Ø150mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,56	10,30	5,77
Ajudante de encanador	MDO	h	0,56	8,02	4,49
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	un	1	6,21	6,21
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,033	59,29	1,96
Joelho 90° PVC - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	un	1,015	86,67	87,97
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					10,26
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					21,98
Total outros itens, sem taxas (R\$)					96,14
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					118,11

Joelho 90° PVC, reforçado PBV Ø200mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,67	10,30	6,90
Ajudante de encanador	MDO	h	0,67	8,02	5,37
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	un	1	13,86	13,86
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,043	59,29	2,55
Joelho 90° PVC - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	un	1,015	143,89	146,05
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					12,27
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					26,29
Total outros itens, sem taxas (R\$)					162,46
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					188,75

Joelho 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø75mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,36	10,30	3,71
Ajudante de encanador	MDO	h	0,36	8,02	2,89
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø75mm	MAT	un	1	1,57	1,57
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,015	59,29	0,89
Joelho 45° PVC - esgoto série normal Ø75mm	MAT	un	1,015	4,97	5,04
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					6,60
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					14,13
Total outros itens, sem taxas (R\$)					7,50
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					21,63

Joelho 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø100mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,45	10,30	4,64
Ajudante de encanador	MDO	h	0,45	8,02	3,61
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø100mm	MAT	un	1	2,22	2,22
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,023	59,29	1,36
Joelho 45° PVC - esgoto série normal Ø100mm	MAT	un	1,015	5,86	5,95
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					8,24
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					17,66
Total outros itens, sem taxas (R\$)					9,53
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					27,19

Joelho 45° PVC, reforçado PBV Ø150mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,56	10,30	5,77
Ajudante de encanador	MDO	h	0,56	8,02	4,49
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	un	1	6,21	6,21
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,033	59,29	1,96
Joelho 45° PVC - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	un	1,015	42,46	43,10
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					10,26
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					21,98
Total outros itens, sem taxas (R\$)					51,26
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					73,24

Joelho 45° PVC, reforçado PBV Ø200mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,67	10,30	6,90
Ajudante de encanador	MDO	h	0,67	8,02	5,37
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	un	1	13,86	13,86
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,043	59,29	2,55
Joelho 45° PVC - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	un	1,015	143,89	146,05
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					12,27
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					26,29
Total outros itens, sem taxas (R\$)					162,46
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					188,75

Junção 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø75mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,37	10,30	3,81
Ajudante de encanador	MDO	h	0,37	8,02	2,97
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø75mm	MAT	un	2	1,57	3,14
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,03	59,29	1,78
Junção 45° PVC - esgoto série normal Ø75mm	MAT	un	1,015	12,42	12,61
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					6,78
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					14,52
Total outros itens, sem taxas (R\$)					17,53
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					32,05

Junção 45° PVC, ponta, bolsa e virola Ø100mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,46	10,30	4,74
Ajudante de encanador	MDO	h	0,46	8,02	3,69
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série normal Ø100mm	MAT	un	2	2,22	4,44
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,045	59,29	2,67
Junção 45° PVC - esgoto série normal Ø100mm	MAT	un	1,015	15,28	15,51
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					8,43
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					18,05
Total outros itens, sem taxas (R\$)					22,62
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					40,67

Junção 45° PVC, reforçado PBV Ø150mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,57	10,30	5,87
Ajudante de encanador	MDO	h	0,57	8,02	4,57
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	un	2	6,21	12,42
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,1	59,29	5,93
Junção 45° PVC - esgoto série reforçada Ø150mm	MAT	un	1,015	111,76	113,44
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					10,44
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					22,37
Total outros itens, sem taxas (R\$)					131,79
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					154,15

Junção 45° PVC, reforçado PBV Ø200mm					
Unidade: un.					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Encanador	MDO	h	0,68	10,30	7,00
Ajudante de encanador	MDO	h	0,68	8,02	5,45
Anel de borracha para tubo PVC - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	un	2	13,86	27,72
Pasta lubrificante para tubo PVC	MAT	kg	0,13	59,29	7,71
Junção 45° PVC - esgoto série reforçada Ø200mm	MAT	un	1,015	160,68	163,09
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					12,46
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					26,69
Total outros itens, sem taxas (R\$)					198,52
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					225,20

Lastro de concreto leve (com agregado de poliestireno expandido, densidade 1.000 kg/m³), incluindo preparo e lançamento					
Unidade: m³					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	MDO	h	1,65	10,13	16,71
Servente	MDO	h	4,5	7,55	33,98
Concreto dosado em central C10 S50	MAT	m³	1,05	219,62	230,60
Poliestireno expandido em pérolas (isopor)	MAT	kg	10,5	34,56	362,88
Vibrador de imersão elétrico, 0,75kW	EQU	h prod	0,65	6,86	4,46
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					50,69
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					108,59
Total outros itens, sem taxas (R\$)					597,94
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					706,53

Fabricação, montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12mm, 5 reaproveitamentos					
Unidade: m²					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MDO	h	1,032	10,74	11,08
Ajudante de carpinteiro	MDO	h	0,258	8,37	2,16
Sarrafo 1" x 3"	MAT	m	0,8	3,80	3,04
Chapa de madeira compensada plastificada 1,10 x 2,20m #12mm	MAT	m²	0,24	24,03	5,77
Prego com cabeça 17 x 21, 48mm x Ø3mm	MAT	kg	0,04	8,74	0,35
Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1mm x Ø3mm	MAT	kg	0,1	14,96	1,50
Pontalete de cedro 7,5 x 7,5cm	MAT	m	0,64	15,62	10,00
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,02	7,61	0,15
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					13,24
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					28,37
Total outros itens, sem taxas (R\$)					20,80
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					49,17

Montagem e desmontagem de forma para vigas com chapa compensada plastificada #12mm					
Unidade: m²					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MDO	h	0,792	10,74	8,51
Ajudante de carpinteiro	MDO	h	0,198	8,37	1,66
Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1mm x Ø3mm	MAT	kg	0,1	14,96	1,50
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,02	7,61	0,15
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					10,16
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					21,77
Total outros itens, sem taxas (R\$)					1,65
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					23,42

Fabricação, montagem e desmontagem de forma para pilares com chapa compensada plastificada #12mm, 5 reaproveitamentos					
Unidade: m²					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MDO	h	0,8	10,74	8,59
Ajudante de carpinteiro	MDO	h	0,2	8,37	1,67
Sarrafo 1" x 3"	MAT	m	1,64	3,80	6,23
Chapa de madeira compensada plastificada 1,10 x 2,20 m #12mm	MAT	m²	0,27	24,03	6,49
Prego com cabeça 17 x 21, 48mm x Ø3mm	MAT	kg	0,04	8,74	0,35
Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1mm x Ø3mm	MAT	kg	0,2	14,96	2,99
Pontalete de cedro 7,5 x 7,5cm	MAT	m	1,24	15,62	19,37
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,02	7,61	0,15
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					10,27
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					21,99
Total outros itens, sem taxas (R\$)					35,58
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					57,57

