

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

RODRIGO ENDRESS RIBEIRO CAMPOS

IMPACTO DO USO DO CONCEITO BIM EM UM EMPREENDIMENTO
DE GRANDE PORTE

São Leopoldo
2018

Rodrigo Endress Ribeiro Campos

IMPACTO DO USO DO CONCEITO BIM EM UM EMPREENDIMENTO DE
GRANDE PORTE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador (a): Prof. Fabiana Pires Rosa

São Leopoldo
2018

AGRADECIMENTOS

A todos que estiveram, estão e estarão ao meu lado durante a etapa acadêmica.

Comprometimento.

Adenor Leonardo Bachi

IMPACTO DO USO DO CONCEITO BIM EM UM EMPREENDIMENTO DE GRANDE PORTE

Resumo: Um grande desafio para a construção civil nos tempos atuais, é a visão que se tem da edificação, em termos de planejamento e execução do empreendimento, antes mesmo do início das obras. São inúmeras as dúvidas decorrentes da falta de compatibilização que se tem entre projetos, na etapa de planejamento de obra e, principalmente, execução. Com a infinidade de plantas de projeto que atualmente são usadas na construção civil, e as respectivas incompatibilizações recorrentes dessas, cada vez mais se tem entendimento de que o futuro, aliado às ferramentas tecnológicas disponíveis, está cada vez mais próximo da realidade dos canteiros de obra. É de fundamental importância, em termos de custo, prazo, qualidade e segurança; o bom entendimento daquilo que se está construindo. Hoje em dia, principalmente no que diz respeito a custo de obra, tem-se um grande déficit na questão de previsibilidade de problemas construtivos. O uso do conceito BIM (*Building Information Modeling*) ou “Modelagem de Informação da Construção”, vem para padronizar processos construtivos, nos quesitos de custo, prazo, qualidade e segurança de obra. A integralização que o conceito BIM abrange, é de essencial importância na redução de processos construtivos internos. Analisando-se o conceito, chega-se a conclusão de que o sistema abrange diferentes processos construtivos. Baseado em um projeto executivo do empreendimento, que compatibiliza os projetos – projeto arquitetônico, estrutural, de instalações, além de acabamentos e detalhamentos específicos – em apenas um arquivo, é possível ter acesso a todas as informações quando projetado a partir do conceito BIM. Tudo isso, com ampla possibilidade de exploração do espaço construtivo, para melhor entendimento da construção. O trabalho desenvolvido, estuda as possibilidades da aplicação do conceito BIM em uma edificação de grande porte, para geração de planejamentos de obras mais assertivos, com enfoque no uso do conceito para melhoria de qualidade e custo a partir da análise e prevenção de incompatibilidades entre projetos. Foi apresentado um estudo de caso, com enfoque em incompatibilização de projetos, expondo qual a consequência que o assunto gera no planejamento e custo de uma obra de grande porte, que está em execução e atualmente na fase de introdução do conceito BIM no empreendimento e na empresa. Foi levantado histórico com dados de incompatibilizações, relatórios com custos adicionais causados pelo mesmo motivo e também análise de impacto no planejamento da obra. A partir da análise destes dados, conclui-se que o uso da metodologia BIM se faz benéfica em termos de custo e prazo de obra.

Palavras-chave: BIM. Construção Civil. Engenharia. Planejamento. Custo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas contempladas pelo BIM	26
Figura 2 – Origem dos danos nas construções	27
Figura 3 – Diagrama de metodologia de trabalho	33
Figura 4 – Empreendimento em estudo.....	34
Figura 5 – Incompatibilidade 04 – Local em Estudo	40
Figura 6 – Incompatibilidade 04 – Estrutural x executivo.....	41
Figura 7 – Incompatibilidade 04 – Definição tomada	42
Figura 8 – Incompatibilidade 04 – Modelagem BIM obsoleta	43
Figura 9 – Incompatibilidade 04 – Modelagem BIM Atualizada	44
Figura 10 – Incompatibilidade 07 - BIM	46
Figura 11 – Incompatibilidade 07 – Tentativa BIM.....	47
Figura 12 – Incompatibilidade 07 – Comparação real x BIM	49
Figura 13 – Incompatibilidade 09 – Estrutural x gás.....	50
Figura 14 – Incompatibilidade 09 – Local em estudo.....	51
Figura 15 – Incompatibilidade 09 – Modelagem BIM – Alternativa 1	52
Figura 16 – Incompatibilidade 09 – Interferência com laje em BIM	53
Figura 17 – Incompatibilidade 09 – Interferências na modelagem BIM .	54
Figura 18 – Incompatibilidade 01	56
Figura 19 – Incompatibilidade 02.....	57
Figura 20 – Incompatibilidade 03.....	59
Figura 21 – Incompatibilidade 05.....	60
Figura 22 – Incompatibilidade 06.....	61
Figura 23 – Incompatibilidade 08.....	62
Figura 24 – Incompatibilidade 10.....	63
Figura 25 – Incompatibilidade 11	64
Figura 26 – Incompatibilidade 12.....	65
Figura 27 – Extração de Quantitativos Sala de Aquecedores.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relatório de Incompatibilidades	38
Tabela 2 – Custo Adicional – Incompatibilidade 04	67
Tabela 3 – Custo Adicional – Incompatibilidade 07	68
Tabela 4 – Custo Adicional – Incompatibilidade 09	68
Tabela 5 – Custo das Incompatibilidades Simplificadas	69
Tabela 6 – Custo Total Mão de Obra e Material	70
Tabela 7 – Impactos em Prazo de Obra – 1/2	71
Tabela 8 – Impactos em Prazo de Obra – 2/2	72
Tabela 9 – Custo da Previsão de Atraso de Obra	73
Tabela 10 – Impacto Final em Custo de Obra	74

LISTA DE SIGLAS

UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

BIM – *Building Information Modeling*

STEP – *Standard Product Data and Exchange*

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

2D – Duas dimensões (bidimensional)

3D – Três dimensões (tridimensional)

BIM 4D – Uso da tecnologia BIM para planejamento

BIM 5D – Uso da tecnologia BIM para custo

BIM 6D – Uso da tecnologia BIM para manutenção da edificação

FGV – Fundação Getúlio Vargas

IFC – *Industry Foundation Classes*

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

ISO – *International Organization for Standardization*

UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba

BCA – *Construction Authority*

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

PIB – Produto Interno Bruto

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

OPUS – Sistema Unificado do Processo de Obras

CAD – *Computer Aided Design*

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

SUMÁRIO

IMPACTO DO USO DO CONCEITO BIM EM UM EMPREENDIMENTO DE GRANDE PORTE.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivos	14
1.1.1. Objetivo geral.....	14
1.1.2. Objetivos Específicos	14
1.2. Justificativa.....	14
1.3. Delimitação do Tema de Pesquisa.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. O Conceito BIM, O Que é BIM	16
2.1.1. A NORMA 10303 – STEP.....	17
2.1.2. A NORMA ABNT NBR 15965	18
2.2. BIM no Mundo – Iniciativas de Uso	18
2.3. BIM NO BRASIL.....	20
2.3.1. O Estado de Santa Catarina	21
2.3.2. O Exército Brasileiro	21
2.3.3. Iniciativa Privada – Construtora SINCO.....	22
2.4. Custo da Implantação da Ferramenta	23
2.5. BIM em Empresas de Pequeno Porte	24
2.6. Implantação: Etapas de Uso da Ferramenta.....	25
2.7. BIM 3D	26
2.7.1. Compatibilização x Qualidade	26
2.7.2. Uso do BIM na Compatibilização.....	27
2.8. BIM 4D – Planejamento	28
2.8.1. Método Construtivo Convencional - Planejamento sem BIM	28
2.8.2. Planejamento com BIM.....	28

2.9. BIM 5D – Custo	30
3. METODOLOGIA	32
3.1. Etapas do Trabalho	33
3.2. Estudo de Caso.....	33
3.2.1. Implantação e Análise do Mercado Atual	35
3.2.2. Compatibilização - Qualidade, Prazo e Custo	35
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	36
4.1. Implantação e Análise de Mercado	36
4.2. Compatibilizações	37
4.2.1. Relatório de Incompatibilidades.....	37
4.2.2 Incompatibilidades Principais – Modelagem BIM.....	39
4.2.2.1. Incompatibilidade 04 – Sala de Aquecedores	39
4.2.2.2. Incompatibilidade 07 – Circulação 13º Pavimento	46
4.2.2.3. Incompatibilidade 09 – Prumada de Gás	50
4.2.3. Incompatibilidades Simplificadas	55
4.2.4. Custo Adicional de Mão de Obra e Material	66
4.2.4.1. Incompatibilidades Principais – BIM.....	66
4.2.4.2. Incompatibilidades Simplificadas	69
4.2.4.3. Custo Adicional Total de Mão de Obra e Material	69
4.2.5. Impacto em Prazo de Obra.....	70
4.2.5.1. Custo da Previsão de Atraso de Obra.....	73
4.2.6. Impacto Final em Custo de Obra	73
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXO A - Entrevista Escritório de Modelagem BIM.....	81
ANEXO B - Entrevista Setor de Projetos da Empresa em Estudo	84

1. INTRODUÇÃO

A construção civil vem sofrendo mudanças desde os tempos mais antigos. A engenharia alia-se às novas tecnologias em busca de maior rendimento, menor custo, maior qualidade e segurança na elaboração/execução de construções. A tecnologia BIM vem sendo cada vez mais citada no âmbito da engenharia civil, principalmente no Brasil, já que em outros países trata-se o conceito BIM já como uma realidade.

Recentemente no Brasil, foi instituída a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling, através do decreto nº 9.377, de 17 de Maio de 2018. A estratégia tem entre seus objetivos difundir o conceito BIM e seus benefícios, coordenar a estruturação do setor público quanto a adoção do BIM e estimular a capacitação em BIM no país. (BRASIL, 2018).

Resende (2013) define projeto como uma ferramenta que impacta diretamente nos resultados de custo de um empreendimento, assim como interfere na eficiência dos processos, como apoio à produção através de informações.

Mattos (2006) ressalta que é comum haverem distorções nos orçamentos das construtoras. Mattos (2006) ainda explica que, com a grande demanda de orçamentos e a concorrência que se tem entre as empresas, os profissionais não tem tempo de analisar de forma aprofundada todos os projetos, o que faz deles meros preenchedores de planilhas.

Segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP) (2017), os empregos na construção civil em 2017 caíram 9,46% em relação ao ano de 2016, embora nos últimos meses haja um crescimento, a economia no setor ainda está em saldo negativo se comparada ao ano anterior, com baixa em todos os segmentos da construção, com destaque para os setores imobiliário obras de acabamento e preparação. Ainda de acordo com estudo do SINDUSCON-SP (2017), em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV), todos os segmentos da construção civil tiveram baixas no sul do Brasil, sendo o estado do Rio Grande do Sul, o que teve menor queda (0,57%).

As crescentes soluções tecnológicas se mostram como parte do processo de retomada da economia no país. De acordo com o site Noventa (2017), a ferramenta BIM está dentro de uma lista de dez novas tecnologias que seduzem empreendedores na atual situação do país. O site ainda define a ferramenta BIM como uma tecnologia que possibilita, através da informação, o melhor gerenciamento da obra, e ainda destaca a organização e agilidade que a ferramenta fornece à obra, auxiliando a gestão quanto aos imprevistos.

O site do Sienge (2017), define BIM como uma nova identidade dada aos projetos, comumente elaborados em duas dimensões, e que tendem a ser elaborados em três dimensões, para maior assimilação do projeto e fidelidade ao produto final. E ainda compara o sistema atual de planejamento com um desenho de mapas e, passando a utilizar a ferramenta BIM, passa-se a ter algo semelhante a uma maquete para trabalhar.

Ainda segundo o Sienge (2016), o BIM não tem como delimitação apenas as plataformas tridimensionais tradicionalmente conhecidas. A tecnologia já abrange uma plataforma em seis dimensões: a mais conhecida delas, a 3D, que conta com a parte da modelagem da construção; a plataforma 4D, responsável pelo planejamento/cronograma; a dimensão 5D, com a demanda de custos e orçamentos a partir das informações contidas na modelagem da edificação; e por fim o uso de 6D, que conta como apoio à etapa de manutenção e operação pós obra.

O estudo do conceito BIM traz, além de aprofundamento teórico do assunto, uma percepção comparando a tecnologia e seu uso, junto a um empreendimento de grande porte, para que se possa avaliar e comparar os benefícios que a ferramenta traz, referentes a custos, melhoria de processos, qualidade e cronograma de obra.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

O trabalho tem por objetivo a análise da consolidação do uso do conceito BIM em edificações de grande porte, destacando os impactos que o mesmo traz ao empreendimento, relativos ao planejamento e custo da obra.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Buscar um comparativo de custo, prazo e qualidade em um empreendimento que não usa a tecnologia em sua execução, e os resultados que poderiam ser alcançados no mesmo empreendimento, com o uso da ferramenta;
- b) Analisar os resultados referentes ao uso do conceito BIM dentro de empreendimentos de grande porte, no que se refere às dimensões 4D e 5D.

1.2. Justificativa

A melhoria contínua dos processos torna pequenas empresas em grandes. A busca por essa melhoria de processos remete automaticamente a novas tecnologias e também a novas possibilidades.

A construção de uma obra, vindo desde a concepção inicial do empreendimento, até a realização da entrega, passa por diversas etapas. A otimização desses passos, incluindo a execução do empreendimento, faz com que haja ganho de custos e prazos, além de qualidade.

A ferramenta BIM mostra-se capaz de realizar interação entre todas as etapas que envolvem uma obra, seja com uma apresentação da obra modelada, antes da execução da mesma; seja com o planejamento gerado a partir desse mesmo modelo tridimensional; seja na facilidade para identificação de incompatibilidades na etapa de concepção de projetos; seja na análise de orçamento geral de obra; ou seja na execução do empreendimento, como parte essencial do entendimento da construção por parte da equipe de engenharia.

Atualmente o sistema de planejamento de obras segue modelos de gestão separados em três etapas: planejamento a longo, médio e curto prazo. A assertividade nesses casos nem sempre é a esperada pelo setor de planejamento das empresas, motivo esse, que faz com que reuniões periódicas, assim como replanejamentos, sejam feitos durante o período de execução do empreendimento.

A análise mais clara das metas, aliada a prazos mais assertivos dentro do planejamento geral de obra, traz benefícios vinculados ao custo e prazo final de obra, mostrando-se muito interessante do ponto de vista gerencial da construção civil.

1.3. Delimitação do Tema de Pesquisa

Este trabalho consiste em analisar a aplicação dos projetos em BIM, em relação ao impacto na área de planejamento e custos, em um empreendimento de grande porte, na cidade de Canoas.

O objeto de estudo consiste em um empreendimento de uso misto com cinco edificações no total. O foco do estudo está na torre Hotel, e tem duração de um ano, para levantamento das incompatibilidades.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O Conceito BIM, O Que é BIM

Para Ferraz (2012) e Morais (2012), BIM representa:

O processo que inclui a geração e gestão de representações digitais de características físicas e funcionais de um edifício, que se estende além do projeto ou término da construção. Com este processo pretende-se facilitar o armazenamento, intercâmbio e interoperabilidade de informação em formato digital, oferecendo aos arquitetos, engenheiros, construtores e proprietários uma visão global clara de todos os seus projetos. (FERRAZ; MORAIS, 2012, p. 1).

Uma das características que a tecnologia BIM traz consigo como benefício, é a interoperabilidade do sistema, o que permite a unificação da informação, de modo a promover a possibilidade de trabalho simultâneo em um mesmo projeto, o que hoje muitas vezes se dá como um dos principais problemas na etapa de projetos de uma edificação, resultando nas já conhecidas incompatibilidades entre pranchas. Sobre interoperabilidade, os autores ainda destacam:

Associada ao processo BIM surge a especificação *Industry Foundation Classes* (IFC) que é um formato de arquivo baseado em objeto que define a forma como a informação (por exemplo: geometria, cálculo, quantidades, preços, etc.) deve ser fornecida/armazenada para todas as fases de um ciclo de vida de projetos BIM. A IFC é uma especificação neutra e aberta, independente de um fornecedor de aplicativos, ou conjunto de fornecedores, considerada a chave no processo que pretende tornar possível guardar e trocar dados entre diferentes aplicativos BIM de forma a aumentar a interoperabilidade na arquitetura, engenharia e indústria de construção. (FERRAZ; MORAIS, 2012, p. 4)

Segundo a CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção -, através de sua Coletânea de Implantação do Sistema BIM para Construtoras e Incorporadoras (2016), define BIM como:

Um conjunto de políticas processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida. BIM é um processo progressivo que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o fácil acesso aos vários grupos de informações sobre uma edificação ou instalação que se

deseja construir, usar e manter. Uma única plataforma de informações que pode atender todo o ciclo de vida de um objeto construído. BIM é uma nova plataforma da tecnologia da informação aplicada à construção civil e materializada em novas ferramentas (softwares), que oferecem novas funcionalidades e que, a partir da modelagem dos dados do projeto e da especificação de uma edificação ou instalação, possibilitam que os processos atuais, baseados apenas em documentos, sejam realizados de outras maneiras (baseados em modelos) muito mais eficazes. (CBIC, 2016, p. 22).

Ainda através de sua Coletânea de Implantação do Sistema BIM para Construtoras e Incorporadoras (2016), a CBIC relata que algumas referências apontam que o termo BIM teria sido utilizado primordialmente por Charles Eastman, professor da *Georgia Tech School of Architecture* e diretor do *Digital Building Laboratory*. Charles Eastman conceituou BIM como sendo um modelo digital de um produto, representado pelo fluxo de informações necessárias para o seu desenvolvimento. As características ou informações geradas na etapa de desenvolvimento do produto deveriam descrevê-lo fielmente também na vida real, na etapa de construção do mesmo. Nesse caso, Charles foi um tanto quanto generalizador, colocando a tecnologia BIM como uma possibilidade não só para a construção civil.

2.1.1. A NORMA 10303 – STEP

Essa visão generalizadora teria sido uma das responsáveis, de modo geral, pelo surgimento de uma norma, que regulamentasse e padronizasse o fluxo de informações dentro da modelagem BIM. Segundo o Prof. Dr.-Ing. Klaus Schutzer e o Eng. Antonio Álvaro de Assis Moura, ambos da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, através de seu artigo sobre a Implantação das Normas 10303 – STEP em Um Ambiente de Desenvolvimento Integrado do Produto (2001), a norma ISO 10303 *Automation Systems and Integration – Product Data Representation and Exchange*, também conhecida como STEP – *Standard Product Data and Exchange* – tem como objetivo principal a integração de todas as informações desde a fase de concepção do projeto, até a sua etapa final de descarte. Ainda segundo os responsáveis pelo artigo, a Norma ISO 10303 teria como principais benefícios: a redução de tempo na elaboração e lançamento do projeto, devido à facilidade que se

incrementa ao desenvolvimento simultâneo do projeto; capacidade de várias empresas trabalharem de modo simultâneo em um mesmo projeto, partindo do princípio de que estão utilizando o mesmo padrão de linguagem; redução do tempo utilizado com revisões, partindo do princípio de que os projetos sendo regulamentados por uma norma, estariam sendo criados da mesma forma; possibilidade de novos softwares disponíveis para elaboração de projetos.

