

KAROLINE MONTEIRO LINHARES

**ESTUDO DE CASO SOBRE IMPLANTAÇÃO DE BIM EM UMA EMPRESA DE  
PROJETO DE ARQUITETURA**

São Paulo  
2018

KAROLINE MONTEIRO LINHARES

**ESTUDO DE CASO SOBRE IMPLANTAÇÃO DE BIM EM UMA EMPRESA DE  
PROJETO DE ARQUITETURA**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Especialista em Gestão de Projetos na Construção.

São Paulo  
2018

KAROLINE MONTEIRO LINHARES

**ESTUDO DE CASO SOBRE IMPLANTAÇÃO DE BIM EM UMA EMPRESA DE  
PROJETO DE ARQUITETURA**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Especialista em Gestão de Projetos na Construção.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Burrattino  
Melhado

São Paulo  
2018

### Catálogo-na-publicação

Linhares, Karoline Monteiro

Estudo de Caso sobre Implantação de BIM em uma Empresa de Projeto de Arquitetura / K. M. Linhares -- São Paulo, 2018.

111 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Modelagem da Informação da Construção 2.Implantação BIM 3.Gestão de projetos 4.Construção Civil I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, a quem depositar minha fé.

Agradeço imensamente ao meu orientador no desenvolvimento deste trabalho, prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado, pelo apoio e companheirismo cedido, pelo auxílio irrestrito e pela motivação.

Agradeço aos familiares, e primordialmente à Tereza Monteiro Linhares, minha mãe, pela dedicação costumeira, pela força a que me inspira, e por tudo o que representa em minha vida. Agradeço a minha irmã Camila Linhares pelo apoio.

Agradeço aos meus tios queridos, Vera e Isac Mendes, pela dedicação com a qual me instruíram, e pela sabedoria tão gratamente compartilhada.

Agradeço à arquiteta Francine Matuck, não apenas pelo conhecimento e experiências compartilhados em anos, mas antes, e principalmente, pela referência e inspiração à integridade. Agradeço ainda às arquitetas Paula Takahasi e Dafne Andrade.

Agradeço à Ana Carolina Muniz Veloso pelo companheirismo, apoio e carinho, e pela grata oportunidade de fazer parte de minha vida neste presente momento.

Agradeço à empresa, objeto deste estudo de caso, pela experiência adquirida através dos anos de trabalho e desempenho, a qual veio a impulsionar à oportunidade para realização do presente trabalho acadêmico.

Agradeço à Alessandra Rosa, pela força e suporte durante os momentos de fraqueza.

E, finalmente, agradeço aos amigos do curso pelas contribuições diversas, e por compartilhar de experiências tão ricas, e conhecimentos tão valiosos.

“Muitas coisas não ousamos empreender por parecerem difíceis; entretanto, são difíceis porque não ousamos empreendê-las.”

Sêneca

## RESUMO

*Building Information Modeling* (BIM), a Modelagem da Informação da Construção, configura um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem aos envolvidos no projeto, que construam, projetem e operem de forma colaborativa. Há uma integração, portanto, entre as várias partes interessadas no projeto, de forma a agregar a ele benefícios em escalas diversas.

As empresas, hoje, têm aumentado a busca pela utilização do BIM, como meio de alcançar benefícios sobre a qualidade, eficiência e planejamento de projeto e obra, além de permitir a avaliação e melhoria de desempenho.

Quando se fala em projeto, é irrefutável que as falhas inerentes a seu processo têm impacto considerável sobre ele; culminam em atrasos nos cronogramas e refletem em retrabalhos para as partes envolvidas; ainda, quando levados à fase de obras, impelem majoração sobre o custo avaliado para o projeto, geram imprevistos e aditivos contratuais.

Neste sentido, os conceitos e ferramentas BIM vêm contribuir para melhorias nos processos e para transformar as capacidades dentro da indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), trazendo melhor desempenho e vantagens.

Elaborado por meio de um estudo de caso em que foram levantadas as práticas de implantação, as principais etapas, processos e recursos envolvidos, com a busca de uma análise crítica e respaldada pela bibliografia atual.

A experiência obtida constituiu-se um intenso aprendizado, e permitiu evidenciar não apenas questões correlatas ao uso da tecnologia, como também a importância que assume a gestão dentro das empresas de projeto de arquitetura, e possibilitou demonstrar os impactos diversos promovidos pela implementação de BIM.

**Palavras chaves:** Modelagem da Informação da Construção. Implantação BIM. Gestão de projetos. Construção Civil.

## ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM), the modelling of the construction info, configures a set of technologies, processes and policies that allow those involved in the project, to build, design and operate collaboratively. There is an integration, therefore, among the various stakeholders in the project, in order to add to it benefits on various scales.