Montagem e desmontagem de forma para pilares com chapa compensada plastificada #12mm					
Unidade: m²					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MDO	h	0,6	10,74	6,01
Ajudante de carpinteiro	MDO	h	0,14	8,37	1,17
Prego com cabeça dupla 17 x 27, 62,1mm x Ø3mm	MAT	kg	0,2	14,96	2,99
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,02	7,61	0,15
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					7,19
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					15,39
Total outros itens, sem taxas (R\$)					3,14
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					18,54

Montagem e desmontagem de forma de polipropileno ATEX 610 para laje nervurada, #31cm, 26 x 58 x 61cm					
Unidade: m²					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Carpinteiro	MDO	h	0,4	10,74	4,30
Ajudante de carpinteiro	MDO	h	0,3	8,37	2,51
Desmoldante de formas de madeira para concreto	MAT	l	0,1	7,61	0,76
Elemento em aço para colocação de escoras fixas - 3cm	EQL	loc/un/20d	0,9	1,00	0,90
Forma de polipropileno ATEX® 610 para laje nervurada #31cm - 58 x 61 x 26cm	EQL	loc/m²/10d	1	4,50	4,50
Perfil cartola em chapa de aço galvanizada para sistema CABETEX 30 (2,5 x 3cm)	EQL	loc/m/10d	1,8	0,80	1,44
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					6,81
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					14,58
Total outros itens, sem taxas (R\$)					7,60
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					22,18

Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,00 até 7,00mm, corte, dobra e montagem					
Unidade: kg					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Armador	MDO	h	0,08	10,06	0,80
Ajudante de armador	MDO	h	0,14	7,85	1,10
Espaçador plástico para cobertura 3cm	MAT	un	0,264	0,22	0,06
Aço CA-60 Ø5 a 7mm em barra	MAT	kg	1,1	4,49	4,94
Arame recozido 18 BWG, Ø1,25mm, 0,010kg/m	MAT	kg	0,02	10,19	0,20
Dobradora para ferro, elétrica, 3,7kW	EQU	h prod	0,06	15,79	0,95
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					1,90
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					4,08
Total outros itens, sem taxas (R\$)					6,15
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					10,23

Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5mm, corte, dobra e montagem					
Unidade: kg					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Armador	MDO	h	0,08	10,06	0,80
Ajudante de armador	MDO	h	0,14	7,85	1,10
Espaçador plástico para cobertura 3cm	MAT	un	0,264	0,22	0,06
Aço CA-50 Ø até 12,5mm em barra	MAT	kg	1,1	4,49	4,94
Arame recozido 18 BWG, Ø1,25mm, 0,010kg/m	MAT	kg	0,025	10,19	0,25
Dobradora para ferro, elétrica, 3,7kW	EQU	h prod	0,06	15,79	0,95
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					1,90
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					4,08
Total outros itens, sem taxas (R\$)					6,20
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					10,28

Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, Ø de 16 até 25mm, corte, dobra e montagem					
Unidade: kg					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Armador	MDO	h	0,1304	10,06	1,31
Ajudante de armador	MDO	h	0,2282	7,85	1,79
Espaçador plástico para cobertura 3cm	MAT	un	0,264	0,22	0,06
Aço CA-50 Ø16 a 25mm em barra	MAT	kg	1,1	4,10	4,51
Arame recozido 18 BWG, Ø1,25mm, 0,010kg/m	MAT	kg	0,03375	10,19	0,34
Dobradora para ferro, elétrica, 3,7kW	EQU	h prod	0,0978	15,79	1,54
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					3,10
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					6,65
Total outros itens, sem taxas (R\$)					6,46
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					13,10

Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura, incluindo insumos					
Unidade: m³					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Pedreiro	MDO	h	1,65	10,13	16,71
Servente	MDO	h	4,5	7,55	33,98
Vibrador de imersão elétrico, 0,75kW	EQU	h prod	0,65	6,86	4,46
Concreto dosado em central C30 S50	MAT	m³	1,05	298,05	312,95
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					50,69
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					108,59
Total outros itens, sem taxas (R\$)					317,41
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					426,00

Demolição de concreto com utilização de martelo rompedor pneumático					
Unidade: m³					
Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Servente	MDO	h	6	7,55	45,30
Marteleto rompedor pneumático, ponteira Ø28-32mm 34kg	EQU	h prod	6	8,42	50,52
Compressor de ar, 46 kW, 3,3 m³/min - 116pcm	EQU	h prod	6	50,29	301,74
Total mão de obra, sem taxas (R\$)					45,30
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					97,04
Total outros itens, sem taxas (R\$)					352,26
Total geral, com encargos sociais (R\$ por unidade)					449,30

Porta em alumínio, de abrir, tipo veneziana com guarnição, fixação com parafusos - fornecimento e instalação					
Unidade: m²					
Descrição	Tipo	Un	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Porta em alumínio, de abrir, tipo veneziana com guarnição, fixação com parafusos - fornecimento e instalação (inclusa mão de obra)	SERV	m²	1	754,27	754,27
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					754,27

Porta em alumínio, de abrir, tipo veneziana com guarnição, fixação com parafusos - fornecimento e instalação					
Unidade: m²					
Descrição	Tipo	Un	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Porta de madeira, maciça, 3,5 de espessura, incluso dobradiças - fornecimento e instalação (inclusa mão de obra)	SERV	m²	1	457,09	457,09
Total mão de obra, com encargos sociais de 114,22% (R\$)					457,09