2.1.2. A NORMA ABNT NBR 15965

Catelani e Santos (2016), descrevem que: em 2009, no Brasil, foi criada a Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção, ABNT/CEE-134, com o objetivo de normatizar tecnicamente o uso do conceito BIM no país. A norma é composta por sete partes atualmente, das quais quatro já estão concluídas e aprovadas (1, 2, 3 e 7), enquanto as outras três partes (4, 5 e 6) estão em desenvolvimento.

Catelani e Santos (2016) ainda destacam que a criação da norma ABNT NBR 15965 é um grande passo para a facilitação da implantação da ferramenta BIM no Brasil, através da remoção de uma das barreiras do trabalho colaborativo na construção civil brasileira.

2.2. BIM no Mundo – Iniciativas de Uso

Conforme relata a Secretaria de Infraestrutura e Logística do Estado do Paraná (2017), através de seu site, alguns dos exemplos mais recentes de países que adotaram o sistema de implantação e aprovação de projetos junto às suas respectivas prefeituras são os Estados Unidos, que conseguiram alcançar um crescimento consideravelmente grande do uso do sistema BIM, e Singapura, que vem com uma proposta não tão focada no crescimento do uso da ferramenta, mas em como ela pode agilizar a aprovação dos projetos.

Ainda conforme o site do Governo do Estado do Paraná (2017), o governo dos Estados Unidos, em 2006, decretou que todo projeto público teria que ser concebido com uma fase de projetos já em BIM. O resultado veio conforme esperado: segundo o *SmartMarket Report* de 2012 a utilização do BIM nos Estados Unidos saltou de 40% em 2009 para 71% em 2012. Em

Singapura, o governo implementou o Sistema de aprovação de projetos mais rápido do mundo. O sistema foi implementado em 2008 pela *Construction Authority* (BCA). Os projetistas somente precisam submeter os projetos para aprovação através de um portal eletrônico em um modelo que contenha as informações necessárias para a aprovação. O prazo atual de aprovação é de 26 dias e a meta para 2015 é reduzir esse prazo para 10 dias. O objetivo do BCA é obter 80% dos projetos em BIM até 2015. Embora a iniciativa de Singapura não seja inicialmente a mesma da maioria dos outros países, tem indiretamente o mesmo objetivo, já que um dos principais trâmites da construção civil atualmente é a aprovação do projeto executivo, responsável pela liberação da construção.

Um exemplo dos alongados prazos de aprovação de projetos junto às prefeituras são os noventa dias necessários para aprovação na cidade de Porto Alegre, conforme o próprio site da Prefeitura de Porto Alegre (2017) informa.

Segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do estado de Alagoas – CREA-AL:

O sistema BIM vem sendo cada vez mais utilizado por escritórios de Arquitetura e Engenharia tanto no Brasil quanto no exterior, sendo que lá fora, alguns governos como da Noruega, Alemanha, Singapura e Hong-Kong já utilizam esta tecnologia em projetos-piloto, para o total gerenciamento de suas edificações. A tecnologia ainda não faz parte totalmente do processo de projeto, no entanto, está claro que a tendência de adoção desta tecnologia é irreversível. Por suas vantagens em relação ao processo de projeto 2D, cada vez mais essa tecnologia tem atraído os profissionais da área e se tem a perspectiva que no futuro da construção civil o BIM estará totalmente presente. (CREA-AL, 2017, p.1).

No Reino Unido, segundo Kassem e Amorim (2015), a indústria da construção representa 7% do PIB. Esse dado impulsionou, em 1994, um início de mudança no país, visando a melhoria contínua nos processos da indústria da construção civil.

Tal iniciativa, contam Kassem e Amorim (2015), tornou-se concreta no ano de 2011, quando o governo tornou obrigatório o uso do BIM colaborativo em 3D, a partir do ano de 2016. Em meio à estratégia de implantação do BIM, foram elaborados documentos para determinação das diretrizes do projeto. Um

desses documentos, chamado de Construção 2025, visava objetivos bastante otimistas, com grande benefício para o processo, tais como:

- a) Reduzir o gasto inicial e de manutenção das construções em 33%;
- b) Reduzir a emissão de gases da construção em 50%;

2.3. BIM NO BRASIL

Com a instituição da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil, busca-se atingir a difusão do BIM e de seus benefícios, assim como a coordenação da estruturação do setor público para a implantação do BIM, além da criação de um sistema de padronização BIM, através da Plataforma e da Biblioteca Nacional BIM. (BRASIL, 2018).

Hoje em dia, conforme o CREA-AL (2017), o mercado brasileiro ainda mostra uma certa resistência sobre o assunto, através de simples desconhecimento ou até falta de interesse, principalmente quando se fala em questões financeiras, devido ao alto custo de investimento da tecnologia, principalmente em sua fase de implantação. Apesar do pouco tempo como pauta no ramo da engenharia civil do Brasil, ainda segundo o CREA-AL:

Muito já se debateu em congressos e seminários sobre o desafio da implantação do BIM no Brasil, suas dificuldades, investimento alto, falta de mão de obra e falta de padrões de desenho brasileiros, assim como ocorreu no final dos anos 80 com o surgimento da tecnologia CAD (*Computer Aided Design*) no mercado brasileiro. E essa transição não foi fácil na época, mas houve a necessidade de partir para a capacitação e trabalho, chegando no ponto onde o CAD se encontra hoje. (CREA-AL, 2017, p.1).

Conforme ressalta o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo – SINDUSCON-SP (2016): estamos vivenciando a implantação do BIM no Brasil, juntamente com isso, estamos acompanhando certa quantidade de investimentos na área, através de iniciativas dos setores do Poder Público. Como parte da integração de todo o processo de implantação da tecnologia no país, é de extrema importância a clareza com que o assunto é introduzido ao mercado. Tem-se recentemente exemplos de lançamentos de editais que seguramente não atingirão os objetivos para os

quais foram lançados, e que conseqüentemente gerarão descrédito junto ao público atingido.

2.3.1. O Estado de Santa Catarina

Visando quebrar barreiras da implantação do BIM, o estado de Santa Catarina lançou o Caderno BIM (Caderno de Apresentação de Projetos BIM), em 2014 (STEINER, 2016), e despontou como um dos estados brasileiros mais avançados em relação ao assunto.

Segundo o próprio Caderno BIM (2014), o documento serve de base para normatizar os futuros projetos da construção civil, entregues ao Governo do Estado de Santa Catarina.

Conforme ressaltado por Steiner (2016), mesmo com grande incentivo por parte do Governo e dos avanços já alcançados, a implantação do BIM no Estado de Santa Catarina ainda busca melhorias quanto à compatibilização com as Leis do Estado, no que se refere às construções do Corpo de Bombeiros, Prefeitura e Vigilância Sanitária, por exemplo.

2.3.2. O Exército Brasileiro

Responsável por um enorme patrimônio imobiliário no cenário nacional, o Exército brasileiro além de se expandir, procura se atualizar em relação a novas tecnologias. Isso acontece desde o ano de 2006, através de iniciativas internas que não contaram com divulgação, contam Kassem e Amorim (2015). A partir do ano de 2010, o Exército Brasileiro começou a divulgar externamente seus planos de implantação da ferramenta BIM, através da elaboração de uma biblioteca BIM, visando as tipologias de edificações Minha Casa Minha Vida, por meio de incentivos/demanda do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI.

Segundo relatam Kassem e Amorim (2015), ainda no ano de 2006, fora criado o Sistema OPUS – Sistema Unificado do Processo de Obras – Sistema para Gestão do Ciclo de Vida do Ambiente Construído, com o objetivo de fazer uma melhor gestão de obras, visto que na época, o nível de exigência de

informações no gerenciamento de obras tinha um alto crescimento. Juntamente com os estudos realizados no ano, a implantação do sistema BIM se deu através da contratação de software (*Autodesk Revit*), além de treinamento externo, para maior agilidade no processo de aprendizagem por parte da Diretoria de Obras Militares.

Ultrapassando-se a barreira dos custos iniciais de implantação, atualmente várias áreas da instituição já contam com a ferramenta BIM implantada, tais como:

- Departamento de Engenharia;
- Diretoria de Obras Militares;
- Comissões Regionais de Obras;
- Organizações Militares;

Com o objetivo de expansão da tecnologia, está em andamento a implementação em outros departamentos, como os de Logística, Pessoal e de Transporte. (KASSEM; AMORIM, 2015).

2.3.3. Iniciativa Privada – Construtora SINCO

Contam Kassem e Amorim (2015), que a SINCO Engenharia – empresa que atua no mercado da construção civil há mais de 30 anos – viu a necessidade de implantação de uma nova tecnologia (BIM), a partir do momento que expandiu a empresa para outro estado, no ano de 2006. A decisão de adoção do sistema BIM, veio em 2010, através da missão organizada pelo SINDUSCON-SP, para visita à universidade *Carnegie Mellon*, no estado da Pensilvânia, nos Estados Unidos. No ano de 2011, contrataram-se consultorias e softwares para dar início ao processo de aprendizagem da empresa. Com o objetivo de se testar o nível de maturidade que a empresa vivenciava, começou-se a modelar os projetos recebidos de terceiros, ainda em duas dimensões (2D), de forma interna, através de um grupo criado com essa finalidade. Em 2013, após considerável crescimento do setor envolvido com a metodologia BIM, fora contratado o primeiro projeto em BIM, com as principais disciplinas (arquitetônico, instalações hidráulicas e elétricas, e ar condicionado) inclusas. Com propósito de expansão contínua, a SINCO traçou como meta, a contratação inteiramente em BIM a partir do ano de 2014, visando ainda, a

expansão dentro dos setores da empresa, para aprimorar processos através da implementação da tecnologia.

2.4. Custo da Implantação da Ferramenta

Decisões sobre processos construtivos são geralmente tomadas na concepção de projeto, mas ainda não são aliadas à visão de custo de ciclo de vida que a edificação tem. A escolha de um produto mais barato, por exemplo, pode se tornar cara com o passar da vida útil da obra.

Conscientes de tais ameaças e oportunidades, nações como Estados Unidos, Reino Unido e países nórdicos adotaram há anos políticas que incentivaram a melhoria da qualidade e desempenho das suas construções – sejam elas creches, repartições públicas ou escolas. Para tanto, alteraram a forma tradicional de se contratar Projeto, Construção e Operação & Manutenção – obrigando os fornecedores a entregarem projetos e informações em formatos padronizados dentro de Modelos de Informação da Construção (BIM). (SINDUSCON-SP, 2016, p.1).

Atualmente, com o mercado em crise, a alternativa do uso da tecnologia BIM vem à tona como possibilidade de espaço no mercado de trabalho. Por meio principalmente de estudantes de engenharia civil e arquitetura, os cursos de BIM estão cada vez mais tomando espaço no mercado de preparação para a construção civil. O que ainda faz com que se construa da maneira antiga, e barre o crescimento do BIM no Brasil e também fora dele, é o investimento inicial que se tem na ferramenta.

A empresa Autodesk, grande responsável pela popularidade do conceito CAD no passado e uma das principais responsáveis pela implantação da ferramenta BIM nos dias de hoje, revelou em estudo que os custos da implantação do sistema são muitas vezes encarados de forma errada pelas empresas. As empresas limitam-se a pensar que o custo da ferramenta, é o custo de aquisição do software. Além do custo inicial do software, existem variações na prática das medições ou controle de investimentos BIM, que muitas vezes são caracterizados como um custo separado do restante das operações como um todo. Os custos com BIM variam de acordo com os casos em que são aplicados, mas geralmente se estendem muito além de hardware ou software. Devido a essas variações, para cálculo de custo de implantação,

usam-se critérios dentro das três seguintes áreas, conforme o site ArchDaily (2016):

- Custos de trabalho diretos relacionados com a adoção do BIM são necessários para assegurar que a implantação da tecnologia seja bem sucedida. Estes custos incluem a necessidade óbvia da formação de uma equipe para treinamento e educação continuada, mas também é importante considerar as consequências financeiras de uma equipe menos eficiente durante o período de transição para o BIM.
- Muitas empresas também acham importante contratar um gerente adicional de projetos BIM ou mais suporte de TI para se ajustarem a suas novas atividades utilizando o BIM. O nível de expertise - e, portanto, o custo desse conhecimento - deve ser proporcional aos avanços feitos na tecnologia.
- Existem também custos de longo prazo relacionados com a mudança do fluxo de trabalho com o uso do BIM, mudando os processos internos da sua empresa. Estes surgem das boas práticas do uso do BIM, tais como a integração de dados e informações no modelo no início do processo de desenvolvimento de projeto, ou incorporando a modelagem durante a pré-construção. Estes custos são difíceis de quantificar, mas eles são necessários na construção de um cálculo de investimento completo. (ArchDaily, 2016, p.1).

2.5. BIM em Empresas de Pequeno Porte

Conforme estudo de caso realizado por Hippert e Araújo (2010), a ferramenta BIM, dentro das necessidades de projeto de uma empresa de pequeno porte, é benéfica. Hippert e Araújo (2010) ressaltam ainda, que o uso da tecnologia agregou conhecimento e interesse por parte dos profissionais que tiveram envolvimento direto com o mesmo, além de melhor entendimento do projeto. Além disso, houve uma melhora na parte de documentação técnica de projeto, auxiliando na apresentação do produto aos clientes. Em relação à interoperabilidade, o estudo mostra que os projetos complementares ainda são deficientes no processo como um todo, o que ainda obriga a interação entre BIM e CAD, não se alcançando uma das principais funcionalidades da ferramenta BIM, que é a engenharia simultânea.

2.6. Implantação: Etapas de Uso da Ferramenta

Assim como o método construtivo convencional, estruturado a partir de etapas de projetos que vão desde a etapa de concepção até o *as built*, as etapas de uma obra modelada em BIM também têm esse tipo de estrutura definida. Segundo Cornetet e Florio (2015) a partir de uma análise macro, a estrutura construtiva de um empreendimento se dá basicamente pelas seguintes etapas:

- a) Concepção:
 - Viabilidade e Definição do Produto;
 - Estudo Preliminar;
 - Anteprojeto;
 - Projeto Legal.
- b) Desenvolvimento/Construção:
 - Compatibilização;
 - Projeto Executivo;
 - Detalhes/ Especificações;
 - Orçamento;
 - As Built.

A partir dessa estruturação, Cornetet e Florio (2015) fizeram uma análise de acompanhamento em três escritórios da cidade de Porto Alegre, visando entender de forma detalhada como se dá a implantação da ferramenta BIM.

Esse estudo revelou que apenas algumas etapas do processo são contempladas com o conceito BIM hoje em dia, na maioria dos escritórios. Na maioria das vezes a concepção do produto ainda não em todas as suas etapas as ferramentas 3D's implantadas, e se limita ao uso padrão de arquivos CAD, conforme indicado na tabela a seguir:

Figura 1 - Etapas contempladas pelo BIM

		Escritórios		
Etapas		1	2	3
Concepção	Lançamento do partido	Croquis e Sketchup	Croquis e Sketchup	Croquis, Sketchup e AutoCAD
	Estudo Preliminar	Croquis, Sketchup e 3DS Max	Croquis, Sketchup, 3DS Max e ArchiCAD	AutoCAD
	Anteprojeto	Revit e AutoCAD	ArchiCAD	Revit e AutoCAD
	Projeto Legal	Revit e AutoCAD	ArchiCAD	Revit e AutoCAD
Desenvolvimento/Construção	Pré-executivo	Revit	ArchiCAD	Revit e AutoCAD
	Compatibilização	Revit	ArchiCAD	AutoCAD (impresso)
	Projeto Executivo	Revit	ArchiCAD	Revit e AutoCAD
	Detalhamento/Especificações	Revit	ArchiCAD	AutoCAD
	Orçamento	-	-	AutoCAD e outros
	<i>As Built</i>	-	-	Revit e AutoCAD

Fonte: CORNETET (2015)

2.7. BIM 3D

A terceira dimensão da ferramenta BIM, remete ao uso dos modelos 3D para compatibilização e gerenciamento de obras.

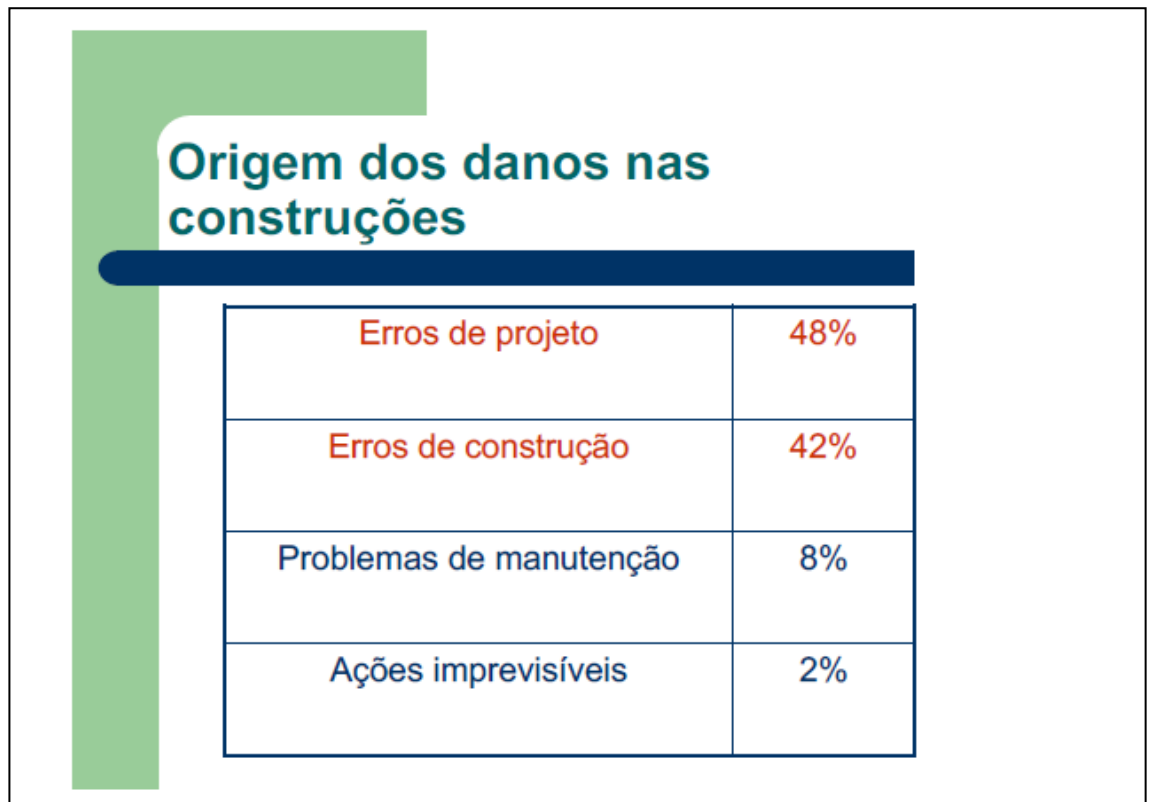
2.7.1. Compatibilização x Qualidade

Com a expansão da construção civil, diante de novas tecnologias, tem-se cada vez mais projetos com identidade única, repletos de peculiaridades. Partindo desse princípio, geram-se plantas com projetos específicos de cada local da edificação, contendo cada vez mais informações em plantas distintas. (NASCIMENTO, 2015).