Companies today have increased the search for the use of BIM, as a means of adding benefits on the quality, efficiency and planning of project and work, besides allowing the evaluation and improvement of performance.

When talking about project, it is irrefutable that the flaws inherent in their process have considerable impact on it; they culminate in delays in schedules and reflect on reworks for the parties involved; also, when brought to the stage of works, they impart the increase in the cost evaluated for the project, generate unforeseen and contractual additives.

In this sense, BIM concepts and tools come to contribute to improvements in processes and to transform capacities within the AEC industry (Architecture, Engineering and Construction), bringing better performance and advantages.

Developed through a case study in which the implementation practices were raised, the main steps, processes and resources involved, with the search for a critical analysis and supported by the current bibliography.

The experience gained was an intense learning, and it allowed to highlight not only related issues to the use of technology, but also the importance that assumes the management within the architectural design companies, and enabled to demonstrate the Various impacts promoted by the implementation of BIM.

**Keywords:** Building Information Modeling. BIM adoption. Project management. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM.....	3
Figura 2 – Algumas conotações para a definição de BIM.....	8
Figura 3 – Pré-fabricação e a industrialização de componentes e partes por meio do BIM.....	14
Figura 4 – Exemplo de Relatório de Detecção de Interferências.....	18
Figura 5 – Imagem com exemplo de detecção automatizada de interferência gerada por software.....	19
Figura 6 – Softwares BIM.....	20
Figura 7 – Estágios de Maturidade BIM.....	22
Figura 8 – Estrutura da Empresa.....	28
Figura 9 – Imagem extraída de vídeo recebido pela consultoria, ministrando modelagem de trecho de laje alveolar chanfrada.....	45
Figura 10 – Referência adotada para Fachada.....	46
Figura 11 – Vídeo de simulação de modelagem da fachada por meio da inserção de pontos.....	47
Figura 12 – Vídeo de Simulação de Modelagem da Fachada já Avançada.....	48
Figura 13 – Elevações das Fachadas.....	50
Figura 14 – Perspectiva - Explodida das Fachadas.....	51
Figura 15 – Maquete eletrônica com vista da fachada principal.....	52
Figura 16 – Parte das ampliações geradas da fachada.....	53
Figura 17 – Fotos de trecho da fachada já executada.....	54
Figura 18 – Vistas da rampa de veículos projetada para acessar as garagens nos pisos superiores do conjunto.....	55
Figura 19 – Exemplo de Planta Técnica (Projeto Piloto) elaborada pela empresa de Arquitetura.....	57
Figura 20 – Exemplo de Planta Técnica (Projeto Piloto) elaborada pela empresa de Arquitetura.....	58
Figura 21 – Fotos do empreendimento já operando (Projeto 2).....	61
Figura 22 – Cortes e detalhes do projeto.....	63
Figura 23 – Foto do conjunto já executado e em funcionamento.....	64
Figura 24 – Exemplo de detalhamento da coberturas que aparecem nas fotos logo acima.....	65
Figura 25 – Exemplo de prancha de ampliação geral de corte.....	66

Figura 26 – Ampliação de trecho da circulação externa de veículos, com representação precisa das situações de corte e aterro.....	67
Figura 27 – Paginação de fachada.....	69
Figura 28 – Foto da Obra.....	70
Figura 29 – Foto a execução já finalizada, e empreendimento em operação.....	70
Figura 30 – Exemplo de Extração de Quantitativos a partir do modelo.....	71
Figura 31 – Fragmento do Caderno de Extração de Quantitativos, elaborado pela empresa de arquitetura.....	72
Figura 32 – Fragmento do Caderno de Extração de Quantitativos, elaborado pela empresa de arquitetura.....	73
Figura 33 – Imagem do modelo de estrutura em concreto pré-moldado, desenvolvido pela empresa contratada para desenvolvimento projeto estrutural.....	75
Figura 34 – Modelagem de Instalações e Sistemas.....	76
Figura 35 – Modelagem de Instalações e Sistemas.....	76
Figura 36 – Compatibilização entre Arquitetura e Sistema de Ar Condicionado.....	77
Figura 37 – Modelagem de sistemas.....	77
Figura 38 – Desenho Emitido para Obra - Relatório Técnico-Fotográfico.....	78
Figura 39 – Imagem retirada de Relatório de Compatibilização.....	78
Figura 40 – Imagem extraída de relatório de compatibilização.....	79
Figura 41 – Imagem extraída de relatório de compatibilização.....	79
Figura 42 – Modelagem de sistemas.....	81
Figura 43 – Mapeamento e entendimento no novo processo e fluxos diversos, mediante a nova fase de implementação.....	82
Figura 44 – Esboço gerado durante discussão sobre os momentos em que seriam consideradas as detecções de interferências, no decorrer das etapas de projeto....	82
Figura 45 – Planilha utilizada para discussão e definição dos Clash Detectives.....	84
Figura 46 – Listagem de Keynotes.....	90
Figura 47 – Esquema simplificado das principais atividades de implementação de BIM no estudo de caso.....	92