ANEXO A - SOFTWARES BIM DISPONÍVEIS NO MERCADO

Software	Importa/Exporta	Website
ARQUITETURA (24)		
4M IDEA Architecture	Importa e Exporta	http://www.bim-architecture.com
AutoCAD Architecture	Importa e Exporta	http://usa.autodesk.com/autocad-architecture/
ViCADo.arc	Importa e Exporta	http://www.mbaec.de/vicado/vicado/architektur/
NTItools Arkitekt (Revit plug-ins)	Exporta	http://www.nestor.no/loesninger-for-bim-og-baerekraftig-design/arkitekt/ntitools-arkitekt.aspx
cadwork wood	Importa e Exporta	http://www.cadwork.com/indexL1.jsp?neid=10209
Vectorworks Architect	Importa e Exporta	http://www.vectorworks.net/architect/index.php
Digital Project	Importa e Exporta	http://www.digitalproject3d.com
ARCHICAD	Importa e Exporta	http://www.graphisoft.com/products/archicad/
Allplan Architecture	Importa e Exporta	http://www.nemetschek.eu/solutions/architecture.html
VisualARQ	Exporta	http://www.visualarq.com/?page_id=697
DDS-CAD Architect	Exporta	http://www.dds-cad.net/63x2x0.xhtml
Bentley speedikon V8i (SELECTseries4)	Exporta	http://www.bentley.com/en-US/Products/Bentley+speedikon+Architectural/
Revit Architecture	Importa e Exporta	http://usa.autodesk.com/revit/architectural-design-software/
IFC-to-RDF Web Service	Importa	http://smartlab2.elis.ugent.be/smartlabportal/Research/IFCRDFWebService.aspx
SPIRIT	Importa e Exporta	http://www.softtech.com/
EliteCAD AR	Importa e Exporta	http://www.elitecad.co.uk/products/eliteCAD-AR/index.php
4MCAD PRO	Importa e Exporta	http://www.4msa.com/4MCADENG.html
Edificius	Importa e Exporta	http://www.accasoft.com/en/bim-software/
AutoScheme	Exporta	https://www.autoscheme.com
Renga Architecture	Importa e Exporta	http://rengacad.com/en/
AECOSim Building Designer V8i	Importa e Exporta	https://www.bentley.com/en/products/product-line/building-design-software/aecosim-building-designer
BricsCAD	Importa e Exporta	https://www.bricsys.com/en_INTL/bricscad/
ARCHLine.XP	Importa e Exporta	http://www.archline.com
DESEMPENHO DO EDIFÍCIO (6)		
IDA ICE	Importa	http://www.equa-solutions.co.uk/
RIUSKA	Importa e Exporta	http://www.granlund.fi/en/services/granlund-software-applications/riuska/
Simergy	Importa	http://simergy.lbl.gov/index.html
OpenStudio	Importa	https://www.openstudio.net
IES-VE	Importa	http://www.iesve.com/software
TerMus	Importa	http://www.acca.it/software-certificazione-energetica
INSTALAÇÕES (20)		
PipeDesigner 3D	Exporta	http://mep.trimble.com/products/design-detailing/trimble-pipedesigner-3d
CADduct	Exporta	http://www.autodesk.com/products/fabrication-products/overview
CADiE Sähäkkä	Importa	http://www.cad-q.fi/index.php/koulutus/1772
4M FineSANI	-	http://www.4msa.com/FineSaniENG.html
DDS-CAD MEP	Exporta	http://www.dds-cad.net/130x2x0.xhtml
AutoCAD MEP	Importa e Exporta	http://usa.autodesk.com/autocad-mep/
Design Master HVAC	Importa e Exporta	http://www.designmaster.biz/products/hvac/index.html
Design Master Plumbing	Importa e Exporta	http://www.designmaster.biz/plumbing/index.html
Design Master Electrical	Importa e Exporta	http://www.designmaster.biz/products/electrical/index.html
DuctDesigner 3D	Exporta	http://mep.trimble.com/products/design-detailing/trimble-ductdesigner-3d
Benchmark	-	http://www.sheetmetal-iti.org/BM-FAQ.pdf
CADS Planner Electric	Exporta	http://www.cadsplanner.com/products/?page=cads_planner_electric
MagiCAD	Exporta	http://www.magicad.com/
Revit MEP	Importa e Exporta	http://usa.autodesk.com/revit-mep/
CADmep+	Exporta	http://www.autodesk.com/products/fabrication-products/overview
4M FineELEC	-	http://www.4msa.com/FineElecENG.html
4M FineHVAC	-	http://www.4msa.com/FineHvacENG.html
Raumtool 3D	Importa e Exporta	http://www.solar-computer.de
Planca nova	Exporta	http://www.planca.com/en/node/23
AECOSim Building Designer V8i	Importa e Exporta	https://www.bentley.com/en/products/product-line/building-design-software/aecosim-building-designer
GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO (26)		
GALA Construction Software	Importa	http://gala-construction-software.com/
DProfiler	Exporta	http://www.beck-technology.com/product_dp.asp
IFC Takeoff for Microsoft Excell	Importa e Exporta	http://www.digitalalchemypro.com/html/products/DAPProducts_ifcTakeoff.html
Synchro Professional	Importa	http://www.synchro ltd.com/shop/synchro-professional_synchropro.htm
CostOS BIM Estimating	Importa	http://www.nomitech.eu/cms/c/bimestimating.html
BIMProject evolution	Importa	http://www.acecadsoftware.com/en/bim_construction_management_software
DDS-CAD Construction	Exporta	http://www.dds-cad.net/131x2x0.xhtml
Navisworks	Importa	http://usa.autodesk.com/navisworks/