Destaca Nascimento (2015), que com o avanço dos métodos construtivos, deve-se ter cada vez mais tempo dedicado na concepção do projeto, para que dessa forma, haja tempo hábil para atuação na compatibilização de todas as informações, antes do início da fase de execução.

Nascimento (2015) complementa que, o tempo dedicado à concepção do projeto, é diretamente proporcional à qualidade do produto, assim como à redução do número de patologias de obra e custos com retrabalho. Os dados abaixo comprovam a sentença.

Figura 2 – Origem dos danos nas construções



Fonte: Material complementar da disciplina de Patologias das Construções, do professor Bernardo Tutikian (2018).

2.7.2. Uso do BIM na Compatibilização

Conforme Paiva (2016) relata, a compatibilização de projetos para identificação de interferências, de forma tradicional se dá por meio da sobreposição, física (plantas impressas) ou digital (com auxílio de ferramentas CAD), das diferentes disciplinas de projetos envolvidas. Nesses casos, a compatibilização se dá com sucesso se o profissional tem experiência e capacidade técnica, além de atenção; porém, muitas vezes as incompatibilidades passam despercebidas, e são descobertas na fase de execução de obra.

A tecnologia BIM se apresenta como uma ferramenta muito mais eficiente em relação à compatibilização. A partir da modelagem tridimensional do empreendimento, realizado a partir de *softwares* específicos como o *Autodesk Navisworks*, é possível se identificar interferências entre as próprias

disciplinas de projeto, por exemplo, e não apenas entre projetos estruturais, hidráulicos, elétricos, vedações, ar condicionado, entre outros. (PAIVA, 2016).

2.8. BIM 4D – Planejamento

A quarta dimensão da tecnologia BIM surge com o propósito de planejar e gerenciar empreendimentos através de cronogramas.

2.8.1. Método Construtivo Convencional - Planejamento sem BIM

Segundo Visioli (2002), a melhoria de qualidade nas obras é, em sua grande maioria, fruto de um grande trabalho na etapa de planejamento da obra. Isso porque o planejamento traça o caminho da obra através das pesquisas, para melhor aplicação das teorias, avaliando as peculiaridades de cada obra, e buscando atender as necessidades de cada empresa, de suas práticas e processos construtivos.

Ainda de acordo com o estudo de caso realizado por Visioli (2002), o resultado que se obteve a partir do planejamento de obra, foi o aumento de 7,22% no custo da obra, se comparado com o orçamento inicial. A variação não se torna significativa implantando um sistema de planejamento convencional. Visioli (2002) ressalta a implantação de sistemas como “5S” e Construção Enxuta (*Lean Construction*), como benéficos ao sistema de cronogramas de obra, mas comenta que mesmo com sistema construtivo de empreitada global da obra, a aplicação dos conceitos se torna dificultada devido à falta de alinhamento entre os níveis hierárquicos no canteiro de obra, além da falta de assertividade nos pacotes de serviços. Surge como possível melhoria, a maior difusão dos processos não só no nível hierárquico de engenheiros, mas também em toda a obra, para maior alinhamento de informações, e produção mais controlada.

2.8.2. Planejamento com BIM

Um dos maiores desafios que se tem na construção civil, na etapa de execução de obras é, a partir de um modelo em duas dimensões, estabelecer

uma relação imaginária com o objeto real, em três dimensões. (OLIVEIRA, 2014).

Essa relação entre o planejamento de obras e os componentes da construção civil, se mostra como grande responsável por falhas no processo construtivo. A execução de obras a partir de um modelo 4D de planejamento, torna o processo mais visual do que conceitual, permitindo ao colaborador uma melhor visualização do que se está construindo, reduzindo a complexidade contida nas informações, e aumentando a assertividade na execução. (OLIVEIRA, 2014).

Ainda conforme Oliveira (2014), a transparência que se tem com o uso de um modelo 4D durante a fase de execução, se prova eficaz devido a grande facilidade de percepção visual do projeto por parte dos envolvidos. Aliada a bons projetos disponíveis na concepção da obra, a ferramenta BIM se mostra de extrema importância para o acompanhamento em tempo real, daquilo que se está construindo. A possibilidade de ajustes de cronograma em tempo real faz com que o planejamento torne-se mais assertivo. Uma simulação construtiva analisada periodicamente, garante a assertividade dos processos construtivos; redução de custos e de tempo, além de beneficiar quem está executando. Ajustes referentes a incompatibilidades de execução, também podem ser apontados antes que isso aconteça, desde que seja apresentada uma simulação da etapa vigente de serviço, o que garante a redução de retrabalho no canteiro de obras, impactando em cronograma de execução.

Dentre os benefícios citados por Oliveira (2014), após análise do uso da ferramenta BIM para quantificação de mão de obra, execução e insumos para a execução de um pavimento tipo de um empreendimento de alto padrão, está a adaptação, disponível e adequada à modelagem, de um sistema de proteção coletivo, gerado a partir das informações contidas no modelo tridimensional criado.

Além do sistema de proteção coletivo, surge a Oliveira (2014) o benefício do sistema de logística adotado a partir da simulação do processo construtivo. Desde a divisão de abastecimento de materiais, designando locais e quantidades adequadas, até as limitações que a edificação apresenta conforme o andamento da obra, a ferramenta gera layouts de canteiro de obras de acordo com a simulação feita a partir dos softwares de modelagem BIM. Se

somados à uma boa gestão de *kanbans*, a logística de produção se torna de fácil entendimento e agrega valor à questão de custos e produtividade.

Malheiros (2014) reforça, através de estudo de caso realizado com o objetivo de comparar os métodos convencionais de planejamento e os métodos utilizando a tecnologia BIM, que a visualização da obra como um todo é ponto crucial para o cronograma de obras. Através da ferramenta BIM, provou-se eficaz a avaliação de pontos importantes como: possíveis mudanças de caminho crítico e atrasos no cronograma.

Ainda em análise comparativa, Malheiros (2014) observa que com o modelo pronto, é possível a criação de simulações de execução de obra, ferramenta importante para identificação de prioridades dentro da obra, ou ainda possibilita um avanço até determinada etapa da obra, para que sejam evidenciados possíveis problemas de execução, com tempo hábil de serem resolvidos, principalmente os planejamentos que envolvem aquisições e os que auxiliam no planejamento de curto prazo.

2.9. BIM 5D – Custo

Segundo Anderle (2017), os benefícios que a modelagem 5D traz para o âmbito de obra são inúmeras, com destaque para a comunicação que se abrange entre as dimensões proporcionadas pela ferramenta. Além disso, consegue-se comparar em tempo real cronogramas físicos e financeiros.

Não obstante a extensa lista de benefícios finais, conclui-se que os reais benefícios da modelagem 5D BIM estão nas etapas do processo que devem ser cumpridas para atingi-la. Os benefícios do processo iniciam-se pela necessidade de elaboração dos projetos em ferramenta BIM 3D, compatibilizados conforme construído. Posteriormente, na elaboração do orçamento extraindo as quantidades das atividades diretamente do modelo, proporcionando maior precisão. E finalizando na necessidade de elaborar planejamento eficiente e coerente, para ser integrado ao modelo e ao cronograma financeiro. (ANDERLE, 2017, p.99).

Anderle (2017) salienta a importância das etapas preliminares à modelagem 5D, para que se tenha eficácia e assertividade na etapa de orçamento e custos. O uso da norma STEP para padronização dos objetos descritos em projeto, mostra-se de grande valia nesta etapa do processo.

Ainda a partir do estudo de caso realizado por Anderle (2017), consegue-se avaliar o controle que se tem sobre os custos de obra, juntamente ao cronograma, conforme execução do empreendimento. Essa qualidade, aliada à uma boa base de dados de projeto, faz-se de extrema importância na busca pela assertividade de orçamento, assim como a importância das tomadas de decisões dentro do canteiro de obras, com base no controle de custos.

3. METODOLOGIA

Gil (2002) define estudo de caso como um exaustivo e aprofundado estudo feito em cima de um ou poucos objetos, para que se possa alcançar um alto nível de detalhamento e aprofundamento do mesmo.

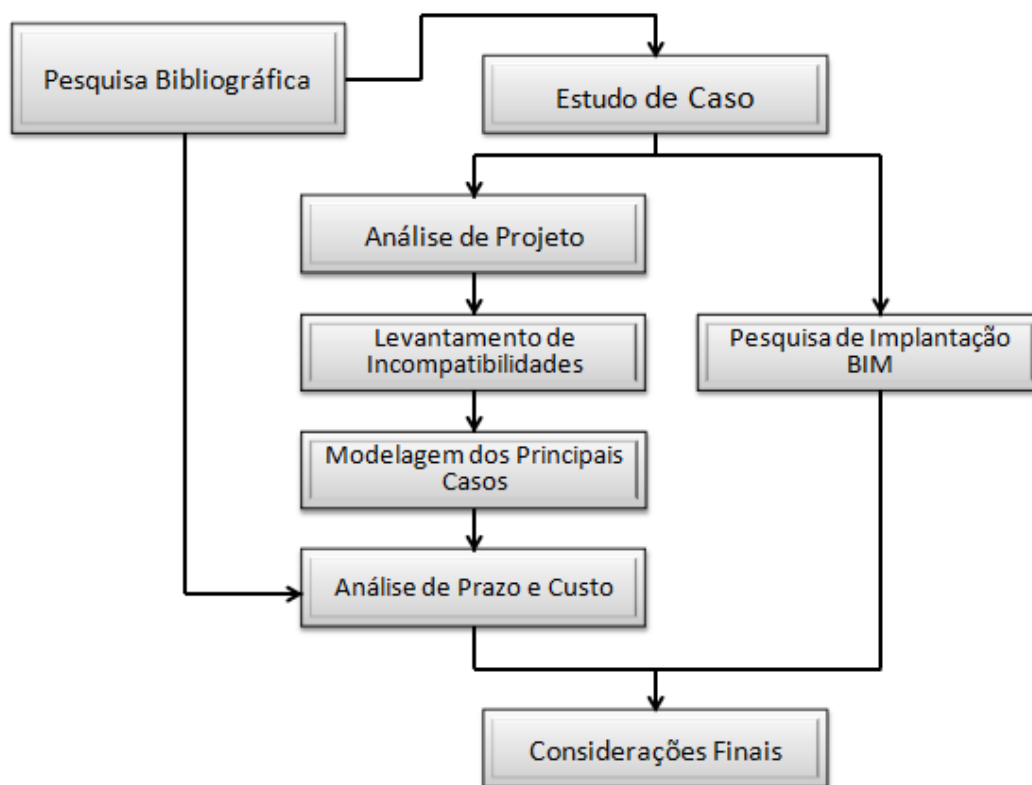
Ainda segundo Gil (2002), as pesquisas estão divididas em dois grupos: as de ordem intelectual e as de ordem prática. As primeiras se fazem com o objetivo de autoconhecimento e satisfação própria, as últimas se fazem com o objetivo de fazer alguma coisa de maneira mais eficaz ou eficiente.

A busca contínua por melhoria em processos e gestão de empreendimentos faz com que novas ferramentas sejam incluídas no mercado para aprimoramento do sistema como um todo. A redução de custo e tempo, aliada ao ganho de qualidade de uma edificação, está entre os maiores desejos dos envolvidos no setor da construção civil.

A partir dessa premissa, e através de um estudo de caso de ordem prática, o presente trabalho tem como objetivo alcançar dados que comprovem os benefícios do uso da ferramenta BIM na busca por qualidade, redução de custo e tempo, busca por melhoria contínua em processos, além do crescimento pessoal dos envolvidos.

3.1. Etapas do Trabalho

Figura 3 – Diagrama de metodologia de trabalho



Fonte: Autor (2018)

3.2. Estudo de Caso

O objeto de estudo utilizado é um empreendimento de grande porte, atualmente gerido de forma mista, com BIM e sem BIM, predominantemente sem BIM. Iniciou-se o empreendimento com o uso da tecnologia, e após alguns meses, houve o rompimento de contrato junto à empresa modeladora BIM. Atualmente utiliza-se a ferramenta para modelagem de situações pontuais.

Situado na cidade de Canoas, o complexo agrega *Medical Center*, Hotel com centro de eventos, *Office* e *Home*.

Figura 4 – Empreendimento em estudo



Fonte: Autor (2018)

A partir da modelagem 3D da edificação, foi possível se fazer comparações pertinentes a incompatibilidades, interferências em prazo, qualidade e custo da obra. A obra referida tem orçamento e planejamento gerados de forma convencional, a partir de estudos relativos a custos de mão de obra, custo de materiais e produtividade dos colaboradores. A modelagem arquitetônica do empreendimento foi concluída, mas as atualizações referentes ao avanço físico e atualização de projetos não foi continuada, devido a uma rescisão de contrato com a empresa que fazia o gerenciamento do modelo 3D. A etapa de instalações foi contemplada pontualmente na modelagem 3D, conforme a necessidade que a execução de obra demandava, o que acrescentou a incidência de incompatibilidades, partindo do princípio de que essa etapa é a mais susceptível a conflitos em projetos 2D.

3.2.1. Implantação e Análise do Mercado Atual

Através de duas pesquisas, uma realizada dentro do próprio setor de projetos da empresa, e outra realizada junto à empresa contratada para fazer a modelagem e gerenciamento do modelo 3D, foi possível identificar a situação atual de mercado, assim como as barreiras ainda existentes para a implantação da ferramenta BIM, em empresas da construção civil.

As pesquisas foram realizadas de forma presencial no escritório de modelagem BIM, e através de email com o setor de projetos da empresa construtora. Foram abordadas questões referentes à implantação, abrangência da ferramenta BIM e também pontos específicos referentes ao estudo de caso, através de formulário com perguntas previamente elaboradas.

Alguns dos seguintes pontos foram abordados nas pesquisas:

- c) Uso de guias padrões de implantação da ferramenta;
- d) A figura do BIM *manager*;
- e) Etapas de abrangência da ferramenta atualmente;
- f) Uso de BIM 4D e 5D;
- g) Panorama geral do nível de uso atual;
- h) Modos de capacitação dos profissionais;
- i) Barreiras no processo de implantação.

As entrevistas completas são apresentadas junto aos anexos do trabalho.

3.2.2. Compatibilização - Qualidade, Prazo e Custo

A partir de um relatório de incompatibilidade de projetos, foram apresentados dados relativos a impactos no custo e planejamento da obra, além das interferências em qualidade, ocasionadas pelos retrabalhos recorrentes. A comparação de cronograma de obra sem o uso da ferramenta BIM e com o uso da ferramenta BIM é um dos principais focos da pesquisa.

O custo adicional gerado pelas incompatibilidades de projeto, foi apresentado de forma comparativa com a simulação do gerenciamento BIM, para avaliação de impactos referentes a incompatibilidades, se limitando a alguns casos principais no âmbito do empreendimento.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Implantação e Análise de Mercado

Com a oportunidade de se conversar e entender melhor a situação atual das empresas em relação ao BIM, foi possível entender de forma simplificada o contexto no qual está inserido o assunto.

Atualmente, escritórios e empresas da construção civil estão em mobilização contínua para implantação do sistema BIM em seus procedimentos. Notou-se com as entrevistas realizadas que ainda há certo receio por parte da sociedade, em relação à mudança de cultura para que o BIM possa ganhar espaço no mercado. Atualmente usa-se muito a ferramenta BIM nas etapas de compatibilização de projetos, onde o principal fator negativo para o uso da metodologia é o reduzido tempo de projeto disponibilizado às pranchas e fornecido por terceiros. No empreendimento objeto de estudo, a principal causa para a quebra do vínculo com a empresa de gerenciamento BIM foi o *delay* entre elaboração dos projetos, e entrega para compatibilização dos mesmos. Em muitos os casos, as empresas de projetos não atendiam a demanda de projetos da obra, e acabavam dedicando-se pouco à etapa de elaboração. Impacto que notava-se posteriormente na execução.

Embora haja esse pensamento mutuo, há um esforço muito grande desde o pequeno projetista até as empresas de grande porte, para que se possa fazer uma transição lenta, do sistema CAD atual, para o sistema BIM.

O investimento e a divulgação estão sendo feitos, e há um grande apoio por parte de órgãos da construção civil, no que tange à capacitação de profissionais, seja por meio de seminários, workshops ou outros sistemas de divulgação.

As entrevistas realizadas foram adicionadas ao trabalho como anexos, nos quais estão detalhadas e estruturadas conforme a necessidade de estudo.

Através da realização das pesquisas foi possível compreender melhor a situação de mercado no qual se encontra a cidade de Porto Alegre e o estado do Rio Grande do Sul. Pode-se concluir que há o interesse de ambas as partes na implantação e consolidação da metodologia BIM. Tanto projetistas como construtores estão alcançando os objetivos traçados com a ferramenta.

4.2. Compatibilizações

Ao longo do período vivenciado em obra pelo aluno, foi possível identificar que há grande falta de alinhamento entre a obra e o setor de projetos, no que se refere às questões de, principalmente, atualização de projetos e compatibilização geral de pranchas. A obra em estudo conta com mais de mil pranchas de projetos, separadas em mais de quarenta diretórios/categorias, motivo esse, que justifica e motiva o estudo de caso.

Conforme foram se repetindo as situações de incompatibilidade de projetos, começou-se uma série de registros destes momentos, para posterior conversão em valores físicos de custo de obra, além do mais importante: histórico para melhorias em próximas obras.

Ao todo, foram analisadas de forma detalhada, três das doze interferências macro, ocasionadas na torre hotel da obra. A análise individual dessas situações possibilitou um levantamento de custo extra de obra, assim como o impacto direto em prazo de entrega do empreendimento.

Essas principais incompatibilidades foram tratadas de forma detalhada com apresentação da modelagem 3D, para melhor entendimento da situação, assim como a viabilidade de solução do problema a partir do uso do conceito BIM, com auxílio do escritório de modelagem.

O relatório de incompatibilidades é composto por diferentes situações envolvendo diferentes disciplinas de projetos.

4.2.1. Relatório de Incompatibilidades

A seguir, está apresentada na tabela 1, o levantamento de incompatibilidades da edificação, com destaque para os itens 04, 07 e 09, que são abordados de forma detalhada, com modelagem em *Revit*, devido às suas complexidades.