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABCIC</b>	Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ACM</b>	<i>Aluminium Composite Material</i>
<b>AEC</b>	Arquitetura, Engenharia e Construção
<b>ASBEA</b>	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
<b>BIM</b>	<i>Building Information Modeling</i> (Modelagem da Informação da Construção)
<b>CAD</b>	<i>Computer-Aided Design</i>
<b>CBIC</b>	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
<b>GSA</b>	<i>General Services Administration</i>
<b>IFC</b>	<i>Industry Foundation Classes</i>
<b>LOD</b>	<i>Level of Development</i> (Nível de Desenvolvimento)
<b>NIBS</b>	<i>National Institute of Building Sciences</i>
<b>RACI</b>	Responsável, Responsável pela aprovação, Consultar, Informar
<b>RH</b>	Recursos Humanos
<b>SINDUSCON</b>	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. JUSTIFICATIVA .....	2
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
2.1. OBJETIVOS PRINCIPAIS .....	5
2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS .....	5
<b>3. MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	6
3.1. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO .....	6
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	8
4.1. BIM – <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> : A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO .....	8
4.1.1 <b>Definições</b> .....	9
4.1.2 <b>Principais usos e benefícios do BIM</b> .....	12
4.1.3 <b>Compatibilização</b> .....	14
4.1.4 <b><i>Clash Detection</i></b> .....	17
4.2. SOFTWARES BIM .....	19
4.3. GESTÃO DA COMUNICAÇÃO .....	21
4.4. IMPLEMENTAÇÃO BIM .....	22
4.5. GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO .....	25
<b>5. ESTUDO DE CASO</b> .....	26
5.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	26
5.2. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL .....	26
5.3. A ESCOLHA DO SOFTWARE .....	28
5.4. IMPLEMENTAÇÃO – 1ª FASE .....	30
5.5. IMPLEMENTAÇÃO – 2ª FASE .....	33

5.5.1. Diagnóstico.....	34
5.5.2. Processo .....	37
5.5.3. Treinamento .....	37
5.5.4. <i>Template</i> .....	38
5.5.5. Biblioteca BIM.....	40
5.5.6. <i>BIM Manager</i> .....	40
5.5.7. Acompanhamento .....	41
5.6. PROJETO 1: PROJETO PILOTO .....	42
5.7. TREINAMENTO PARA MODELAGEM DE FAMÍLIAS .....	59
5.8. PROJETO 2.....	59
5.9. PROJETO 3.....	74
5.10. INÍCIO AO PROJETO DE COMPATIBILIZAÇÃO E ORÇAMENTAÇÃO ..	80
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O setor da indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) tem sofrido mudanças em decorrência de avanços tecnológicos. O crescente desenvolvimento da tecnologia da informação, bem como sua implementação nas áreas voltadas a construção, tem gerado impacto sobre a produtividade, prazos e custos, e mesmo sobre a própria concepção e forma de pensar o produto (construção).

Segundo Souza (2016), quando bem implementado, o processo de BIM permite a melhoria da integração entre os agentes envolvidos, tanto na construção quanto no processo de projeto, de forma a elevar a qualidade destes últimos, e otimizar tempo e custo.

No Brasil, percebe-se um aumento crescente de pesquisas relacionadas ao tema e ao conceito do *Building Information Modeling* - BIM, principalmente no meio acadêmico, e a crescente aderência à sua implementação.

Souza, Abaurre e Melhado (2013) retratam que os investimentos e os esforços voltados a tecnologia, processos e pessoas dever ser equivalentes para que sejam alcançados os benefícios que a Modelagem da Informação da Construção oferece e possibilita. Ressalvam, ainda, a importância de envolver nas discussões dos processos dentro da empresa, no decorrer da implementação, a maior quantidade e gama possível de profissionais, a fim de garantir eficiência, assertividade, qualidade e abrangência do processo.

Dentro do universo BIM, percebe-se que as ferramentas tecnológicas disponíveis vêm como elementos facilitadores dos processos relacionados a projeto. Entretanto, sua implementação enfrenta desafios particulares, e requer um planejamento mínimo para sua efetiva e eficaz implantação.

Este trabalho visa documentar e identificar, por meio de estudo de caso, as atividades na implantação de BIM em uma empresa de arquitetura, relatando as principais ocorrências em meio a este processo, as principais dificuldades, e os resultados obtidos por meio de sua maturação. Busca, ainda, analisar a forma em como o processo se deu.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

Quando se fala em tecnologia, o BIM (*Building Information Modeling*) – a Modelagem da Informação da Construção – oferece recursos e ferramentas que contribuem para a melhoria da qualidade dos processos de projeto, seu planejamento e sua execução. Entretanto, o considerado avanço se faz possível pelos processos deveras adequados, em que são praticados a gestão, controle da qualidade, e um planejamento efetivo.