Software	Importa/Exporta	Website
GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO (26)		
ISY Calcus	Importa	http://www.nois.no/?aid=9088857
Vico Office Suite	Importa	http://www.vicosoftware.com/products/Vico-Office/tabid/85286/Default.aspx
CostX	Importa	http://www.exactal.com/products/costX
SUperPlan	Importa	http://superplan.info
Tekla BIMsight	Importa	http://www.teklabimsight.com/
EcoDomus PM	Importa	http://www.ecodomus.com/ecodomuspm.html
AutoBid SheetMetal	Exporta	http://www.quickpen.com/index.php/Products/AutoBid-SheetMetal-Product-Overview.html
SmartKalk	Importa	http://www.holtebyggsafe.no/smartkalk.aspx
PriMus-IFC	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-quantity-takeoff/
Asta Powerproject BIM	Importa	http://www.astapowerproject.com/software/asta-powerproject-bim/
Cubicost TAS	Importa	http://www.cubicost.com
RIB iTWO	Importa	http://www.rib-software.com/en/landingpage/rib-itwo.html
CerTus-PN	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-management-software/
ArtrA	Importa	http://www.amtech.co.uk/artra
CerTus-IFC	Importa	http://www.acca.it/certus-power-pack
ManTus-IFC	Importa	http://www.acca.it/software-piano-manutenzione
usBIM.gantt	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-management-software/
usBIM.platform	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-management-software/
DADOS / UTILITÁRIOS (17)		
bimsync	Importa e Exporta	https://bimsync.com
Constructivity Model Server	Importa e Exporta	http://www.constructivity.com/cmserver.htm
EDMserver	Importa	http://www.epmtech.jotne.com/index.php?id=562520
BIM Collaboration Hub	Importa	http://www.eurostep.com/global/solutions/bim-collaboration-hub.aspx
cBIM Manager	Importa	http://www.asite.com/index.php/applications/category/application-cbim-manager/
BIMserver	Importa e Exporta	http://bimserver.org/
ActiveFacility	Importa e Exporta	http://www.activefacility.com/
IfcWebServer	Importa e Exporta	http://code.google.com/p/ifcwebserver/
Business Collaborator CDE	Importa	http://www.groupbc.com/software-releases/business-collaborator/6-4/
Trimble Connect	Importa	http://connect.trimble.com
ArchiBIM Server	Importa	http://www.solideos.com/english/solution/solution_06.jsp
CESABIM	Exporta	http://www.cesabim.com
GliderBIM	Importa e Exporta	https://gliderbim.com
BIM Track	Importa	https://bimtrack.co/en
IFChub	Importa e Exporta	http://ifchub.com/
Aconex	Importa	http://www.aconex.com
Adoddle	Importa	http://www.asite.com/adoddle/corporate-collaboration
FERRAMENTAS DE PROGRAMAÇÃO (17)		
bimsync Viewer API	Importa e Exporta	https://bimsync.com/developers/reference/viewer/1.0
ECCO Toolkit	-	http://www.pdtec.de/pdtec2/products/ecco_toolkit.aspx
IFCsvr ActiveX Component	-	http://tech.groups.yahoo.com/group/ifcsvr-users/
simplebim.Developer	-	http://www.datacubist.com/see-it/developer.html
IFC Engine DLL	-	http://www.ifcbrowser.com/ifcengine.dll.html
ifc-dotnet	-	http://code.google.com/p/ifc-dotnet/
IFC SDK	-	https://joinup.ec.europa.eu/software/ifc-sdk/description
HOOPS Exchange	Importa	http://www.techsoft3d.com/our-products/hoops-exchange
ST-Developer	-	http://www.steptools.com/products/stdev/
IfcOpenShell	Importa	http://ifcopenshell.org/
IFC Toolbox	-	http://www.eurostep.com/global/solutions/--development-tools/eurostep-ifc-toolbox-products.aspx
IfcGears	Importa e Exporta	http://www.ifcgears.com/
BSPRO	-	http://www.granlund.fi/en/services/granlund-software-applications/bspro/
Open IFC Tools	Importa e Exporta	http://www.openifctools.com/Open_IFC_Tools/Home.html
CrossCad/Ware	Importa	http://www.datakit.com/en/crosscad_ware.php
bimsync REST API	Importa e Exporta	https://bimsync.com/developers/reference/api/1.0
xBIM Toolkit	Importa e Exporta	https://github.com/xBimTeam
GESTÃO DO USO E OPERAÇÃO (10)		
FaMe	Importa	http://www.fame-online.de/en
MORADA	-	http://www.smbag.de/gf/software.htm
IBM TRIRIGA Facilities Manager	Importa	http://www-03.ibm.com/software/products/en/ibmtririfacimana
EcoDomus FM	Importa	http://www.ecodomus.com/
DaluxFM	Importa	http://dalux.com/daluxfm/
ACTIVE3D	Importa	http://www.active3d.soprasteria.com
openMAINT	Importa	http://www.openmaint.org
performa Asset Management System	Importa	http://www.quartzsys.co.kr/products

<i>Software</i>	<i>Importa/Exporta</i>	<i>Website</i>
GESTÃO DO USO E OPERAÇÃO (10)		
ArchiFMS	Importa	http://www.solideos.com/english/solution/solution_05.jsp
Modelspace FM	Importa	http://www.gravicon.fi/modelspace/facility-management
MODELAGEM GERAL (9)		
Ziggurat	Importa e Exporta	http://www.zigguratsystems.com/
Constructivity Model Editor	Importa e Exporta	http://www.constructivity.com/cmeditor.htm
ggRhinoIFC	Importa e Exporta	http://www.geometrygym.com/downloads
SolidWorks Premium	Importa e Exporta	http://www.solidworks.com/sw/products/10141_ENU_HTML.htm
FreeCAD	Importa e Exporta	http://www.freecadweb.org
usBIM.clash	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-management-software/
usBIM.code	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-management-software/
Solid Edge	Importa e Exporta	http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/solid-edge/
SketchUp	Exporta	http://www.sketchup.com
SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (3)		
ArcGIS Desktop	Importa	http://www.esri.com/products/index.html#desktop_gis_panel
FME	Importa	http://www.safe.com/fme/fme-technology/
Bentley Map V8i	Importa	http://www.bentley.com/en-GB/Products/Bentley+Map/
VISUALIZADOR DE MODELOS (33)		
bimsync	Importa e Exporta	https://bimsync.com
Dalux Building View	Importa	http://dalux.dudal.com/flx/dk/produkter/dalux_building_view/
Constructivity Model Viewer	Importa e Exporta	http://www.constructivity.com/cmviewer.htm
IFC2SKP plugin	Importa	http://www.ohyeahcad.com/ifc2skp/index.php
Nemetschek IFC Viewer	Importa	http://www.nemetschek.com/en/home/the_company/strategy_philosophy/innovation.html
DDS-CAD BIM-Enhancer	Importa e Exporta	http://www.dds-cad.net/127x2x0.xhtml
IFC File Analyzer	Importa	http://www.nist.gov/el/msid/infotest/ifc-file-analyzer.cfm
DDS-CAD Viewer	Importa e Exporta	http://www.dds-cad.net/132x2x0.xhtml
Solibri Model Checker	Importa	http://www.solibri.com/
BIMReview evolution	Importa	http://www.bim-review.com/
Dalux BIM Checker	Importa	http://dalux.dudal.com/flx/dk/produkter/dalux_bim_checker/
FZK Viewer	Importa	http://www.iai.fzk.de/ifc
IFC Quick Browser	Importa	http://www.team-solutions.de/?page_id=18
simplebim	Importa e Exporta	http://www.datacubist.com/
AutoVue 3D Professional Advanced	Importa	http://www.oracle.com/us/products/applications/autoVue/autovue-3d-professional-advanced/054166.html
Tetra4D Converter	Importa	http://www.tetra4d.com/products.html
StruWalker	Importa	http://www.acecadsoftware.com/bim_modeling
IFC Engine Viewer	Importa	http://www.ifcbrowser.com/ifcengineviewer.html
Solibri Model Viewer	Importa	http://www.solibri.com/solibri-model-viewer.html
RxView	Importa	http://www.rasterex.com
ArchiBIM Viewer	Importa	http://www.solideos.com/english/solution/solution_06.jsp
ArchiBIM Analyzer	Importa	http://www.solideos.com/english/solution/solution_06.jsp
performa Manager	Importa	http://www.quartzsys.com/#!products/xq6pi
performa Urbanscape	Importa	http://www.quartzsys.com/#!performa-urbanscape/eli1x
NaviTouch	Importa	http://quartzsys.wixsite.com/navitouch
usBIM.browser	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-management-software/
BIM Vision	Importa	http://www.bimvision.eu
usBIM.viewer+	Importa	http://www.accasoftware.com/en/bim-management-software/
MicroStation V8i	Importa	http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/
MicroStation View V8i	Importa	http://www.bentley.com/en-US/Products/Bentley+View/
MicroStation PowerDraft V8i	Importa	http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation+PowerDraft/
Bentley Navigator V8i	Importa	http://www.bentley.com/en-US/Products/ProjectWise+Navigator/
Revu	Importa	http://www.bluebeam.com/us/products/revu/index.asp
OUTROS (20)		
IFCCompressor	Importa e Exporta	http://cgcad.thss.tsinghua.edu.cn/liuyushen/IFCCompressor/index_software.html
BIMTag	-	http://166.111.80.191:8001/tag
Space Layout Editor for Microsoft Visio	Exporta	http://www.digitalalchemypro.com/html/products/DAPProducts_SpaceLayoutEditor.html
Onuma System	Exporta	https://www.onuma.com/products/OnumaPlanningSystem.php
dRofus	Importa e Exporta	http://www.drofus.no/en/index.html
Solibri Model Optimizer	Importa e Exporta	http://www.solibri.com/solibri-ifc-optimizer.html
BIMsurfer WebGL viewer	Importa	http://bimsurfer.org/
IFC Model Exchange for Microsoft Visio	Importa e Exporta	http://www.digitalalchemypro.com/html/products/DAPProducts_ifcModelExchange.html
IFC BIM Validation Service	Importa	http://www.digitalalchemypro.com/html/services/IfcBimValidationService.html
ROOMEX	Importa e Exporta	http://www.granlund.fi/en/services/granlund-software-applications/roomex/
AEC3 BimServices	Importa e Exporta	http://www.aec3.com/en/6/6_04.htm