Tabela 1 – Relatório de Incompatibilidades

Item	Disciplinas Envolvidas	Local	Descrição
1	Executivo x Paredes	Casa de Máquinas - Cobertura	Executivo mostra uma porta; Paredes mostra duas portas.
2	Executivo x Paredes	Mesa de Polias - Cobertura	Executivo mostra uma porta em cada mesa de polias; Paredes mostra nenhuma.
3	Gás x Hidráulico	Sala de Aquecedores - Cobertura	Hidráulico mostra seis pontos para abastecimento; Gás mostra um.
4	Estrutural x Executivo	Sala de Aquecedores - Cobertura	Executivo mostra a laje maior em relação ao estrutural.
5	Executivo x Furações	Apartamento 1204 - 13º Pav.	Furações mostra uma passagem dentro do quarto; Executivo não prevê sanca de gesso.
6	Executivo x Paredes	Escada de Serviço - Cobertura	Executivo mostra esquadria; Paredes mostra nada.
7	Elétrico x Exaustão x Hidráulico x Sprinkler	Circulação - 13º Pav.	Impossibilidade de sequência construtiva padrão, devido ao grande número de instalações acima do forro.
8	Estrutural x Executivo	Administração - 2º Pav.	Estrutural mostra uma viga passando onde há esquadrias previstas pelo executivo.
9	Estrutural x Gás	Shaft Gás - Fachada	Estrutural mostra laje maciça; Gás mostra laje com passagem para tubulação.
10	Elevadores x Estrutural	Mesa de Polias - Cobertura	Estrutural não mostra passagens em laje; Elevadores mostra quinze passagens de tamanhos variados.
11	Estrutural x Hidráulico	Banheiros PNE - Pav. Tipo	Hidráulico mostra ponto do chuveiro vindo pelo forro; Há uma viga impossibilitando a descida da tubulação.
12	Escadas x Paredes	Escadas - Pav. Tipo	Vãos das Esquadrias diverge no projeto de Escadas e Paredes.

Fonte: Autor (2018)

4.2.2 Incompatibilidades Principais – Modelagem BIM

A partir da análise do relatório de incompatibilidades, foi possível notar três principais casos que impactaram de forma mais significativa na edificação em estudo. Os casos são descritos a seguir, com auxílio de modelagem em software *Revit*, para melhor compreensão e extração de quantitativos, visando a melhor interpretação de impacto em custos.

4.2.2.1. Incompatibilidade 04 – Sala de Aquecedores

Descrição da incompatibilidade: após o término das etapas de concretagem da torre, percebeu-se através de análise no projeto executivo, que o tamanho da laje de cobertura da sala de aquecedores do hotel estava divergindo. O projeto executivo da obra previa uma laje com 5,9m de comprimento, enquanto no projeto estrutural essa medida era de 3,6m. Os dois aquecedores cilíndricos não conseguiriam ser alocados dentro da sala com as dimensões executadas, a partir do projeto estrutural, pois eram maiores do que os que haviam sido considerados anteriormente no projeto estrutural. Na figura 5, o local em estudo.

Figura 5 – Incompatibilidade 04 – Local em Estudo



Fonte: Autor (2018)

Conforme descrito anteriormente, a incompatibilidade entre os projetos estrutural e executivo é mostrada na figura 6, a partir da planta baixa de cada disciplina.

O aumento das dimensões da sala impactou diretamente na execução da edificação.

Figura 6 – Incompatibilidade 04 – Estrutural x executivo



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Definição tomada: realizou-se uma extensão da sala de aquecedores, a partir da execução de dois pilaretes e três vigas de concreto, conforme figura 8.

O revestimento da extensão seguiu o padrão do restante da sala, com alvenaria de blocos cerâmicos e revestimento argamassado em ambos os lados.

A esquadria de vedação foi deslocada conforme as novas dimensões da sala.

Os aquecedores foram realocados conforme projeto executivo, o que possibilita além da garantia de não exposição ao tempo, uma utilização correta junto às ligações hidráulicas dos reservatórios.

As instalações elétricas tiveram algumas mudanças conforme o deslocamento da parede de alvenaria.

Figura 7 – Incompatibilidade 04 – Definição tomada



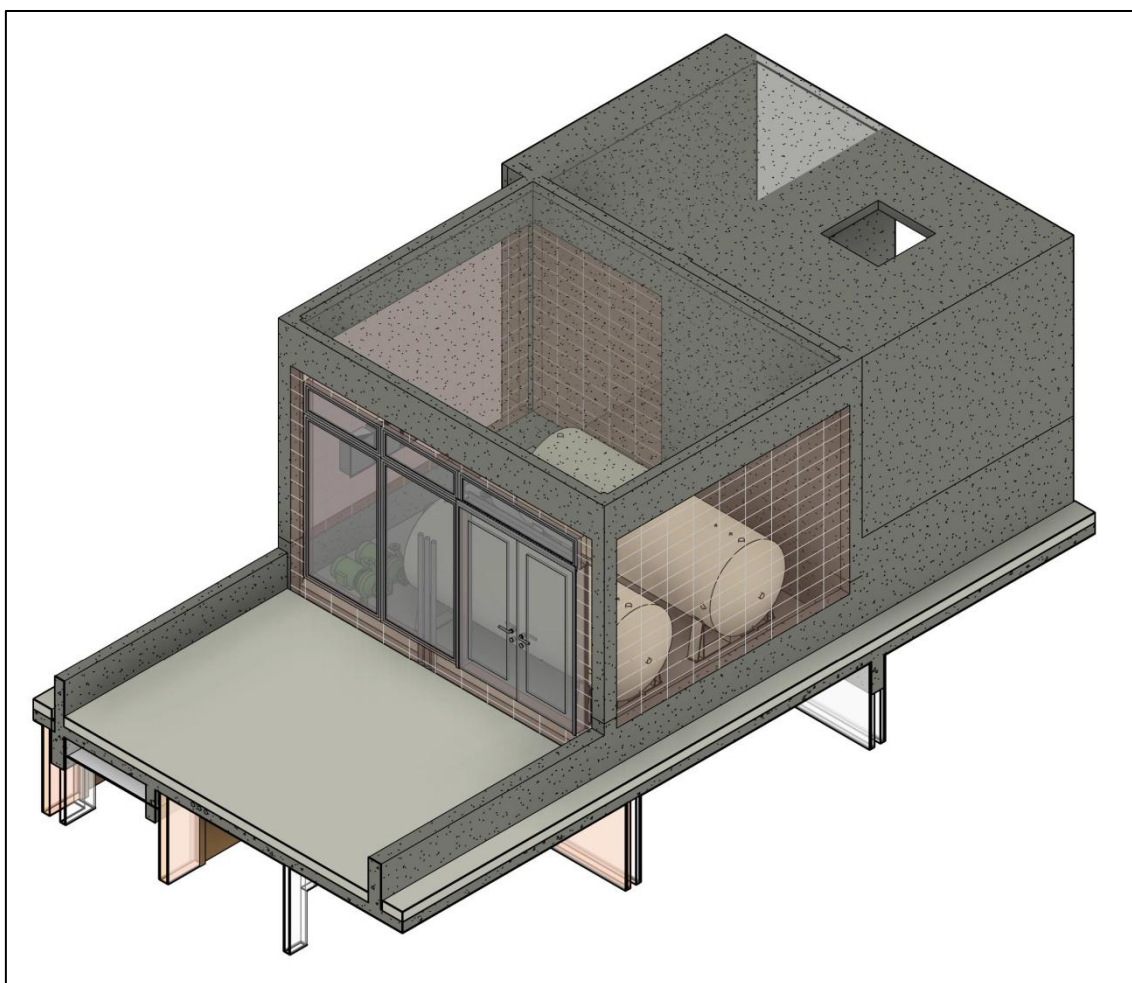
Fonte: Autor (2018)

Na figura 8, tem-se a modelagem BIM, realizada em *Revit*, para o projeto estrutural utilizado na concretagem da cobertura.

Sem informações sobre os aquecedores, não foi possível identificar que os mesmos não poderiam ser colocados com as medidas adotadas à sala, conforme projeto estrutural inicial e conforme já previsto no projeto executivo.

A seguir, a figura 9 representa a modelagem utilizando a tecnologia BIM, daquele que poderia ser o projeto 3D inicial, compatibilizado, da sala de aquecedores.

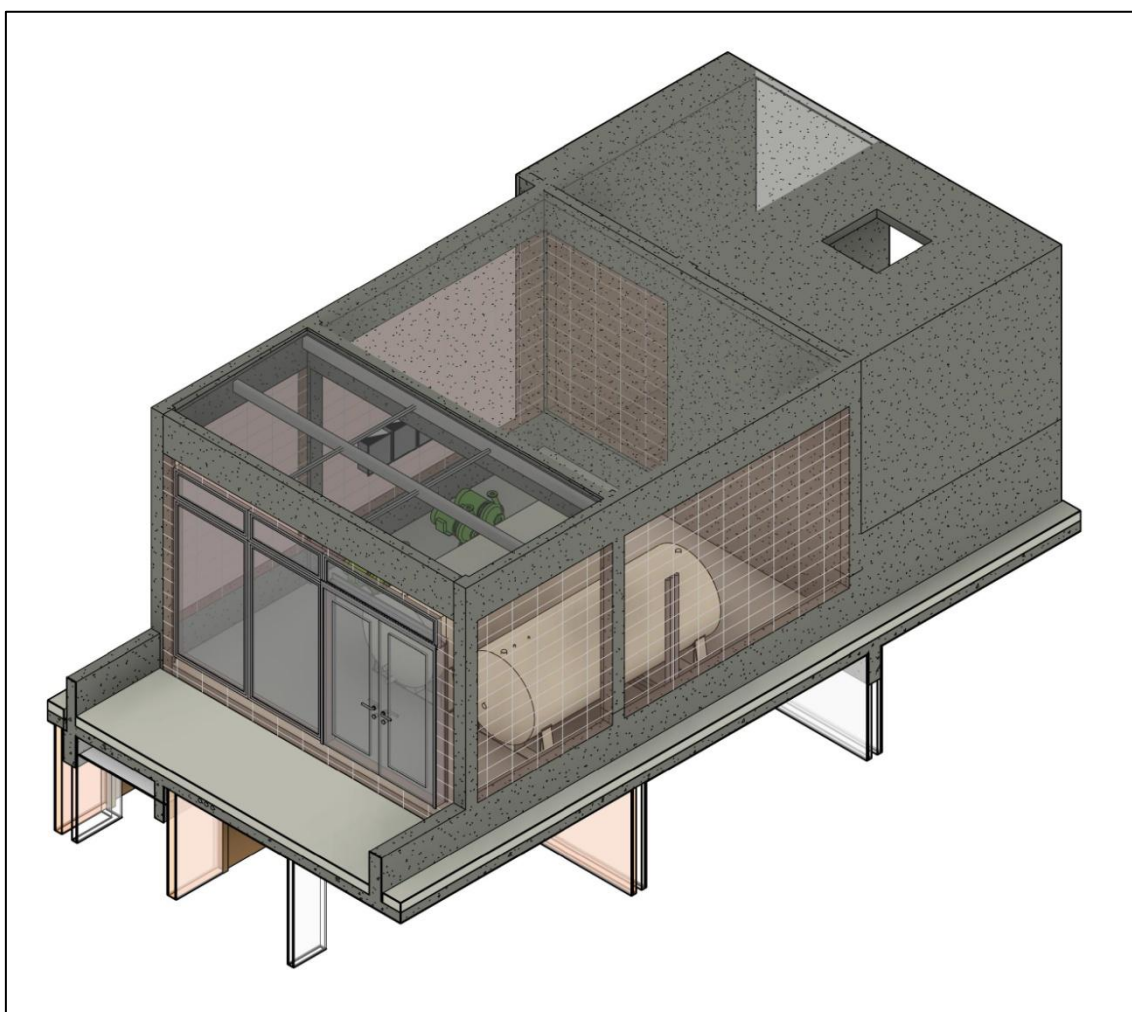
Figura 8 – Incompatibilidade 04 – Modelagem BIM obsoleta



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Situação ideal: a modelagem propriamente dita da cobertura da edificação, com inclusão das informações dos projetos executivo e estrutural, apontaria com facilidade a divergência de áreas na sala de aquecedores. A compatibilização simples dessas duas pranchas de projeto, possibilitaria um melhor entendimento da situação geral, antecipando a incompatibilidade e aumentando a assertividade na tomada de decisão, antes da execução em obra, conforme descrito na figura 9, abaixo.

Figura 9 – Incompatibilidade 04 – Modelagem BIM Atualizada



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Principais consequências:

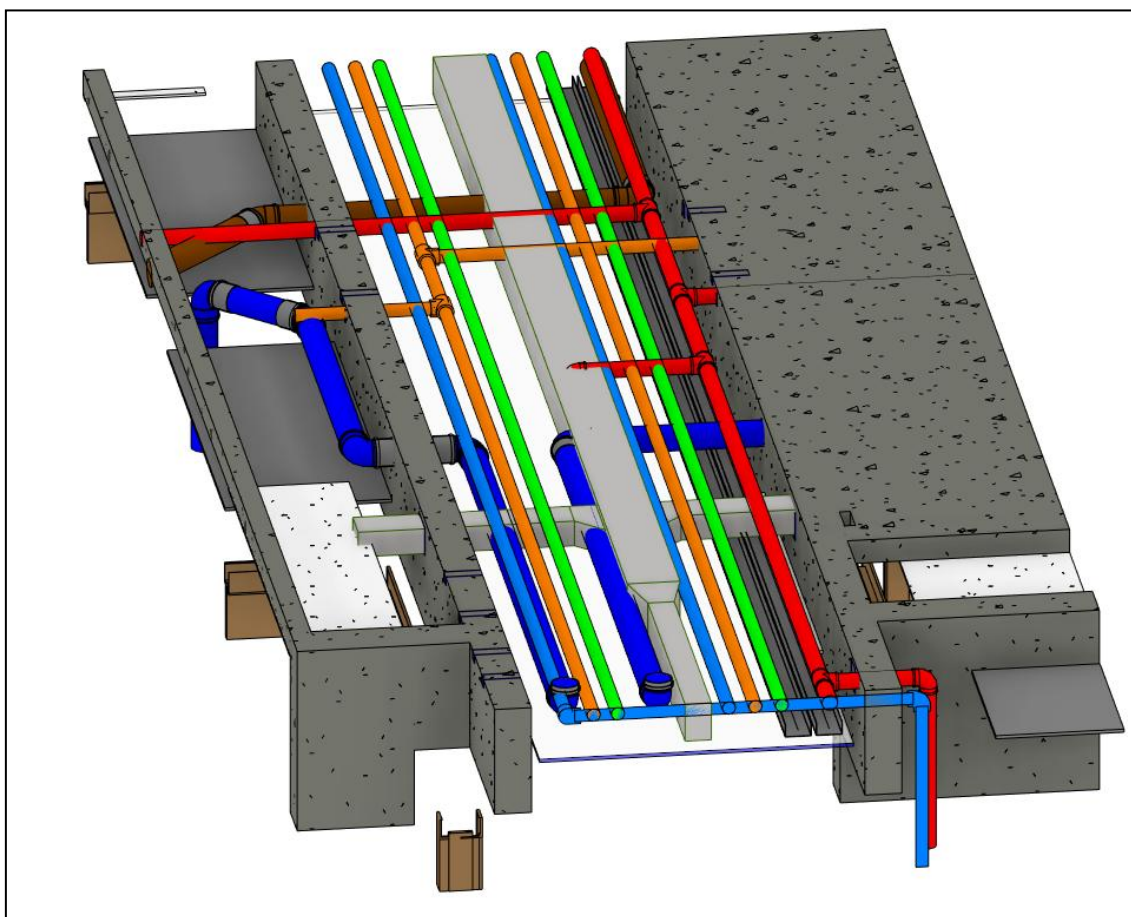
- Contratação de mão de obra e material extra para execução de pilaretes, vigas, paredes, revestimento e cobertura metálica;

- Atraso na impermeabilização da cobertura, devido à sobreposição de atividades, já que a estrutura de concreto armado estava sendo executada junto à impermeabilização;
- Interferência nas atividades em execução nos pavimentos tipo, devido à entrada de água pelas lajes, já que a cobertura não havia sido impermeabilizada;
- Atraso no término da obra bruta da edificação, devido ao custo adicional de mão de obra;
- Quebra na logística de abastecimento de blocos cerâmicos;
- Dificuldade de abastecimento de argamassa na cobertura, devido à falta da já retirada grua;
- Indefinição de projeto e fornecimento de mão de obra para execução de cobertura metálica, atrasando a conclusão das atividades na cobertura.

4.2.2.2. Incompatibilidade 07 – Circulação 13º Pavimento

Descrição da incompatibilidade: a circulação de cada pavimento da torre contempla uma série de instalações acima do forro. Ao todo, são quatro disciplinas de projeto diferentes: projeto elétrico, projeto hidráulico, projeto de ar condicionado e projeto de incêndio; todos previstos acima do forro da circulação. No caso do 13º pavimento, há o acréscimo de dois fatores que agravam a execução conforme prevista em projeto: a existência de barriletes de água quente e fria, e também de tubulações pluviais, ambos os acréscimos vindos da cobertura, já que o 13º pavimento é o último andar tipo da edificação. Abaixo, na figura 10, um detalhe em BIM de parte da circulação.

Figura 10 – Incompatibilidade 07 - BIM

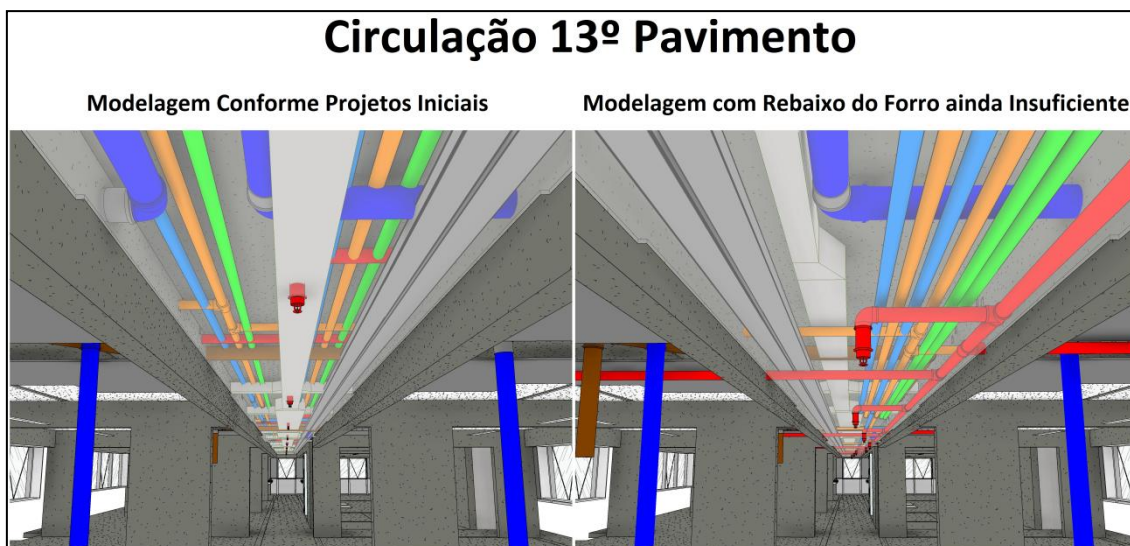


Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Definição tomada: o rebaixo do forro, aliado à relocação das instalações, de acordo com novo projeto a ser definido, tende a ser a única alternativa válida para contorno da situação. A partir da modelagem e de um

relatório fotográfico, a definição ainda está em elaboração pelo setor de projetos. Uma modelagem prévia, com rebaixo no forro até certo ponto e algumas instalações ainda em conflito foi entregue para auxílio na tomada de decisão, conforme figura 11.