Software	Importa/Exporta	Website
OUTROS (20)		
SmartPlant Interop Publisher	Importa	http://ppm.intergraph.com/products/3d-product-family/smartplant-interop-publisher
performa Codechecker	Importa	http://www.quartzsys.com/#!performa-codechecker/hje63
Causeway BIM Management	Importa e Exporta	http://causeway.com/solutions/bim
performa Integrity checker	Importa	http://www.quartzsys.com/#!performa-ic/cee5
ifcMiner	Importa e Exporta	http://www.dataarrows.com/da-ifcminer
Flow / MassMotion	Importa	http://www.oasys-software.com/products/engineering/massmotion.html
IndorCAD/Road	Importa e Exporta	http://indorsoft.ru/products/cad/road/
BIMseek	-	http://166.111.80.191:8001
CrossManager	Importa	http://www.datakit.com/en/cross_manager.php
ESTRUTURA (34)		
SteelVis	Exporta	http://www.nist.gov/el/msid/infotest/steelvis.cfm
Advance Concrete	Importa e Exporta	http://www.graitec.com/en/ac.asp
NTItools Konstruksjon (Revit plug-ins)	Exporta	http://www.nestor.no/ntitools/ntitools-konstruksjon.aspx
Tilt-Werks	Exporta	http://www.daytonsuperior.com/brands/accessories/tilt-werks
AVEVA Boca Steel	Exporta	http://www.bocad.com/en/products/bocad-3d.html
Revit Structure	Importa e Exporta	http://usa.autodesk.com/revit-structure/
Advance Design	Importa e Exporta	http://www.graitec.com/en/ad_main.asp
Allplan Engineering	Importa e Exporta	http://www.nemetschek.eu/solutions/engineering.html
Tekla Structures	Importa e Exporta	http://www.tekla.com/international/products/tekla-structures/Pages/Default.aspx
Advance Steel	Importa e Exporta	http://www.graitec.com/en/as.asp
StruCad	Exporta	http://www.acecadsoftware.com/steel_detailing
SDS/2	Importa e Exporta	http://www.sds2.com/
RSTAB	Importa e Exporta	http://www.dlubal.com/RSTAB-7xx.aspx
CSiBridge	-	http://www.csiberkeley.com/csibridge/overview
4M STRAD	-	http://www.4msa.com/stradENG.html
FEM-Design	Importa	http://www.strusoft.com/index.php/en/products/fem-design
AxisVM	Importa e Exporta	http://www.axisvm.eu/axisvm_pr_page.shtml
STRAKON	Importa e Exporta	http://www.dicad.de/dicad/produkte/produkte.html
InfoCAD	Importa e Exporta	http://www.infograph.eu/beispiel/ifc.htm
SPACE GASS	Importa e Exporta	http://www.spacegass.com/
Bentley Structural Modeler v8i	Importa e Exporta	http://www.bentley.com/en-US/Products/Bentley+Structural/
SOFISTIK Structural Desktop (SSD)	Importa	http://www.sofistik.com/loesungen/fem/structural-desktop/
ViCADO.ing	Importa e Exporta	http://www.mbaec.de/vicado/vicado/tragwerksplanung/
ScaleCAD	Importa e Exporta	http://scalecad.jidea.fi/index.html
SAP2000	Importa e Exporta	http://www.csiberkeley.com/sap2000
Scia Engineer	Importa e Exporta	http://www.scia-online.com/en/scia-engineer.html
ETABS	Importa e Exporta	http://www.csiberkeley.com/etabs
RFEM	Importa e Exporta	http://www.dlubal.com/RFEM-4xx.aspx
CAD/QST	Exporta	http://www.tqs.com.br/
Tricalc	Importa e Exporta	http://www.arktec.com/tricalc
CYPECAD	Importa	http://cypecad.en.cype.com/
SAFI 3D	Importa	http://www.safi.com/index.php/products/safi-3d/
EdiLus	Importa e Exporta	http://www.accasoftware.com/en/structural-analysis-software/
AECOsim Building Designer V8i	Importa e Exporta	https://www.bentley.com/en/products/product-line/building-design-software/aecosim-building-designer

ANEXO B - RELATÓRIO DE INTERFERÊNCIAS DO ESTUDO DE CASO

Interferência	Título	Tipo	Prioridade	Disciplinas
1	TÉRREO-Alimentador casa de máquinas fundo: desviar do vazio p/ cremalheira	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
2	TÉRREO - IMAGEM DE VENDA	Solicitação	Importante	CONSTRUTORA
3	TÉRREO-BWC MASC SOCIAL-Alimentação AF vasos sanitários. Em projeto, detalhe isométrica diferente planta	Solicitação	Importante	HIDROSSANITÁRIO
4	TÉRREO- Caixas externas: confirmar profundidade. Conforme projeto h=60cm	Solicitação	Importante	HIDROSSANITÁRIO
5	TÉRREO-Desvios de prumada esquerda: todos dentro de blocos	Conflito	Urgente	HIDROSSANITÁRIO
6	TÉRREO-Banheiros sala comercial: esgoto pia em viga	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
7	TÉRREO-Banheiros e zeladoria: tubulações de esgoto em viga	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
8	TÉRREO-Tubulação de alimentação aparente no pé direito alto do hall	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
9	AF13b-Entender funcionamento	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
10	1º, 2º, 3º E 4º PAVIMENTOS - Remover ralos de garagens	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
11	2º PVTO-Alimentadores em vaga	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
12	4º PVTO-Ralos de borda: encaminhamento pode ser com 1% em tudo? Encaminhamentos muito grandes	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
13	4º PVTO-Ralos/impermeabilização/caimento nas bordas	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
14	4º PVTO-Desviar encaminhamentos do vazio para cremalheira	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
15	5º PVTO-Pia BWC Suíte apto 504: esgoto em viga	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
16	5º PVTO-Esgoto lavanderia apto 501 em vigas	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
17	5º PVTO-Esgoto banheiros apto 502 em vigas	Conflito	Urgente	HIDROSSANITÁRIO
18	5º PVTO-Coletor pluvial terraço apto 504 em viga	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
19	5º PVTO-Coletor pluvial terraço apto 502 sobre encaminhamento	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
20	5º PVTO-Ralo lavanderia 503: deslocar ou rotacionar?	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
21	5º PVTO-Coletor pluvial terraço 503: diferença de altura - ok para descida a 45º	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
22	TÉRREO-IMAGEM DE VENDA	Incompatibilidade	Baixa	CONSTRUTORA
23	TÉRREO-ESQUADRIA SL. COMERCIAL E ACESSO COND.	Incompatibilidade	Baixa	ARQUITETURA
24	TÉRREO-CENTRAL DE GÁS	Incompatibilidade	Importante	ARQUITETURA
25	TÉRREO-ÁREA SEM ACESSO	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
26	TÉRREO-ESPELHO D'ÁGUA	Incompatibilidade	Normal	ARQUITETURA
27	TÉRREO-PAREDE VERDE	Solicitação	Baixa	CONSTRUTORA
28	TÉRREO-POÇO DE LUZ	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
29	TÉRREO-ESCADA MARINHEIRO	Solicitação	Baixa	ARQUITETURA
30	TÉRREO-FORRO NOS AMBIENTES	Solicitação	Baixa	COMPATIBILIZAÇÃO
31	TÉRREO-REQUADRO ALVENARIA x LIMITE DO TERRENO	Solicitação	Importante	ARQUITETURA
32	TÉRREO-LAZER DESCOBERTO	Incompatibilidade	Normal	ARQUITETURA
33	TÉRREO-CS. MÁQUINAS PISCINA	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
34	1º PAVTO-VENT. PERMANENTE RESERVATÓRIO	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
35	1º PAVTO-GLAZING	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
36	1º PAVTO-ESQUADRIA POSTERIOR	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
37	1º PAVTO-ESQUADRIA POÇO DE LUZ	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
38	1º PAVTO-VENT. PERMANENTE GARAGEM	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
39	1º PAVTO-ESQUADRIA ACESSO PEDESTRES	Incompatibilidade	Importante	ARQUITETURA
40	TÉRREO-PILARES 14x14	Solicitação	Baixa	ESTRUTURA
41	TÉRREO-PILAR 211	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
42	TÉRREO-CENTRAL DE GÁS	Incompatibilidade	Importante	ESTRUTURA
43	TÉRREO-ESPELHO D'ÁGUA	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
44	TÉRREO-LAJE/CONTRAPISO	Solicitação	Baixa	ESTRUTURA
45	TÉRREO-POÇO DO ELEV. x FUNDAÇÃO x VIGAS	Incompatibilidade	Importante	ESTRUTURA
46	TÉRREO-POÇO DE LUZ	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
47	TÉRREO-NÍVEL LAJE WC FEM.	Solicitação	Baixa	ESTRUTURA
48	TÉRREO-VIGAS BALDRAMES x ARQ	Solicitação	Baixa	ESTRUTURA
49	TÉRREO-FUNDOS/ PISCINA	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
50	1º PAVTO-CENTRAL DE GÁS	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
51	1º PAVTO-PORTA DE ACESSO	Conflito	Baixa	ESTRUTURA
52	1º PAVTO-ACESSO RESERVATÓRIO	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
53	1º PAVTO-VIGA APARENTE (RECEPÇÃO)	Conflito	Normal	ESTRUTURA
54	1º PAVTO-RAMPA x RECEPÇÃO	Conflito	Importante	CONSTRUTORA
55	GERAL-VIGAS x ESQUADRIAS	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
56	GERAL-VIGAS x PORTA ELEV.	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
57	1º PAVTO-FUNDOS	Solicitação	Baixa	ESTRUTURA
58	1º PAVTO-FUNDOS	Conflito	Baixa	ESTRUTURA
59	1º PAVTO-VIGAS x DUTOS PREVENTIVO	Conflito	Importante	ESTRUTURA
60	2º/3º/4º PAVTO-VIGA RAMPA	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
61	2º/3º/4º PAVTO-VIGA ENTRE P102 E P109	Incompatibilidade	Baixa	ESTRUTURA
62	4º PAVTO-GARAGEM DESCOBERTA	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
63	4º PAVTO-VIGA V417	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
64	5º PAVTO-FACHADA FRONTAL	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
65	5º PAVTO-VIGAS PERIMETRAIS	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
66	5º PAVTO-VIGA DE TRANSIÇÃO x TORRE x VAGAS	Incompatibilidade	Urgente	ESTRUTURA
67	5º PAVTO-VIGA DE TRANSIÇÃO x REBAIXO LAJE	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
68	5º PAVTO-VIGA x ALVENARIA	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
69	5º PAVTO-VIGA x REBAIXO LAJE	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
70	5º PAVTO-VAZIO CREMALHEIRA	Incompatibilidade	Baixa	ESTRUTURA
71	5º PAVTO-PILAR x ARQ	Solicitação	Baixa	ESTRUTURA
72	5º PAVTO-VIGAS DE TRANSIÇÃO x PD LIVRE GARAGEM x PASSAGENS	Solicitação	Urgente	ESTRUTURA
73	PISCINA-DEFINIÇÕES GERAIS	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
74	PISCINA-CASA DE MÁQUINAS	Solicitação	Importante	ESTRUTURA