Figura 11 – Incompatibilidade 07 – Tentativa BIM



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Situação ideal: com a compatibilização/junção dos projetos hidráulico, elétrico, ar condicionado e incêndio, poderia ter sido feita uma análise prévia, com identificação das interferências existentes, com antecipação das tomadas de decisão e necessárias adequações ainda na fase inicial de projeto.

Principais consequências:

- Atraso na conclusão dos barriletes e consequente não colocação da rede de água da torre em total carga, não completando a etapa de enchimento dos reservatórios e ligação dos ramais de água nos pavimentos;
- Realização de furações extras em viga para adequação de novas passagens de incêndio e barriletes realocados;
- Incapacidade de execução da rede de incêndio após as eletrocalhas e barriletes estarem concluídos, devido à falta de espaço para manuseio das ferramentas de solda da tubulação galvanizada;

- Desmontagem das eletrocalhas após estarem concluídas no pavimento inteiro. As eletrocalhas foram executadas com antecedência, mas devido à grande flexibilidade que se tem em sua instalação, optou-se por retirá-las para melhor execução dos barriletes e exaustão, e posterior recolocação das mesmas nos locais possíveis, com os devidos desvios necessários, não previstos em projeto;
- Retrabalhos nas tentativas de execução de cada disciplina, com avarias em material instalado e retirado;
- Quebra de logística de abastecimento dos pavimentos;
- Falta de terminalidade da exaustão, interrompida em alguns pontos para evitar retrabalhos e custo adicional de instalação;
- Rebaixo na altura do forro da circulação, impactando no acabamento visual das vigas, visto que as mesmas são em concreto aparente por opção e nesse pavimento, especificamente, o forro esconderia essa característica quase que por completo;
- Atraso nas definições, impossibilitando a execução na obra;
- Dificuldade em reunir todos os projetistas envolvidos para encontrar possível solução;
- Acréscimo de peças não previstas em orçamento, nas instalações que necessitaram deslocamento/prolongamento.

Figura 12 – Incompatibilidade 07 – Comparação real x BIM

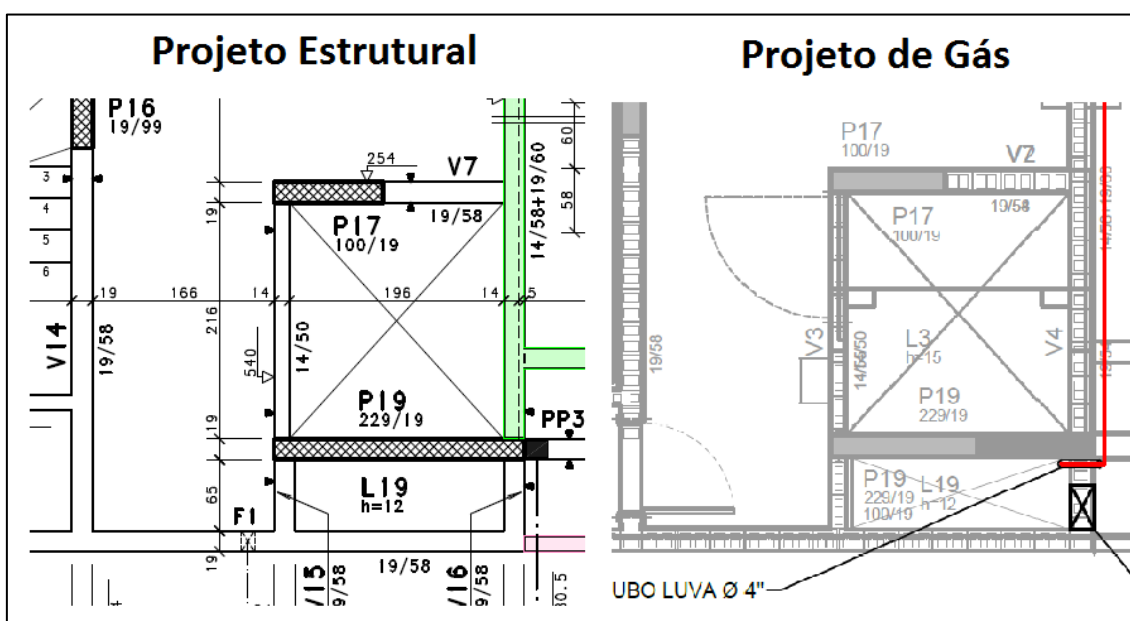


Fonte: Construtora em Estudo (2018)

4.2.2.3. Incompatibilidade 09 – Prumada de Gás

Descrição da incompatibilidade: após o recebimento dos projetos de instalações de gás da edificação, notou-se uma incompatibilidade de projeto com a prumada estrutural. Conforme imagem 13, abaixo, as lajes que deveriam contemplar uma passagem para a prumada de gás, foram concretadas de acordo com o projeto estrutural, que previa laje maciça nos shafts.

Figura 13 – Incompatibilidade 09 – Estrutural x gás



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

A laje L19, descrita no projeto, tem espessura de 12cm, e está presente na prumada de toda a edificação, com passagem das instalações de gás em todos os pavimentos tipo da torre.

Atualmente além de concretadas de forma maciça, as lajes estão dentro de um shaft vedado em alvenaria de bloco cerâmica, com revestimento argamassado, o que impossibilita/dificulta o acesso para que sejam feitas as furações necessárias para a passagem da tubulação de gás.

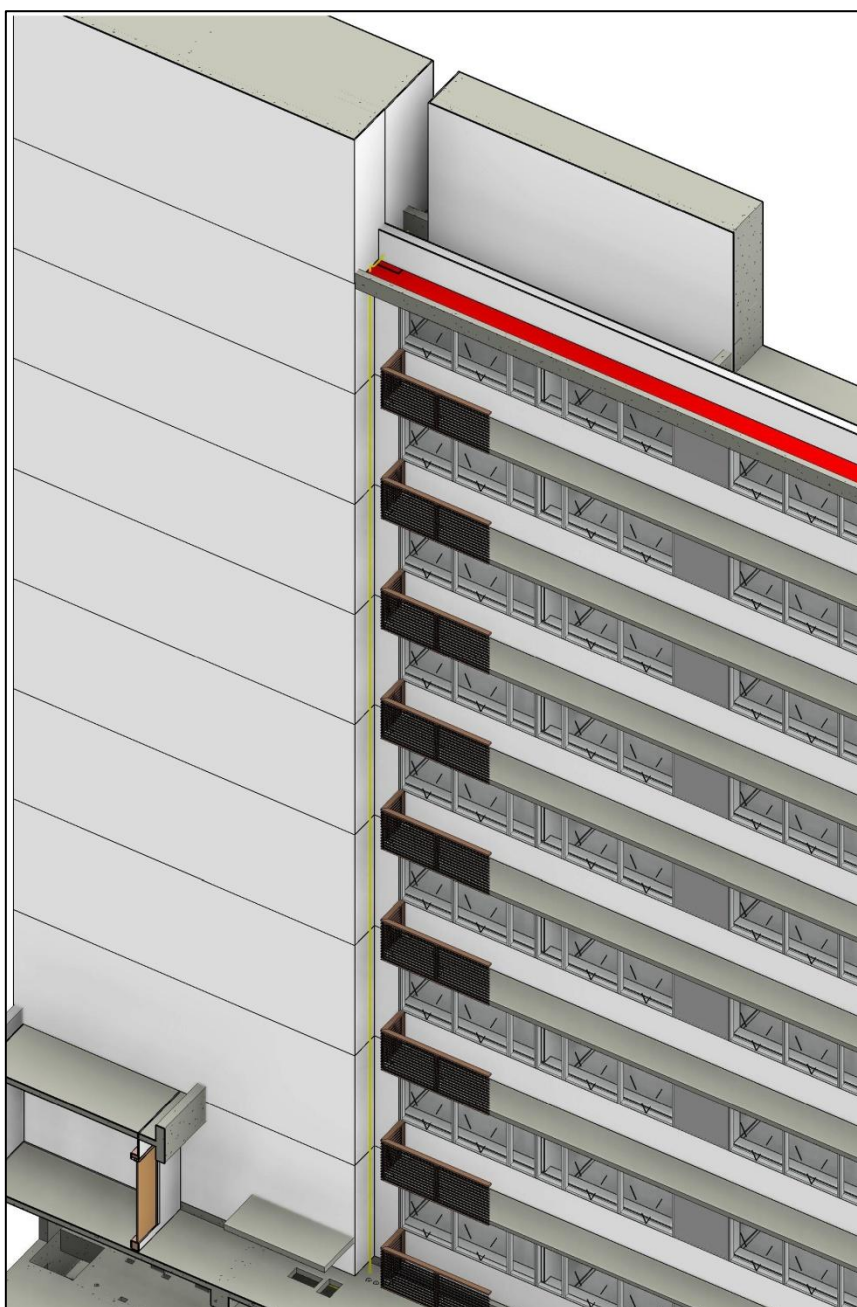
Figura 14 – Incompatibilidade 09 – Local em estudo



Fonte: Autor (2018)

Definição tomada: com todas as lajes já concretadas, de forma maciça, conforme previsto em projeto estrutural, e com os shafts já com revestimento de argamassa, optou-se por fazer a prumada de forma externa, na fachada da edificação, conforme modelagem BIM inclusa na imagem 15.

Figura 15 – Incompatibilidade 09 – Modelagem BIM – Alternativa 1



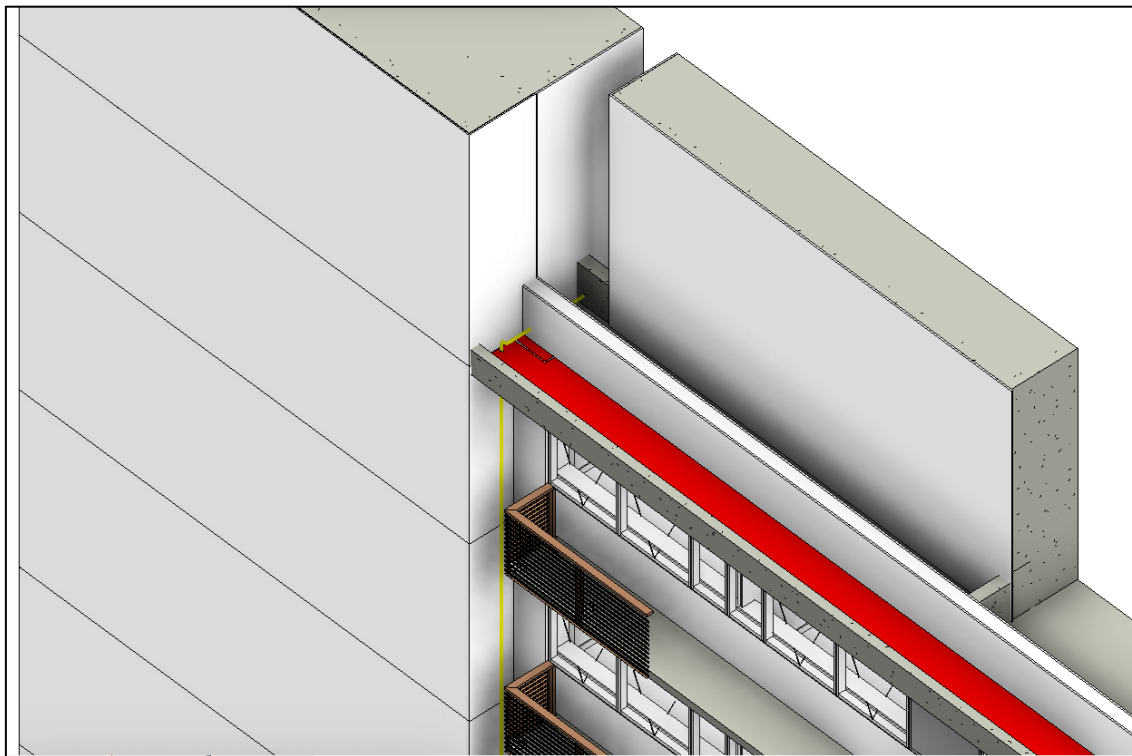
Fonte: Construtora em Estudo (2018)

A possibilidade de execução da prumada pela fachada contornaria o custo extra de furação em lajes e retrabalho no acabamento dos shafts, que se teria ao seguir o projeto de instalações de gás.

Conforme descrito anteriormente, a opção de prumada externa contornaria o custo extra de se executar a prumada conforme o projeto de

instalações de gás, tendo como único empecilho de execução, a furação da última laje técnica, conforme destacado nas imagens 15 e 16.

Figura 16 – Incompatibilidade 09 – Interferência com laje em BIM



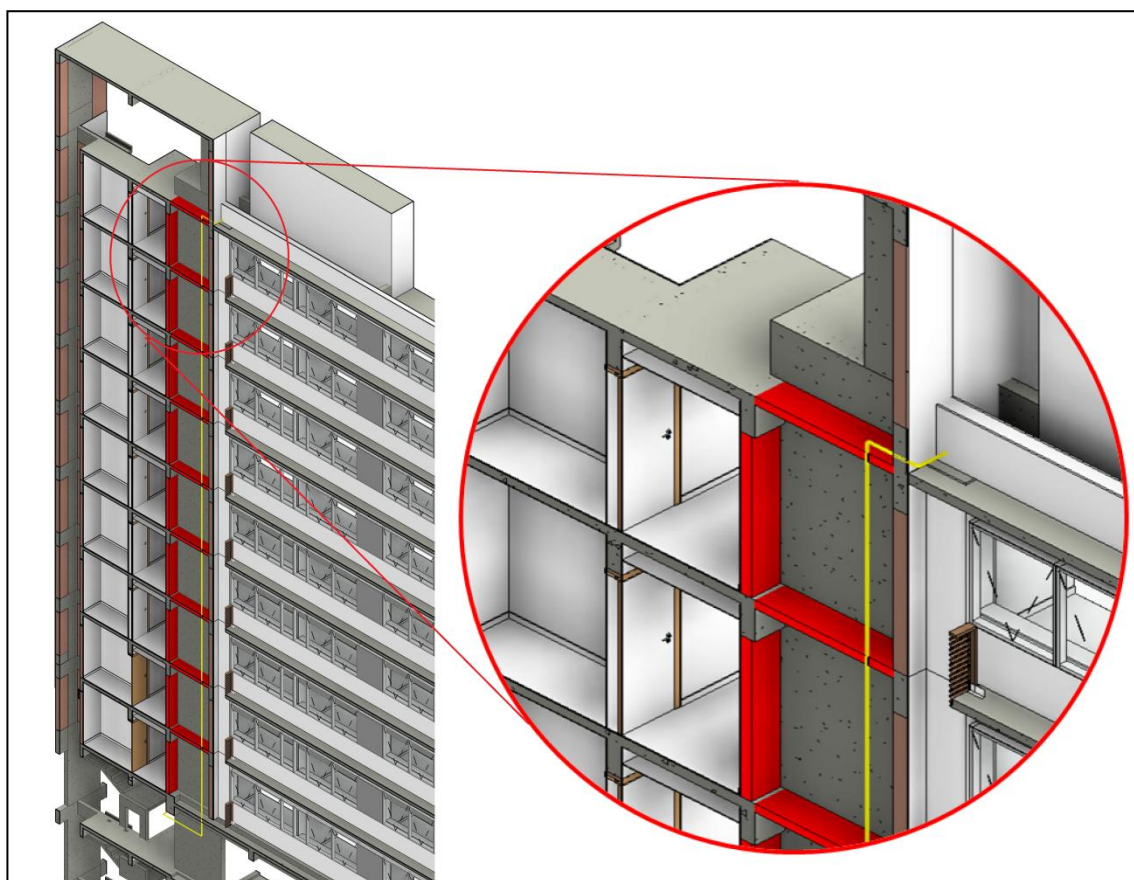
Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Por outro lado, essa possibilidade não foi aprovada devido ao impacto que causaria na fachada da edificação, devido a não ser prevista em nenhuma das imagens divulgadas do produto, além de ser de cor amarela, o que chamaria grande atenção.

Após reuniões com setores de projeto e produto, além de conversas e análise do empreiteiro executor dos projetos de gás, optou-se por seguir convencionalmente o projeto de gás inicial, arcando-se com os custos de abertura de shaft, furação em laje para passagem da tubulação, e fechamento de shaft.

Os retrabalhos/conflitos são destacados na imagem 17, a seguir.

Figura 17 – Incompatibilidade 09 – Interferências na modelagem BIM



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Situação ideal: a obra em si, tendo início com todos os projetos concluídos, possibilita um grande aumento da assertividade nas questões de compatibilizações. As etapas de cada disciplina de projeto, atualmente, são distintas. Esse fato, faz com que cada vez mais se projete com menos interoperabilidade, ou seja, sem ter o conhecimento daquilo que se tem atualmente no mesmo local, ou o que está por vir.

Uma modelagem BIM surge como solução para o caso, por facilitar a visualização e identificação da interferência, conforme mostrado na imagem 18, acima.

Principais consequências:

- Tempo de definição da situação;
- Difícil contratação de mão de obra, devido ao fato de que a obra bruta já terminou na edificação;

- Atraso na execução das instalações de gás, e consequente atraso da etapa de testes de tubulações;
- Perda de qualidade das lajes, devido às furações;
- Retrabalhos também impactando em qualidade por parte das alvenarias desmanchadas e reexecutadas, com falta de amarração;
- Perda de qualidade no acabamento do revestimento argamassado, executado com emendas e argamassa distinta;
- Perda de ciclo de obra, principalmente na cobertura da edificação, por falta de terminalidade da cobertura já que a tubulação de gás ainda não havia chegado aos aquecedores;
- Geração de resíduos a partir da demolição das paredes de alvenaria já revestidas com argamassa.

4.2.3. Incompatibilidades Simplificadas

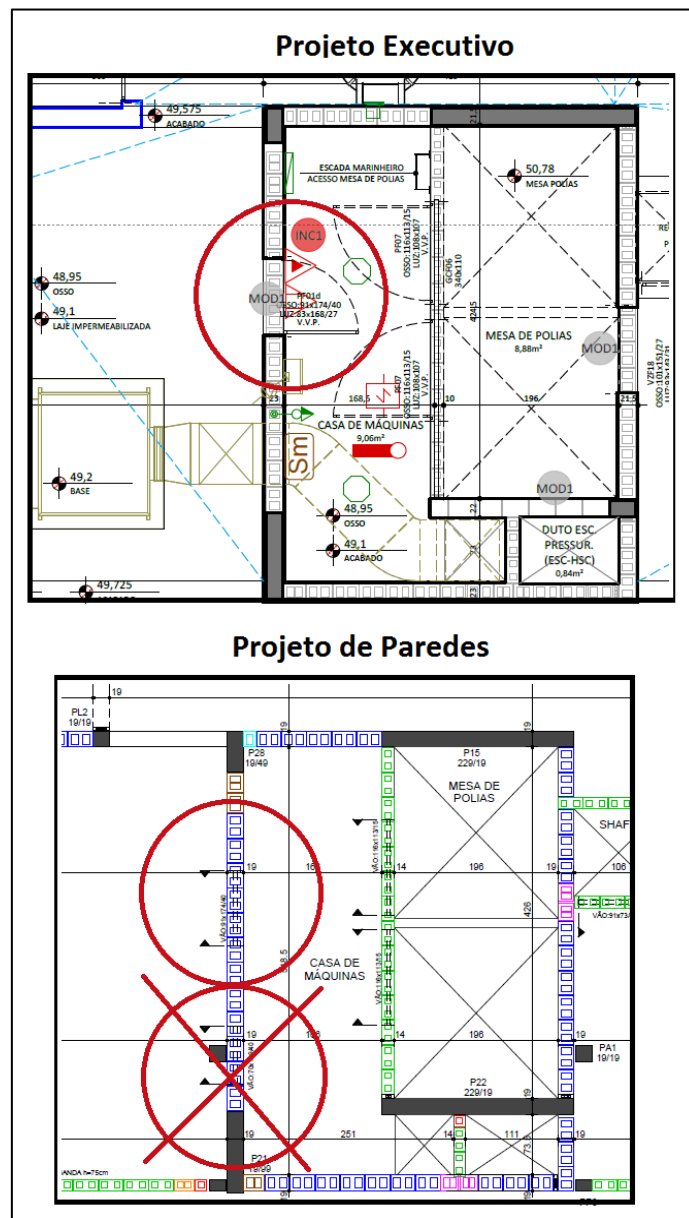
As nove incompatibilidades que são descritas no relatório de incompatibilidades e não são analisadas de forma detalhada, são interferências recorrentes que acontecem na fase de execução de obra, com grau de complexidade limitado.

Essas são descritas a seguir de forma simplificada, sem uso de modelagem BIM para a análise aprofundada do problema, assim como para as devidas tomadas de decisão. Após, estão inseridas no comparativo de custo e impacto total que geraram ao empreendimento:

j) Incompatibilidade 01: Executivo x Paredes

O projeto executivo propõe a execução de uma porta de acesso à casa de máquinas de um dos elevadores da torre. Já o projeto de paredes, propõe o vão de duas portas para acesso à mesma casa de máquinas, conforme figura 18. Foi optado pela obra seguir o projeto executivo e contemplar apenas uma porta de acesso, por não se ver necessário o segundo acesso.

Figura 18 – Incompatibilidade 01



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

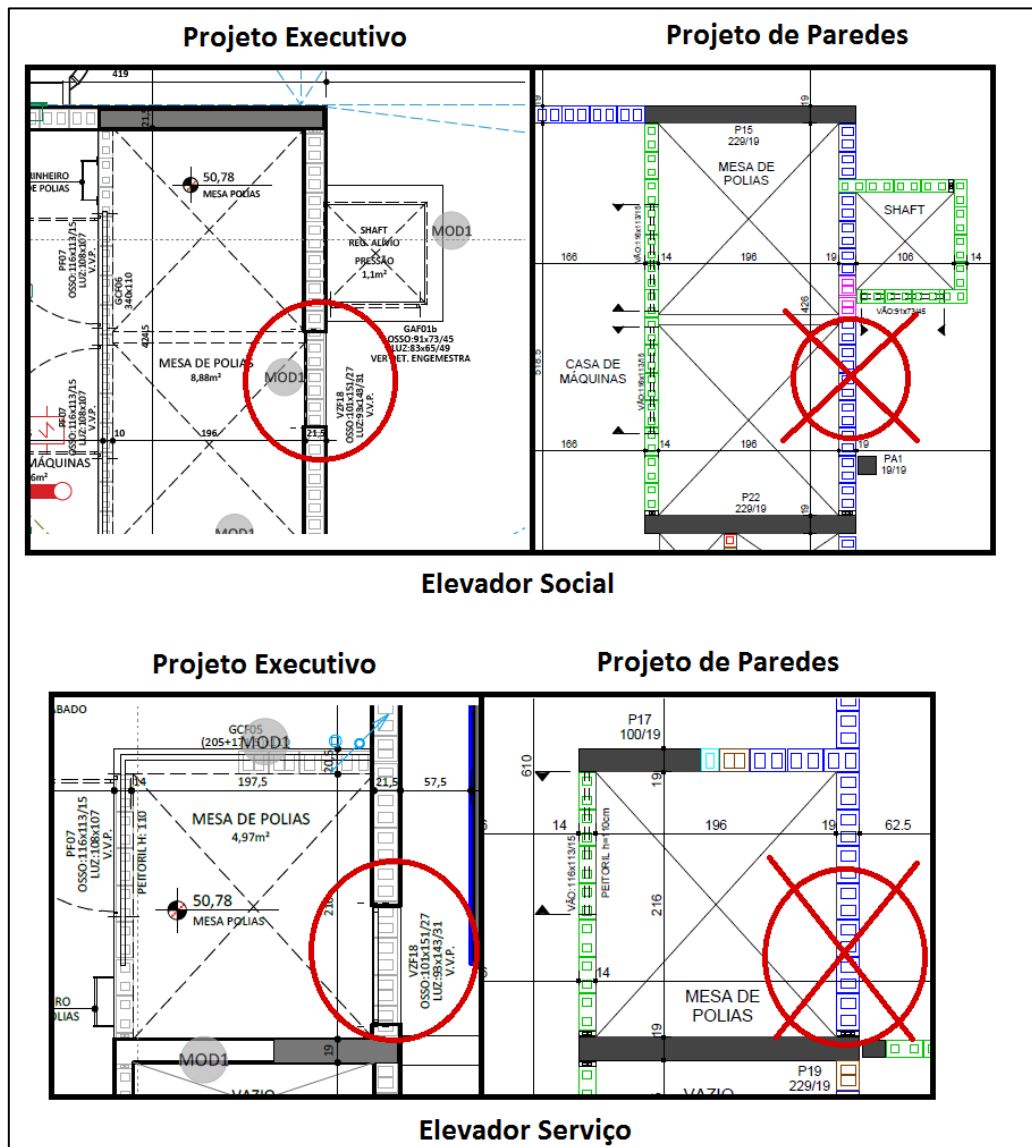
Como parte na tomada de decisão da engenharia, tem-se uma das portas alocada em frente a um pilarete da estrutura, conforme projeto de

paredes, destacado na imagem acima. A porta excluída da edificação não poderia ser usado por essa interferência não prevista no projeto de paredes.

k) Incompatibilidade 02: Executivo x Paredes

Muito semelhante à incompatibilidade 01, dessa vez o projeto executivo contempla vãos na parte traseira das mesas de polias, para ventilação, conforme figura 19. O projeto de paredes não prevê os mesmos. A execução das paredes se deu pelo projeto de paredes, e dessa forma a edificação ficou, após verificada a desnecessária ventilação por parte da empresa fornecedora de elevadores, já que a mesma sala de máquinas possui portas.

Figura 19 – Incompatibilidade 02



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

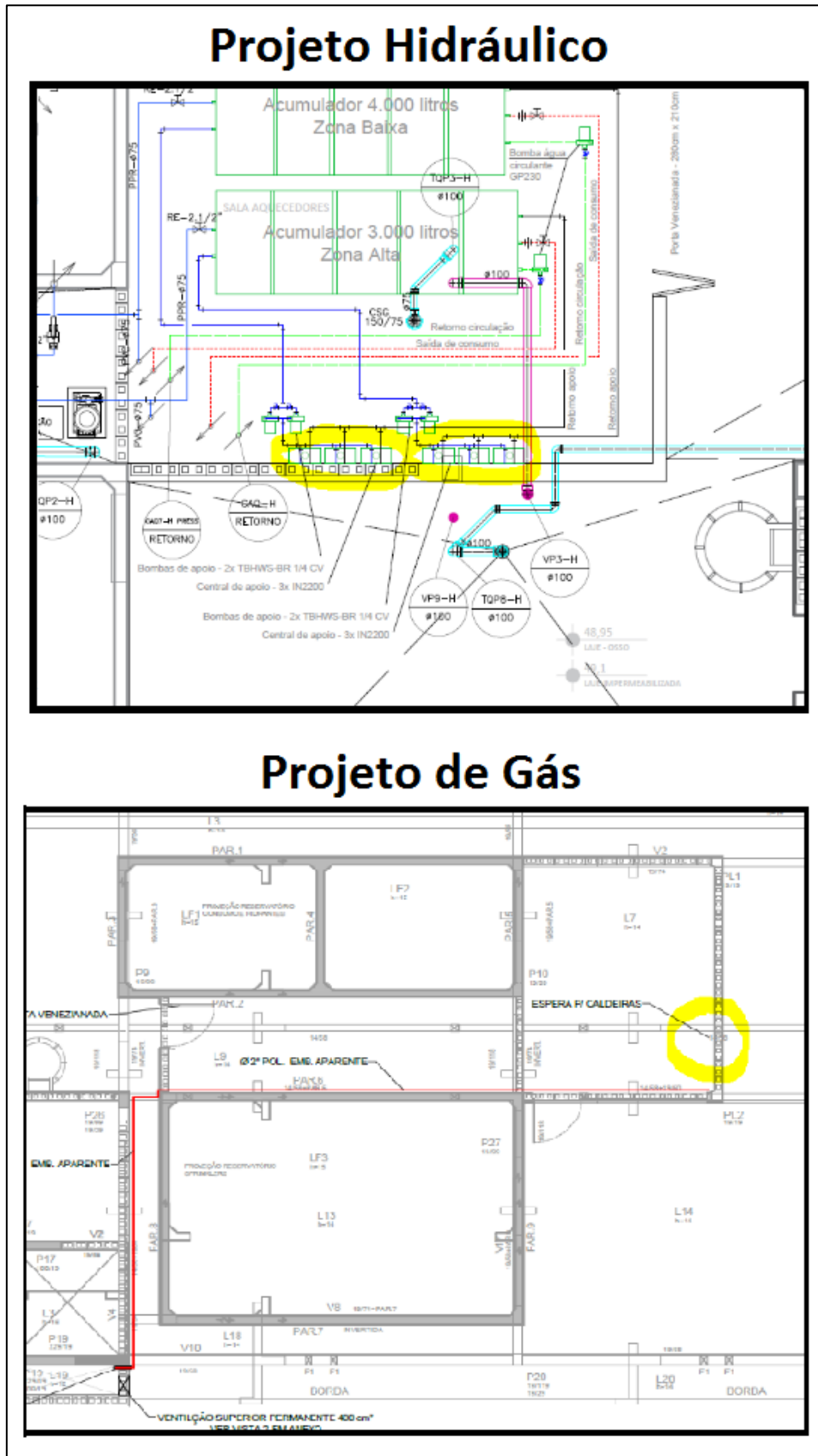
I) Incompatibilidade 03: Gás x Hidráulico

O projeto de gás contempla a chegada da prumada de gás na sala de aquecedores, com apenas um ponto, conforme detalhe à direita. O projeto hidráulico prevê abastecimento de gás em seis pontos, além de não mostrar a prumada de gás chegando ao local.

A obra alinhou com o projetista e com a empresa executora das instalações de gás, para que ambos adequassem o ponto de chegada, para que atendesse aos seis pontos hidráulicos.

Na figura 20, a seguir, tem-se destacados os aquecedores necessários ao projeto de gás.

Figura 20 – Incompatibilidade 03



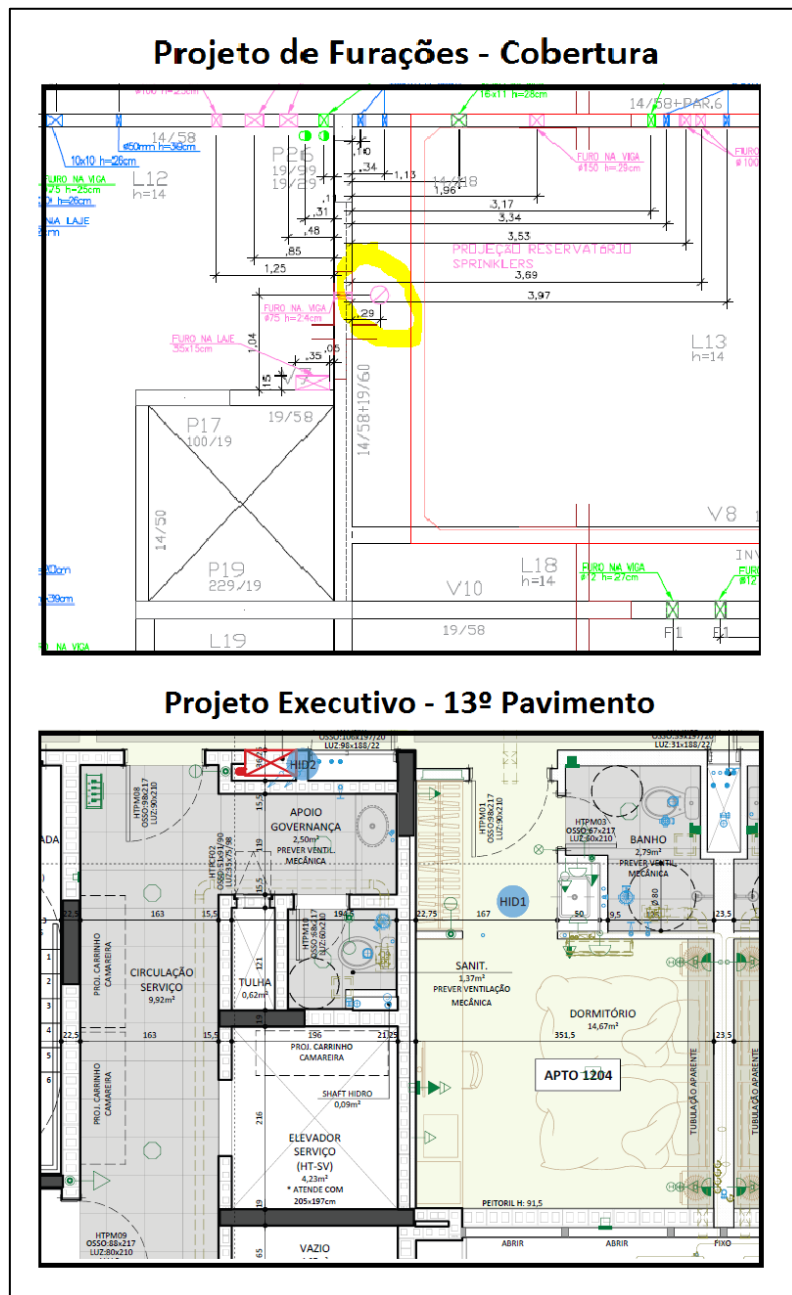
Fonte: Construtora em Estudo (2018)

m) Incompatibilidade 05: Furações x Executivo

Após a concretagem da laje de cobertura, notou-se que uma passagem em laje, com uma tubulação hidráulica conectada, ficaria dentro do apartamento 1204, no pavimento abaixo, conforme destacado na figura 21.

Não havendo possibilidade de alterar a passagem, optou-se pela inclusão de uma sanca de drywall, unicamente no apartamento 1204, para que acabe com a visibilidade da tubulação.

Figura 21 – Incompatibilidade 05

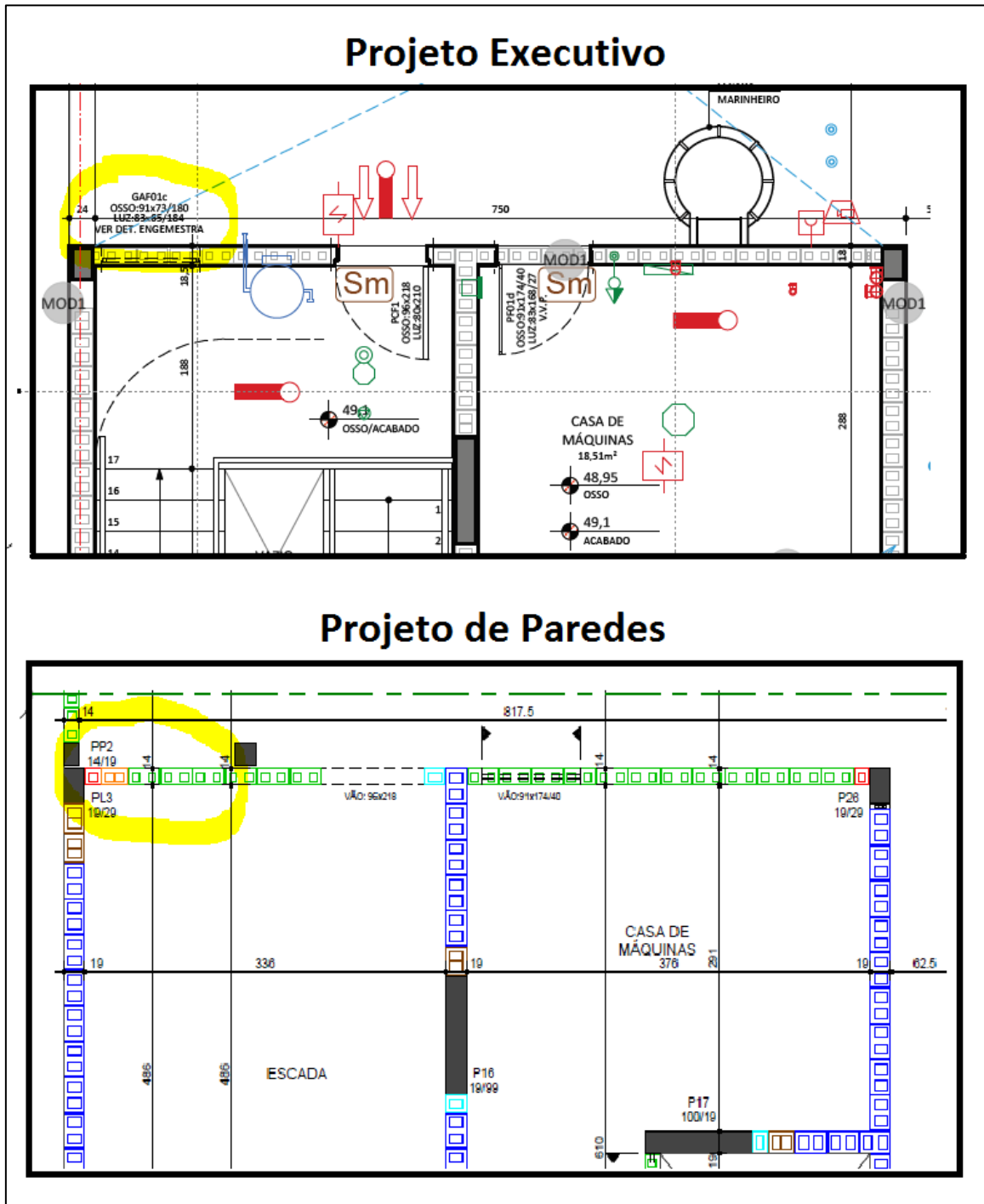


Fonte: Construtora em Estudo (2018)

n) Incompatibilidade 06: Executivo x Paredes

Conforme a imagem 22 destaca, o projeto executivo contempla uma esquadria em frente à escada, chegando à cobertura. No projeto de paredes a esquadria não foi contemplada. A obra adotou a abertura do vão para instalação da esquadria, seguindo projeto executivo.

Figura 22 – Incompatibilidade 06



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

o) Incompatibilidade 08: Executivo x Estrutural

Projeto executivo com previsão de duas esquadrias na sala de administração. Com a modulação da alvenaria em execução, notou-se a presença das vigas dentro do vão que seria das esquadrias, conforme figura 23, abaixo.