Interferência	Título	Tipo	Prioridade	Disciplinas
75	PISCINA-INSTALAÇÕES x EST	Conflito	Normal	ESTRUTURA
76	ESPELHO D'ÁGUA-DEFINIÇÕES GERAIS	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
77	ESPELHO D'ÁGUA-CASA DE MÁQUINAS	Solicitação	Importante	HIDROSSANITÁRIO
78	DUTOS-ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS	Solicitação	Baixa	INSTALAÇÕES MECÂNICAS
79	DUTOS-PASSAGENS EM VIGAS	Incompatibilidade	Importante	INSTALAÇÕES MECÂNICAS
80	TÉRREO-ELETRODUTO APARENTE	Solicitação	Baixa	INTERFONE
81	TÉRREO-PONTO ÁREA COMUM	Solicitação	Baixa	INTERFONE
82	GERAL-QUADROS E DESVIO TORRE	Solicitação	Normal	ELÉTRICO
83	GERAL-INSTALAÇÕES NO TETO	Solicitação	Normal	TELECOMUNICAÇÕES
84	GERAL-PONTOS NO TETO	Solicitação	Normal	PREVENTIVO ELÉTRICO
85	GERAL-LEGENDA	Solicitação	Baixa	ELÉTRICO
86	GERAL-INSTALAÇÕES NO PISO	Conflito	Importante	TV
87	5ºPAVTO-CINTAS DE AMARRAÇÃO	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
88	5ºPAVTO-VIGA VF504	Conflito	Importante	ESTRUTURA
89	5ºPAVTO-VIGAS VF501 E VF502	Solicitação	Baixa	ESTRUTURA
90	GERAL-COMENTÁRIOS GERAIS	Incompatibilidade	Normal	ELÉTRICO
91	TÉRREO-QUADROS RECEPÇÃO	Solicitação	Normal	PREVENTIVO ELÉTRICO
92	TÉRREO-PAREDE CONCRETO ARMADO	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
93	TÉRREO-VENT. PERMANENTE E EXAUSTÃO COIFA	Solicitação	Baixa	ARQUITETURA
94	GERAL-PRUMADA GÁS	Solicitação	Importante	PREVENTIVO HIDRÁULICO
95	1º PAVTO-HIDRANTE	Solicitação	Baixa	PREVENTIVO HIDRÁULICO
96	TÉRREO-HIDRANTE H36	Incompatibilidade	Importante	PREVENTIVO HIDRÁULICO
97	TÉRREO-CONDENSADORAS	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
98	1º PAVTO-CONDENSADORAS	Solicitação	Normal	CLIMATIZAÇÃO
99	TÉRREO-INSULFLADOR	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
100	TÉRREO-POSIÇÃO ALVENARIAS	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
101	TÉRREO-LAYOUT/ DECORAÇÃO	Solicitação	Normal	CONSTRUTORA
102	GERADOR-Especificação de catalisador	Solicitação	Urgente	PREVENTIVO ELÉTRICO
103	GERAL-Especificação tubulações frigorígenas: cobre	Solicitação	Normal	CLIMATIZAÇÃO
104	GERAL-Alturas evaporadoras	Solicitação	Normal	CLIMATIZAÇÃO
105	GERAL-Prumadas de TVC e TEL	Solicitação	Normal	TV
106	TÉRREO-Forro sala comercial	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
107	1º Pavimento - Reservatório Água Potável	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
108	GERAL-Captações Pluviais da rampa do Térreo	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
109	TORRE-Medidores de gás e hidrante	Solicitação	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
110	Pilares e cintas de amarração em Peitoris	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
111	2º PAVTO-VIGA V218	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
112	4º PAVTO-DESVIO DE PRUMADA x GERADOR	Conflito	Importante	HIDROSSANITÁRIO
113	GERAL - PASSAGENS x NERVURA	Conflito	Importante	ESTRUTURA
114	GERAL-VIGAS DE BORDO	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
115	GERAL-VIGAS DE SACADA	Incompatibilidade	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
116	GERAL-PASSAGEM DA SACADA	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
117	GERAL-DUTO CHURRASQUEIRA	Omissão	Importante	ESTRUTURA
118	GERAL-VIGA ENTRE P19 E P20	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
119	GERAL-VIGAS NO HALL DOS APTOS	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
120	GERAL-LAJE TÉCNICA CONDENSADORAS AC	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
121	GERAL-VIGA SACADA FINAL 1	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
122	GERAL-VIGAS x PORTA DO ELEV.	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
123	GERAL-VAZIO ANTECÂMARA	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
124	GERAL-DESLOCAMENTO VIGA	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
125	GERAL-ESCADA DE EMERG. VIGA x P10	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
126	GERAL-TRAVAMENTOS	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
127	PAVTO 13º E 19º-SACADA	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
128	PAVTO 13º E 19º-ELEMENTO FACHADA	Incompatibilidade	Importante	ESTRUTURA
129	25º PAVTO-PERÍMETRO DAS SACADAS	Incompatibilidade	Importante	ESTRUTURA
130	25º PAVTO-ELEMENTO FACHADA	Incompatibilidade	Importante	ESTRUTURA
131	25º PAVTO-ALTURAS DAS VIGAS	Conflito	Importante	ESTRUTURA
132	25º PAVTO-DESLOCAMENTO PILAR	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
133	5º PAVTO-DORMITÓRIOS x TERRAÇO	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
134	GERAL-ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	Solicitação	Normal	CONSTRUTORA
135	GERAL-ESQUADRIA DE MADEIRA	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
136	GERAL-FECHAMENTO PRUMADAS	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
137	GERAL-DUTO AQUECEDOR PASSAGEM	Incompatibilidade	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
138	6º PAVTO-INFORMAÇÃO MURETA	Incompatibilidade	Normal	ARQUITETURA
139	6º PAVTO-PORTA DE CORRER	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
140	GERAL-COTAS ESQUADRIAS	Omissão	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
141	6º PAVTO-ACESSO LAVANDERIA	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
142	GERAL-EXAUSTÃO FOGÃO	Incompatibilidade	Normal	CONSTRUTORA
143	5º PAVTO-AQUECEDOR PASSAGEM	Conflito	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
144	5º PAVTO-PRUMADA x PILAR	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
145	GERAL-ENCHIMENTOS	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
146	5º PAVTO-PRUMADA SAN x PCI	Conflito	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
147	GERAL-ESQUADRIA x PILAR	Conflito	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
148	5º PAVTO E GERAL-PILAR P07	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
149	GERAL-NICHO BWC'S	Incompatibilidade	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
150	5º PAVTO-ESQUADRIA HALL x TERRAÇO APTO	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
151	GERAL-AJUSTES ALVENARIAS	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
152	GERAL-TIPOLOGIA BLOCOS	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO

Interferência	Título	Tipo	Prioridade	Disciplinas
153	GERAL-ESPECIFICAÇÃO	Solicitação	Normal	CONSTRUTORA
154	GERAL-ESQUADRIAS	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
155	GERAL-EXAUSTÃO VENTOKIT	Omissão	Normal	ARQUITETURA
156	GERAL-DÚVIDAS DE ALINHAMENTOS	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
157	GERAL-DÚVIDAS DE HIDRO	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
158	GERAL-PRUMADA HIDRANTE E GÁS	Solicitação	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
159	GERAL-PINGADEIRAS LAJE TÉCNICA	Solicitação	Importante	COMPATIBILIZAÇÃO
160	GERAL-TUBULAÇÃO E CABEAMENTO	Incompatibilidade	Normal	ELÉTRICO
161	GERAL-LUZ DE EMERG. APTO	Solicitação	Importante	PREVENTIVO ELÉTRICO
162	25º PAVTO-PRUMADAS SAN x VIGAS	Conflito	Urgente	HIDROSSANITÁRIO
163	GERAL-PRUMADAS SAN	Incompatibilidade	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
164	GERAL-ANTECÂMARA	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
165	GERAL-PRUMADAS HID	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
166	GERAL-PRUMADA ELE/TEL/TV/INTERFONE	Incompatibilidade	Normal	ELÉTRICO
167	COBERTURA-CS. MÁQUINAS ELEV.	Solicitação	Normal	CONSTRUTORA
168	GERAL-GRELHA ANTECÂMARA	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
169	RESERVATÓRIO-DUTO ALVENARIA ESC. PRESSURIZADA	Incompatibilidade	Normal	INSTALAÇÕES MECÂNICAS
170	RESERVATÓRIO-QUADRO DE COMANDO	Omissão	Normal	PREVENTIVO ELÉTRICO
171	GERAL-COBERTURA/RESERV./CS.MÁQ.	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
172	GERAL-NÍVEIS DA TORRE	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
173	25º AO 29º-CONDENSADORAS	Solicitação	Normal	CLIMATIZAÇÃO
174	5º PAVTO-CONDENSADORAS x ESQUADRIAS PJ	Incompatibilidade	Urgente	ARQUITETURA
175	26º ao 30º-RELOCAR CONDENSADORAS	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
176	25º PAVTO-RELOCAR CONDENSADORAS	Solicitação	Importante	CLIMATIZAÇÃO
177	DUPLEX SUP.-RELOCAR CONDENSADORAS	Solicitação	Normal	CLIMATIZAÇÃO
178	GERAL-PRUMADA DRENO	Incompatibilidade	Normal	CLIMATIZAÇÃO
179	GERAL-SHAFT HALL APTO	Solicitação	Importante	PREVENTIVO ELÉTRICO
180	DUPLEX -ALIMENTAÇÃO QD	Conflito	Normal	ELÉTRICO
181	GERAL-ABASTECIMENTO HID	Incompatibilidade	Normal	HIDROSSANITÁRIO
182	31º PAVTO - PILAR X ESQUADRIA	Incompatibilidade	Normal	ARQUITETURA
183	33º PAVTO (COBERTURA RESERVATÓRIOS)-LAJE	Omissão	Normal	ESTRUTURA
184	32º PAVTO-PORTA x TELHADO	Incompatibilidade	Normal	ARQUITETURA
185	31º PAVTO-REBAIXO DE LAJE	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
186	Listas de conferências - CATARINENSE	Solicitação	Importante	CONSTRUTORA
187	COBERTURA-Especificação de telha	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
188	GERAL-MUDANÇA DE SEÇÃO DE PILARES	Incompatibilidade	Importante	ESTRUTURA
189	GERAL-Elevadores-Ajustes necessário	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
190	25º PAVTO-AJUSTE LAJE	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
191	25º PAVTO - Alinhamento VIGA x PILAR	Incompatibilidade	Normal	ESTRUTURA
192	GERAL-PRUMADA ELE/TEL HALL	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
193	GERAL-PRUMADA PRINCIPAL/ RECALQUE	Conflito	Importante	HIDROSSANITÁRIO
194	GERAL-Comentários CATARINENSE	Solicitação	Normal	TV
195	GERAL-Comentários CATARINENSE	Solicitação	Normal	TELECOMUNICAÇÕES
196	GERAL-Comentários CATARINENSE	Incompatibilidade	Normal	ELÉTRICO
197	GERAL-Comentários CATARINENSE	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
198	GERAL-GERADOR	Solicitação	Importante	PREVENTIVO ELÉTRICO
199	GERAL-Interfone	Solicitação	Normal	INTERFONE
200	5º PAVTO - PLATIBANDA	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
201	5º PAVTO - PILARETES E CINTAS DE AMARRAÇÃO	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
202	GERAL - RAMPa GARAGEM	Incompatibilidade	Normal	ESTRUTURA
203	TÉRREO - CENTRAL DE GÁS	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
204	5º PAVTO - VAZIO CREMALHEIRA	Incompatibilidade	Normal	ESTRUTURA
205	TÉRREO - ACESSO CENTRAL DE GÁS	Incompatibilidade	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
206	TÉRREO - DIMENSÕES DE ESQUADRIAS	Solicitação	Normal	ARQUITETURA
207	TÉRREO - ALVENARIA DUTO DE INSUFLAMENTO	Solicitação	Normal	COMPATIBILIZAÇÃO
208	TÉRREO - HID x CHURRASQUEIRA	Conflito	Normal	HIDROSSANITÁRIO
209	GERAL - Ralos	Omissão	Normal	HIDROSSANITÁRIO
210	TÉRREO-SALA INSUFLADORES	Incompatibilidade	Normal	INSTALAÇÕES MECÂNICAS
211	25º PAVTO-INFORMAÇÃO VIGA	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
212	25º PAVTO-REPRESENTAÇÃO DE CUBETAS/ PILAR P17 e P18	Incompatibilidade	Normal	ESTRUTURA
213	31ºPAVTO-PILAR "PE"	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
214	COBERTURA-SALIÊNCIA ARQ NA LAJE DO RESERV.	Solicitação	Normal	ESTRUTURA
215	BARRILETE/RESERV.-Comentários gerais	Incompatibilidade	Importante	PREVENTIVO HIDRÁULICO
216	EMBASAMENTO-HIDRANTE-Esquema vertical x Plantas	Incompatibilidade	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
217	TÉRREO-Níveis central de gás	Solicitação	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
218	1ºPAVTO-Alimentação	Solicitação	Normal	HIDROSSANITÁRIO
219	GERAL-REVISÃO ESQUEMA VERTICAL	Incompatibilidade	Importante	ELÉTRICO
220	25º PAVTO-VIGAS INVERTIDAS SACADAS	Solicitação	Importante	ESTRUTURA
221	GERAL-Comentário Catarinense	Solicitação	Normal	PREVENTIVO HIDRÁULICO
222	GERAL-Comentários CATARINENSE	Solicitação	Normal	CLIMATIZAÇÃO