Como solução pensada em obra, optou-se por fazer o rebaixo do peitoril, de 100cm para 90cm (-10cm). Dessa forma, as esquadrias não precisariam ser alteradas, e seriam fixadas abaixo das vigas.

Figura 23 – Incompatibilidade 08

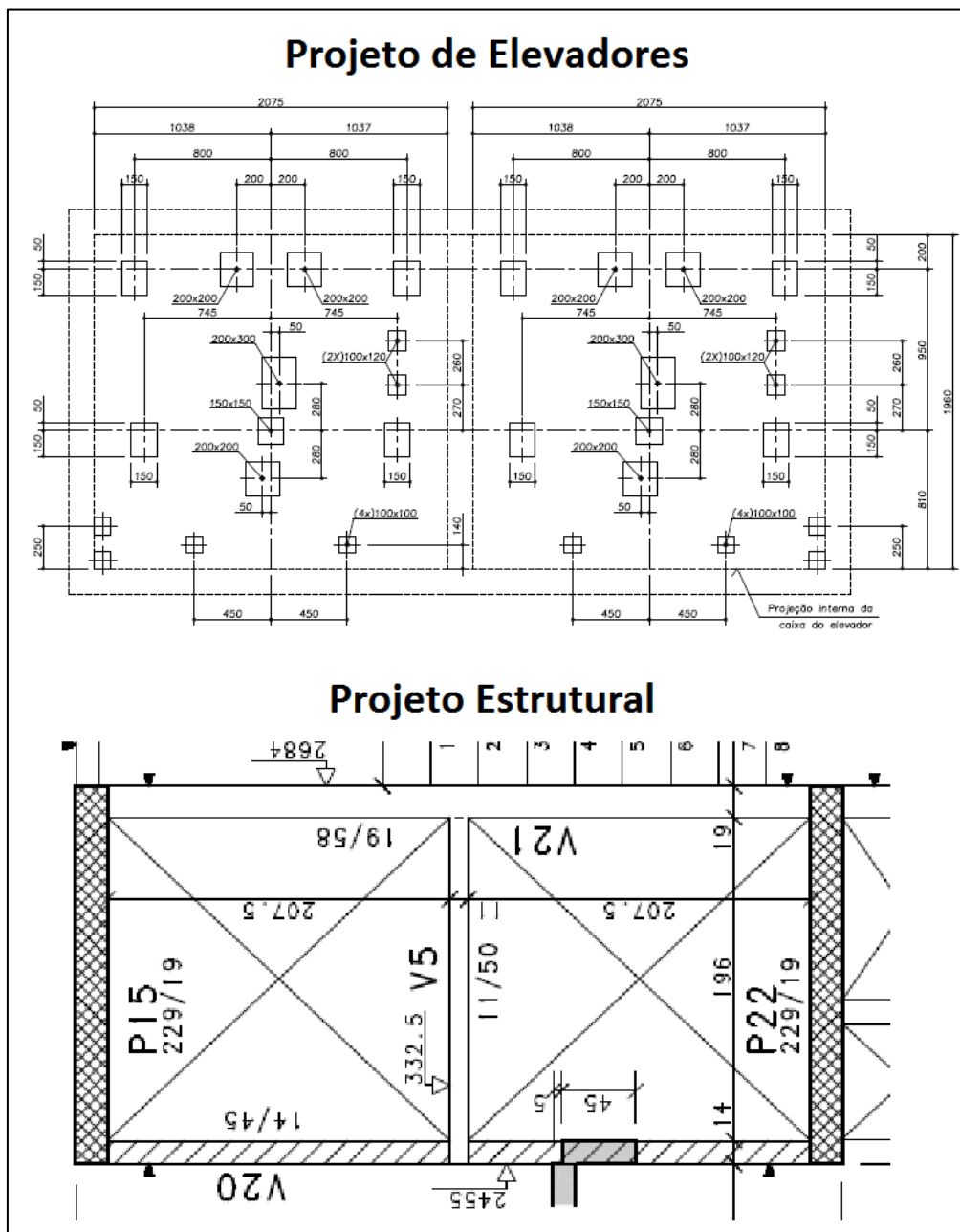


Fonte: Construtora em Estudo (2018)

p) Incompatibilidade 10: Estrutural x Elevadores

Nenhum dos projetos de elevador foi compatibilizado com as pranchas estruturais, conforme figura 24. Devido a esse fato, todas as furações foram realizadas posteriormente à concretagem das lajes. No caso específico da edificação, foram três elevadores com um total de quarenta e nove furos em laje.

Figura 24 – Incompatibilidade 10

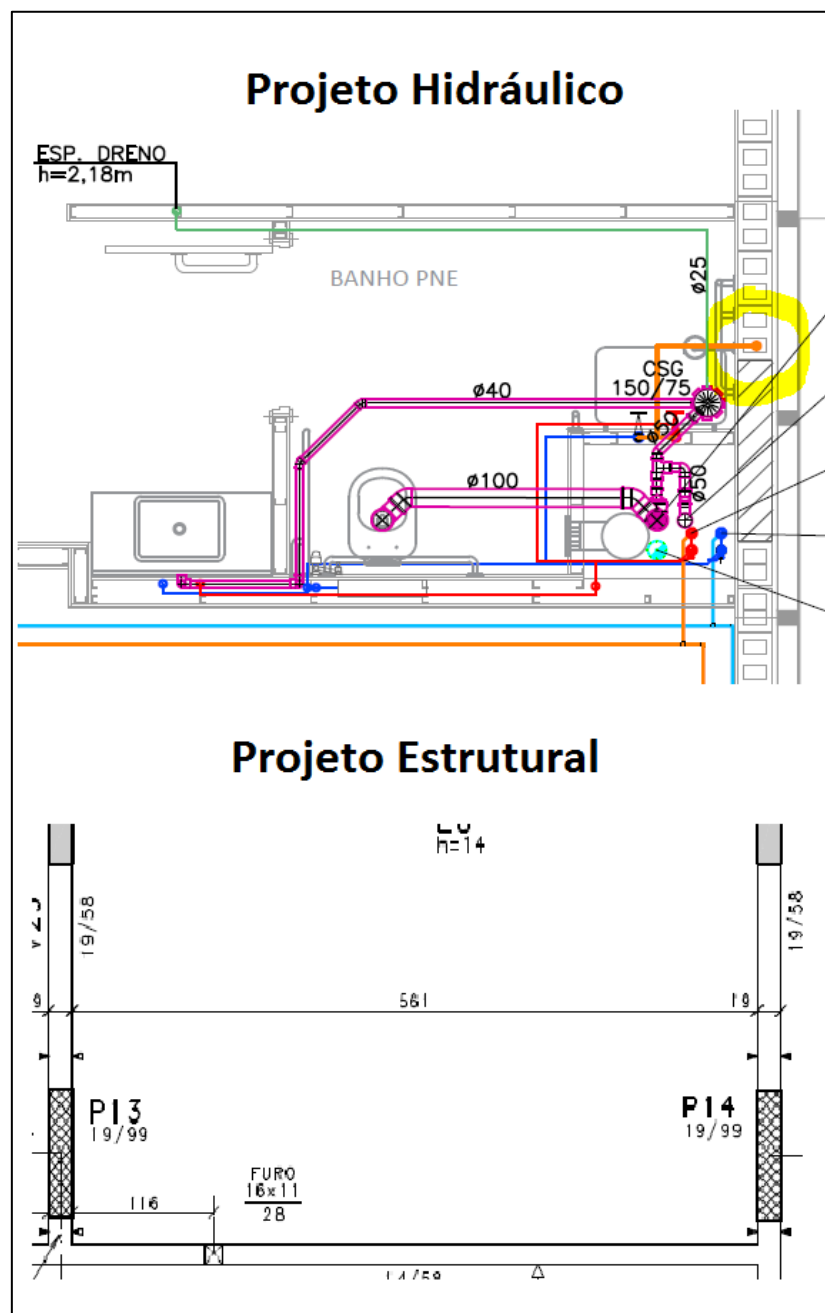


Fonte: Construtora em Estudo (2018)

q) Incompatibilidade 11: Estrutural x Hidráulico

Conforme destacado na imagem 25, a tubulação hidráulica do chuveiro está passando por cima do forro, até chegar ao ponto hidráulico final. O ponto do chuveiro tem a interferência da viga existente no local, não sendo possível fazer a descida por esse local. Fora definido que a tubulação atravessa o banheiro por cima do forro, para assim descer na parede de drywall, e depois retornar ao ponto final previsto em projeto.

Figura 25 – Incompatibilidade 11



Fonte: Construtora em Estudo (2018)

4.2.4. Custo Adicional de Mão de Obra e Material

A seguir, foram levantados, de maneira individual, com base no relatório de incompatibilidades, os custos extras tidos com o empreendimento, no que se refere à edificação em estudo, no período já relatado.

4.2.4.1. Incompatibilidades Principais – BIM

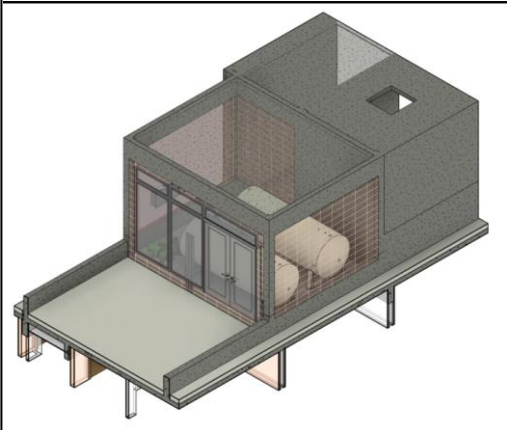
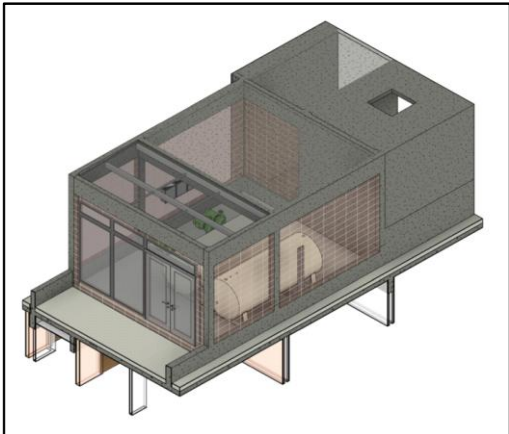
A partir da modelagem em *Revit* das três principais situações de incompatibilidade de projetos, como já descrito anteriormente, fora possível obter um levantamento de quantitativo através do software, o que simplificou muito o tempo de envolvimento com o orçamento.

A seguir, são apresentados os quantitativos, assim como a relação de custo adicional desses três casos, que posteriormente são acrescidos, dos já relatados, custos com as interferências de menor impacto.

- Incompatibilidade 04 – Sala de Aquecedores Cobertura

Figura 27 – Extração de Quantitativos Sala de Aquecedores

Sala de Aquecedores - Projeto Obsoleto			Sala de Aquecedores - Projeto Compatibilizado		
Nível Base	Tipo	Área	Nível Base	Tipo	Área
COBERTURA	TIP_Alvenaria 14cm (Blocos)	53 m ²	COBERTURA	TIP_Alvenaria 14cm (Blocos)	64 m ²
COBERTURA	TIP_Alvenaria 19cm (Blocos)	169 m ²	COBERTURA	TIP_Alvenaria 19cm (Blocos)	169 m ²
COBERTURA	TIP_Reboco Externo 2,5cm	466 m ²	COBERTURA	TIP_Reboco Externo 2,5cm	483 m ²
Nível Base	Tipo	Volume	Nível Base	Tipo	Volume
COBERTURA	Concreto	2,21 m ³	COBERTURA	Concreto	2,47 m ³
COBERTURA	Concreto	2,21 m ³	COBERTURA	Concreto	2,47 m ³

Fonte: Construtora em Estudo (2018)

Com o comparativo entre as duas modelagens, das duas versões de projeto, foi possível, com facilidade, identificar quais os pontos que necessitariam ser reorçados. Com base no quantitativo extraído com *software Revit*, foi possível orçar a parte de obra bruta (alvenaria e revestimento argamassado). O orçamento de estrutura não foi contemplado, por não haver projeto estrutural incorporado ao arquitetônico; porém, com os quantitativos foram extraídos e orçados junto ao fornecedor de mão de obra.

Abaixo, a relação de custo adicional da Sala de Aquecedores da edificação.

Tabela 2 – Custo Adicional – Incompatibilidade 04

Adicional de Obra Bruta		
Alvenaria 14cm (Blocos)	11 m ²	R\$ 650,00
Reboco Externo 2,5cm	17 m ²	R\$ 825,00
Obs.: Custo com base na tabela SINAPI, da Caixa Econômica Federal.		
Adicional de Estrutura em Concreto		
Mão de Obra e Material (Exceto Aço)		R\$ 561,00
Material - Aço		R\$ 294,00
Obs.: Custo com base no orçamento do fornecedor.		
Cobertura Adicional em Estrutura Metálica		
Mão de Obra e Material		R\$ 5.900,00
Obs.: Custo com base no orçamento do fornecedor.		
Custo Total		R\$ 8.230,00

Fonte: Autor (2018)

- Incompatibilidade 07 – Circulação 13º Pavimento

Devido ao fato de ainda não terem sido concluídas, as instalações da circulação do 13º pavimento da edificação não tiveram números concretos analisados em relação ao custo adicional da incompatibilidade.

Sendo assim, são apresentados os custos obtidos até então:

Tabela 3 – Custo Adicional – Incompatibilidade 07

Adicional já contabilizado		
Execução adicional da eletrocalha		R\$ 1.857,41
Furação em viga c/ reforço - Ø 115mm	3 Unid.	R\$ 1.092,00
Obs.: Custo com base no orçamento do fornecedor.		
Custo Total		
		R\$ 2.949,41

Fonte: Autor (2018)

- Incompatibilidade 09 – Prumada Gás

A alternativa definida, de se seguir o projeto específico de instalações de gás, acarretou na furação de nove lajes, além da quebra e nova execução de nove paredes já com revestimento executado.

Tabela 4 – Custo Adicional – Incompatibilidade 09

Adicional Furações em Laje		
Furação em laje - Ø 108mm	9 Unid.	R\$ 338,94
Obs.: Custo com base no orçamento do fornecedor.		
Adicional Obra Bruta		
Demolição de parede para acesso ao shaft (9 Unid.)	1,3m ²	R\$ 465,31
Elevação de alvenaria (9 Unid.)	1,3m ²	R\$ 667,95
Execução de chapisco em alvenaria	1,3m ²	R\$ 55,93
Execução de revestimento argamassado (9 Unid.)	1,3m ²	R\$ 512,11
Obs.: Custo com base na tabela SINAPI, da Caixa Econômica Federal.		
Custo Total		
		R\$ 2.040,24

Fonte: Autor (2018)

4.2.4.2. Incompatibilidades Simplificadas

Tabela 5 – Custo das Incompatibilidades Simplificadas

Relação de Custo Adicional de Obra por Incompatibilidades de Projeto									
Incompatibilidade	Descrição	Custos por Composição de Serviços - Mão de Obra e Material							Custo Total (R\$)
		Alvenaria	Chapisco	Emboço	Manômetro	Drywall	Furação	Hidráulica	
01	Fechamento da porta (2m ²)	R\$ 114,18	R\$ 19,12	R\$ 175,08	-	-	-	-	R\$ 308,38
02	Fechamentos desnecessários (3m ²)	R\$ 171,27	R\$ 28,68	R\$ 262,62	-	-	-	-	R\$ 462,57
03	Adequação de saída de gás (+ 5 peças)	-	-	-	R\$ 491,65	-	-	-	R\$ 491,65
05	Sanca de Drywall (2x0,3x0,3m)	-	-	-	-	R\$ 47,75	-	-	R\$ 47,75
06	Construção e Demolição de Vão (0,7m ²)	R\$ 67,80	R\$ 6,69	R\$ 61,28	-	-	-	-	R\$ 135,77
08	Construção e Demolição de Vão (0,4m ²)	R\$ 38,74	R\$ 3,82	R\$ 35,02	-	-	-	-	R\$ 77,58
10	49 Furos Diversos em Laje	-	-	-	-	-	R\$ 2.211,16	-	R\$ 2.211,16
11	Aumento em 18 Aptos, de Tubulação (2,5m) E Conexões (1un.)	-	-	-	-	-	-	1068,12	R\$ 1.068,12
12	Adequação de Vão em 9 Pavimentos	R\$ 77,07	R\$ 12,91	R\$ 118,18	-	-	-	-	R\$ 208,16
Custo Total das Incompatibilidades Gerais									R\$ 5.011,14

Obs.: Todos os custos retirados das composições do SINAPI, disponíveis no site da Caixa Econômica Federal (<http://www.caixa.gov.br>), com exceção dos custos com furação em laje, previstos na incompatibilidade 10, que foram orçados com a própria empresa que executou o serviço.

Fonte: Autor (2018)

4.2.4.3. Custo Adicional Total de Mão de Obra e Material

Abaixo, relação com os custos adicionais de material e mão de obra, acarretados pelas doze incompatibilidades relacionadas no estudo de caso.

Tabela 6 – Custo Total Mão de Obra e Material

Total de Custo Adicional - 12 Incompatibilidades	
Interferências Simplificadas	R\$ 5.011,14
Sala de Aquecedores	R\$ 8.230,00
Circulação 13º Pavimento	R\$ 2.949,41
Prumada de Gás	R\$ 2.040,24
Custo Total Geral	
	R\$ 18.230,79

Fonte: Autor (2018)

4.2.5. Impacto em Prazo de Obra

A partir do relatório de incompatibilidades, foi elaborado o seguinte quadro, com estimativa de prazo para cada uma das situações ocorridas no estudo.

Tabela 7 – Impactos em Prazo de Obra – 1/2

Item	Descrição	Duração do Serviço (dias)	Impacto em Prazo de Obra
1	Vão de porta com necessidade de ser fechado, de acordo com projeto executivo.	4	O fechamento da porta se dá em quatro dias, partindo do princípio de que se eleva a alvenaria em um único dia, e que o revestimento argamassado se dá após três dias do decorrido tempo de cura do chapisco e encunhamento.
2	Vãos nas mesas de polias, que eram contemplados em projeto mas acabaram não sendo necessários.	-	Sem impacto, o projeto foi aprovado sem a abertura dos vãos.
3	Pontos de gás adicionais que necessitam ser inclusos na cobertura.	-	Sem interferência em prazo de obra, devido ao fato de ser um serviço muito rápido, que leva o mesmo tempo sendo um ou seis pontos de saída de gás.
4	Aumento da lade da sala de aquecedores, conforme projeto executivo.	31	<ul style="list-style-type: none"> • Cinco dias para a liberação do projeto estrutural. • Dois dias para contratação da mão de obra para estrutura. • Dois dias para execução de forma e aço. • Um dia para concretagem. (Quinze dias para contratação de mão de obra e material para a cobertura metálica). • Quatorze dias até a desforma. • Um dia para elevação de alvenaria. • Três dias para execução e cura do chapisco e encunhamento, além da adequação nas instalações elétricas. • Um dia para execução do revestimento argamassado. • Um dia para instalação da cobertura metálica.
5	Execução de sanca de gesso no 13º pavimento, devido a tubulação aparente vinda da cobertura.	-	Sem interferência em prazo pois a sanca será executada juntamente com o restante das placas do apartamento, sem que acrescente duração significativa.

Fonte: Autor (2018)

Tabela 8 – Impactos em Prazo de Obra – 2/2

Item	Descrição	Duração do Serviço (dias)	Impacto em Prazo de Obra
6	Abertura do vão de janela previsto em projeto executivo.	1	Um dia para a quebra e requadro do vão da esquadria.
7	Execução das instalações dentro do forro da circulação do 13º pavimento.	?	Duração indefinida do problema, visto que a solução continua em estudo pelo setor de projetos. Teoricamente a execução das instalações se dá com a mesma duração já prevista em projeto.
8	Adequação de vãos de esquadrias devido a elementos estruturais em conflito.	1	Em um único dia as adequações em alvenaria foram resolvidas.
9	Abertura de passagens em laje para execução de prumada de gás na edificação.	6	<ul style="list-style-type: none"> • Um dia para demolição das paredes de acesso aos shafts; • Um dia para a furação das nove lajes; • Dois dias para a elevação das alvenarias; • Dois dias para execução de revestimento, visto que não há chapisco por se tratar de parede interna.
10	Execução de furações em lajes das mesas de polias, conforme previsto em projeto de elevadores e não previsto em projeto estrutural.	17	<ul style="list-style-type: none"> • Quinze dias de indefinições de cálculo de projeto; • Um dia para marcação dos furos em laje; • Um dia para furação das três lajes;
11	Adequação do caminho percorrido pelo ramal de água para evitar conflito com viga.	-	Sem impacto no prazo. Se trata de um novo caminho percorrido pela tubulação, sem interferências.
12	Adequação dos vãos dos dutos das escadas pressurizadas, conforme projeto específico.	1	Um dia para adequação dos vãos conforme projeto de escada pressurizada.

Fonte: Autor (2018)

O estudo de prazo não considera aspectos como: atraso devido a intempéries, logística e/ou oscilação de efetivo. Tem-se como critérios para estimativas, questões relacionadas basicamente à produtividade média da mão de obra, histórico de contratações recente, e procedimentos de qualidade adotados como padrão pela empresa.

A partir da análise dos dados acima relatados, e partindo do princípio de os serviços em estudo podem ser realizados de forma simultânea, tem-se que a principal incompatibilidade de projeto que impacta no cronograma da edificação, é a incompatibilidade 04.

A adequação da sala de aquecedores requer um prazo de 31 dias, período esse, suficiente para que todas as outras situações sejam resolvidas.

descritas, além do acréscimo das despesas indiretas previstas para um novo cronograma de obra.

Tabela 10 – Impacto Final em Custo de Obra

Custo de Material e Mão de Obra	
R\$	18.230,79
Custo para Estimativa de Atraso de Obra	
R\$	107.466,67
Custo Total da Edificação Sem Utilização de Tecnologia BIM	
R\$	125.697,46

Fonte: Autor (2018)

Assim como as incompatibilidades não estão atreladas entre si, com cronograma de obra ajustados a uma necessidade de sequência, o prazo de obra adicional de 31 dias, é um dado obtido a partir de um estudo que considera que a continuidade da edificação, depende exclusivamente da etapa de adequação da sala de aquecedores da cobertura.

Como o empreendimento em estudo conta com um longo período disponível de cronograma de obra, é descartada a possibilidade de atraso de obra devido à incompatibilidade de projeto descrita; porém, o estudo analisa de forma isolada a situação, considerando uma sequência de obra não simultânea, para que se possa explicar de forma clara, os impactos que a ferramenta em questão propõe à indústria da construção civil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se uma edificação de 13 pavimentos, o valor alcançado para não utilização da ferramenta BIM, é de grande impacto. O valor adicional da edificação, obtido através do estudo de caso, é maior do que o custo do contrato vinculado para executar a modelagem do empreendimento inteiro.

O estudo comprova ainda, que a implantação está cada vez mais presente em novas obras, com periódicas tentativas de utilização e mudança de cultura dos colaboradores, independente do tipo ou porte de obra.

Conclui-se, que a utilização do conceito BIM numa edificação e também numa empresa de grande porte, é válido levando em conta aspectos como: custo, prazo, qualidade e redução da geração de resíduos.

Os objetivos propostos foram alcançados com êxito, e de forma positiva foram apresentados no estudo de caso, com base nas análises dos dados elaborados.

Visando um aprofundamento do conceito, e a busca pessoal pela melhoria técnica dos processos de modelagem, tem-se como objetivo dar continuidade ao estudo de gestão de obras contempladas com a metodologia BIM, assim como suas diversas possibilidades de uso, tais como orçamento e planejamento de obras.

Um dos pontos atrativos que a ferramenta traz é a gestão completa da construção, com suas diversas possibilidades de uso. A qualificação em uma ou mais áreas da tecnologia BIM, proporciona uma competitividade maior ao mercado de trabalho, aumentando de forma contínua a qualidade dos profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERLE, E. A. **Análise Do Processo De Modelagem 5D (BIM): Estudo De Caso De Uma Residência Unifamiliar.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/177246/EAAF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: Dezembro de 2017.

BRASIL. DECRETO Nº 9377, DE 17 DE MAIO DE 2018. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil – Estratégia BIM BR.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm>. Acesso em: Maio de 2018.

CATELANI, W. S.; SANTOS, E. T. **Normas Brasileiras Sobre BIM – IBRACON Concreto e Construções – Edição 84 – Tecnologia da Informação no Projeto e Modelagem de Estruturas de Concreto.** Disponível em: <http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/ebook/edicao84/files/assets/basic-html/index.html#1>. Acesso em: Maio de 2018.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DE ALAGOAS – CREA-AL. **BIM no Brasil: Conheça Mais Sobre a Tecnologia.** Disponível em: <<http://www.crea-al.org.br/2017/04/o-bim-no-brasil/>>. Acesso em: Novembro de 2017.

CORNETET, B. C.; FLORIO, W. **Reflexão Sobre A Implantação Do BIM Em Três Escritórios De Arquitetura Em Porto Alegre, De 2010 A 2015.** Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/tic2015/059.pdf>>. Acesso em: Março de 2018.

FERRAZ, M.; MORAIS R.. **O Conceito BIM e a Especificação IFC na Indústria da Construção e em Particular na Indústria de Pré-fabricação em Betão.** Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~be2012/Indice/BE2012/pdf-files/187_Artigo.pdf>. Acesso em: Novembro de 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Disponível em: <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: Maio de 2018.

Governo do Estado de Santa Catarina. **Caderno de Apresentação de Projetos em BIM**. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>>. Acesso em: Maio de 2018.

HIPPERT, M. A. S.; ARAÚJO, T. T.. **BIM E A Qualidade Do Projeto: Um Estudo De Caso Em Uma Pequena Empresa De Projeto**. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/119.pdf>>. Acesso em: Dezembro de 2017.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **BIM Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Disponível em: <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>> Acesso em: Maio de 2018.

MALHEIROS, P. V. L. **Utilização da modelagem 4D no planejamento e acompanhamento de obras**. Disponível em: <<http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/BIM%204D%20SKP.pdf>>. Acesso em: Dezembro de 2017.

MATTOS, A.D. **Como Preparar Orçamentos de Obras. Dicas para Orçamentistas – Estudo de Caso – Exemplos**. São Paulo: Pini, 2006.

NASCIMENTO, R. L. **Compatibilização de Projetos de Edificações**. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015761.pdf>>. Acesso em: Maio de 2018.

OLIVEIRA, P. H. P. **Modelagem 4D Aplicada ao Planejamento de Curto Prazo de um Pavimento Tipo.** Disponível em: <<http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/BIM%204D%20Pav%20Tipo.pdf>> . Acesso em: Dezembro de 2017.

PAIVA, D. C. S. **Uso do BIM para Compatibilização de Projetos: Barreiras e Oportunidades em Uma Empresa Construtora.** Disponível em: <<https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/3311/16/BIM-compatibiliza%C3%A7%C3%A3o-projetos-Paiva-Daniel-Artigo.pdf>>. Acesso em: Maio de 2018.

PORTAL ARCHDAILY. **Como Saber Se Vale a Pena Sua Empresa Investir no BIM? (Adaptado).** Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/794358/como-saber-se-vale-a-pena-sua-empresa-investir-no-bim>>. Acesso em: Novembro de 2017.

PORTAL NOVENTA. **Novas Tecnologias na Construção Civil.** Disponível em: <<http://noventa.com.br/blog/novas-tecnologias-na-construcao-civil-2017/>>. Acesso em: Setembro de 2017.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Prefeitura Simplifica Licenciamento de Construções na Capital.** Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p_noticia=999190013&PR EFEITURA+SIMPLIFICA+LICENCIAMENTO+DE+CONSTRUCOES+NA+CAPITAL>. Acesso em: Novembro de 2017.

RESENDE, C. C. R. **Atrasos de Obra Devido a Problemas no Gerenciamento.** Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10006164.pdf>>. Acesso em: Maio de 2018.

SCHÜTZER, K.; MOURA, A. A. A. **Implantação das Normas 10303 - STEP em Um Ambiente de Desenvolvimento Integrado do Produto**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr52_0050.pdf>. Acesso em: Novembro de 2017.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Portal BIM Paraná**. Disponível em: <<http://www.bim.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=17>>. Acesso em: Novembro de 2017.

SIENGE. **BIM, Conceitos e Aplicações**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/voce-sabe-o-que-e-bim-entenda-o-conceito-e-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: Setembro de 2017.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON-SP. **BIM e Governo – Oportunidade para o Mercado Brasileiro**. Disponível em: <<https://www.sindusconsp.com.br/bim-e-governo-oportunidade-para-o-mercado-brasileiro/>>. Acesso em: Novembro de 2017.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON-SP. **Empregos na Construção Civil no Brasil**. Disponível em: <<https://www.sindusconsp.com.br/sinduscon-sp-mais-de-9-mil-trabalhadores-da-construcao-perderam-emprego-em-junho-em-todo-o-brasil/>>. Acesso em: Setembro de 2017.

STEINER, L. R. **Análise da Implementação da Plataforma BIM no Setor da AEC do Estado de Santa Catarina**. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/2194/STEINER%2c%20L.%20R.%20-%20An%C3%A1lise%20da%20implementa%C3%A7%C3%A3o%20da%20plataforma%20BIM%20no%20setor%20da%20AEC%20do%20Estado%20de%20Santa%20Catarina.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em: Maio de 2018.

VISIOLI, R. C.. **Metodologia para Gestão de Obras Residenciais de Pequeno Porte: Um Estudo de Caso.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82500/187416.pdf?sequence=1>>. Acesso em: Dezembro de 2017.

ANEXO A - ENTREVISTA ESCRITÓRIO DE MODELAGEM BIM

A empresa que fez a modelagem BIM do empreendimento em estudo tem sede em Porto Alegre/RS, é gerenciada por um arquiteto e dois engenheiros civis com larga experiência em gerenciamento de obras e BIM, tem amplo portfólio, e abrange as etapas de concepção e desenvolvimento de projetos, com foco em compatibilização e orçamento.

Durante o estudo de caso, teve-se a oportunidade de realizar uma entrevista com um dos sócios do escritório e responsáveis pela modelagem da obra em estudo. Um dos principais assuntos abordados na conversa foi a implantação da ferramenta em novos empreendimentos, assim como suas principais etapas de utilização em uma obra. De modo resumido, estão apresentadas a seguir algumas das questões abordadas no encontro:

- s) **Volume de demanda atual da empresa, em relação a modelagens:** por volta de dez obras simultâneas, entre diferentes níveis de clientes. O escritório conta com uma equipe de aproximadamente sete pessoas, entre profissionais formados e estagiários.
- t) **Uso de guias padrões de implantação junto às empresas:** não se faz uso dessa forma de padronização na implantação da ferramenta devido ao fato de não haver um guia definitivo, que traga resultados unânimes junto a diferentes clientes. No geral, os guias se sobressaem como ferramenta de venda para as grandes empresas do mercado atual, o que não se torna atrativo partindo do princípio de que cada cliente tem suas necessidades e peculiaridades.
- u) **Envolvimento da empresa junto aos seus clientes, no quesito implantação do conceito BIM:** se dá de forma natural, através do gerenciamento das modelagens junto aos clientes. Não se faz necessária a imagem de um consultor presente nas obras, fazendo o acompanhamento periódico das equipes de engenharia e/ou as treinando.
- v) **A figura do BIM Manager:** alguns escritórios de modelagem trabalham com um BIM Manager focado em ser o centro da

informação, com a incumbência de difundir a informação e o conhecimento para o restante da equipe. As atuais obras em andamento têm essa figura presente no engenheiro de obra, que além de conhecimento em BIM, necessita de boa gestão de pessoas para assertiva difusão da informação, aliada a um bom gerenciamento do modelo tridimensional.

- w) **De forma macro, as etapas de abrangência da ferramenta hoje, dentro da empresa:** de modo geral, o BIM é implantado já na etapa de concepção do projeto. O estudo preliminar muitas vezes ainda é realizado com ferramenta CAD, e após essa etapa de aprovação, incorpora-se o BIM. Há casos onde se emprega a ferramenta BIM simultaneamente à execução de obra, para identificação e prevenção de possíveis incompatibilidades.
- x) **Uso do BIM 4D e 5D:** atualmente a empresa disponibiliza as duas dimensões para seus clientes; porém, por motivos de falta de demanda, o uso da ferramenta para planejamento (4D) ainda é muito aquém do esperado. Clientes preferem gerar o cronograma de obra da forma convencional: através de dados fornecidos por órgãos da construção civil, ou por histórico recente de suas construtoras. Já o uso do 5D para orçamento e controle de custos é amplamente utilizado, devido a sua facilidade e já disponível padronização de materiais para elaboração. Estima-se que por volta de 60% dos clientes faz uso do 5D atualmente.
- y) **Elaboração e gerenciamento do modelo 3D:** as modelagens são geradas a partir de projetos arquitetônicos e estruturais criados em ferramenta CAD. A partir do momento em que são incorporados ao modelo tridimensional, passa-se para a etapa de instalações. A etapa de instalações é a que mais demanda tempo para revisão devido ao alto número de incompatibilidades entre disciplinas. Após a introdução das instalações no modelo 3D, faz-se uma etapa final de revisões para então entrar com os projetos de acabamentos. O gerenciamento do modelo fica a cargo do próprio escritório, devido a falta de profissionais capacitados à função de BIM Manager em suas respectivas obras.

z) **Rompimento de contrato:** os projetos de instalações não estavam sendo entregues com prazo hábil ao setor de modelagem, para que fossem aproveitados da maneira ideal pela obra. A partir de uma troca de fornecedores ocorrida em meio à fase de concretagem de lajes, a situação dos projetos de instalações foi agravada. A partir desse momento, não foi possível dar continuidade na etapa de modelagem das instalações, sendo combinado pelos gestores que as modelagens seriam pausadas, e teriam reinício de forma pontual, conforme necessidade.

ANEXO B - ENTREVISTA SETOR DE PROJETOS DA EMPRESA EM ESTUDO

Após a conversa realizada com a empresa terceirizada responsável pela modelagem do empreendimento em estudo, foram realizadas algumas perguntas, no mesmo padrão de entrevista realizado anteriormente, ao setor de projetos da empresa em estudo.

Atualmente o setor de projetos da empresa não conta com equipe de modelagem própria, fazendo apenas a gestão – atualizações e alterações – dos projetos existentes, tanto quando se trata de BIM, como quando se trata de projetos em plataforma CAD.

A partir de alguns pontos relevantes abordados sobre a implantação da ferramenta, assim como a visão de mercado que se tem atualmente sobre o assunto, foram levantados os seguintes tópicos:

- **Panorama geral da empresa em relação ao BIM; Implantação; Etapas que a ferramenta abrange:** a empresa se encontra em um processo de transição. Há um projeto de implantação que visa utilizar todas as dimensões da ferramenta, desde a concepção do projeto, para que se possa alimentar o projeto com as informações necessárias para orçamento, planejamento, suprimentos e obra. O setor de orçamentos, hoje, caminha na frente em relação à implantação, com diretrizes de modelagem padronizadas para atendimento das suas demandas. Tratando-se especificamente do setor de projetos, pode-se dizer que está em fase de estudo e experimentação, a partir da análise das potencialidades que a ferramenta traz, visando atualmente a parte de compatibilização e coordenação. Um dos pontos que serve de empecilho no atual processo de implantação total do conceito, é a capacitação e maturidade dos profissionais para gerir a modelagem desde a concepção do projeto. Atualmente há uma obrigação de haver modelagem a partir da etapa de anteprojeto, deixando as etapas anteriores a critério dos projetistas.

- **Planejamento (4D) e orçamento (5D):** a primeira obra que está sendo realizada com planejamento em BIM, está sendo feita a partir de consultoria externa. A obra em si, utiliza o planejamento apenas como visualização genérica, e não como ferramenta para acompanhamento e gestão da execução. Quanto ao orçamento, o próprio setor de projetos da empresa adapta e faz as padronizações necessárias para o atendimento às demandas do setor.
- **Obras 100% em BIM:** após algumas tentativas sem sucesso, devido à falta de expertise em contratações e definições iniciais, existe um planejamento para que, ainda nesse ano, quatro ou cinco obras sejam iniciadas já com a tecnologia BIM implantada.
- **Conhecimento e discernimento da ferramenta, a nível empresa:** dentro do setor de projetos, tem-se ideia do que a ferramenta pode proporcionar, em termos de benefícios, à empresa; porém, a nível básico, ainda falta experiência e qualificação para que o processo funcione da forma correta. Nesse ponto, se trabalha através de treinamentos, revisão de processos e workshops, a melhoria de capacitação dos profissionais. A nível empresa, há uma movimentação semelhante no setor de orçamentos, onde já se trabalha com BIM, e nos demais setores não há indícios de implantação.
- **Treinamentos, cursos e workshops:** a capacitação dos profissionais se dá a partir de workshops, com apostilas e divulgação em vídeo para os colaboradores. Mas a principal iniciativa que se adota na empresa, é a iniciativa própria de busca por capacitação; o que anda em caminho inverso à situação geral dos colaboradores, que de certa forma aguardam uma possível obrigatoriedade ou processo padrão de capacitação.
- **Principais barreiras no processo de implantação:** provável aumento no tempo de projeto; processos culturais da empresa já enraizados nos profissionais; dificuldades com contratações; dificuldade de treinamentos internos; menor liberdade na alteração de projetos BIM; menor número de fornecedores capacitados; infraestrutura de software e hardware, assim como possíveis incompatibilidades entre os mesmos.

- **Criação de um núcleo de modelagem:** partindo do princípio de que a empresa tem padrões específicos de projetos, esse é um motivo que pode acarretar na criação de um núcleo de modelagem interno na empresa. Atualmente a empresa preza pela educação e orientação dos seus fornecedores, apenas; porém, a partir do momento que os briefings essenciais da empresa não forem seguidos, pode-se chegar na conclusão da necessidade de um setor próprio para modelagem dos projetos.