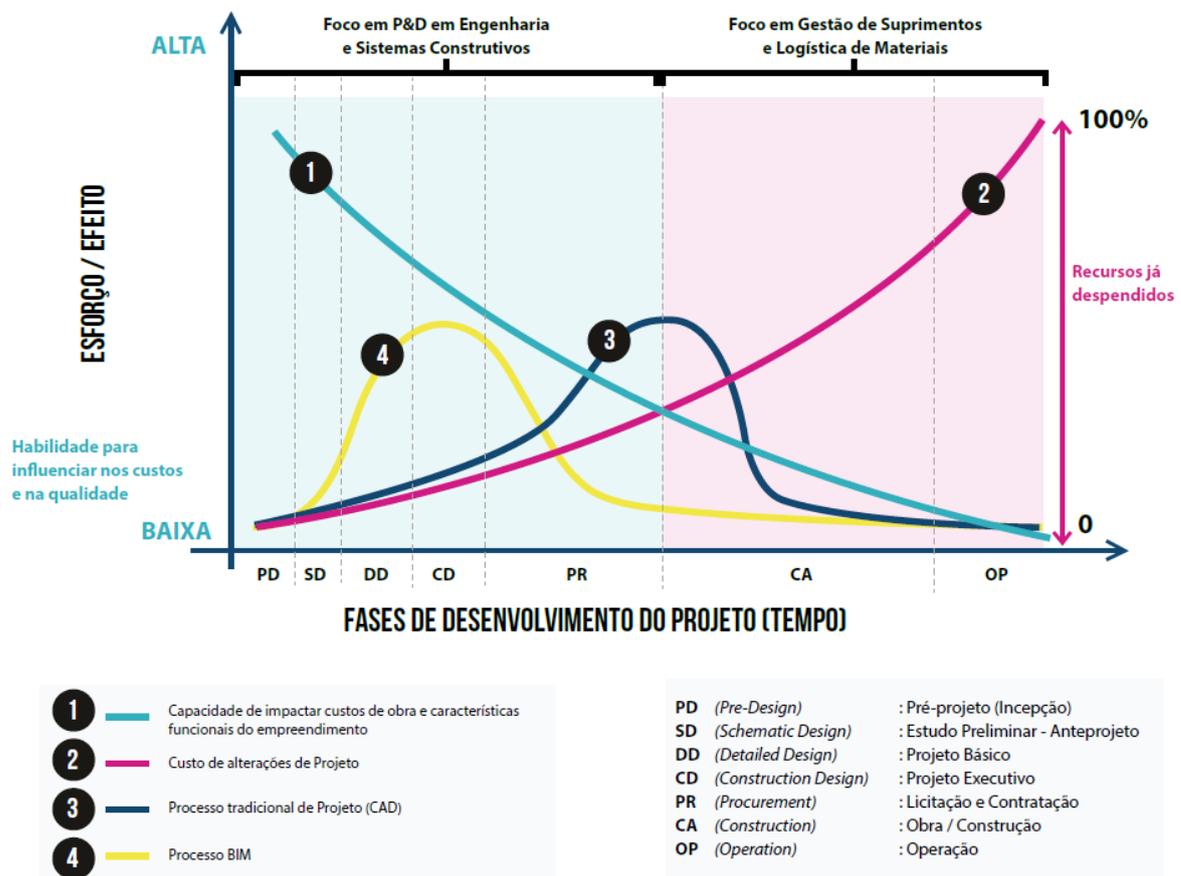
Para Eastman et al. (2011), as mudanças que o BIM oferece podem ter aspectos positivos ou negativos, dependendo do nível por meio do qual a equipe trabalha colaborativamente. Portanto, é de suma importância que o processo de implementação do BIM, e conseqüentemente a implantação das ferramentas (softwares) que o possibilitam e configuram, sejam apropriados e completos.

O BIM, além de integrar as diversas áreas que estão relacionadas ao projeto e a seus processos, através da interoperabilidade e da colaboração entre os profissionais, permite também gerenciar colaborativamente as informações no decorrer do tempo, automatizar as mudanças (EASTMAN et al., 2011), e permite melhor visualização das mesmas e de seu impacto sobre outras frentes de projeto. Neste sentido, pode-se dizer que o BIM é capaz de reduzir significativamente a quantidade de tempo necessário para a elaboração do projeto, assim como permitir gerenciar melhor o custo que está a ele vinculado.

Observa-se, na Figura 1 (CBIC, 2016), a relação entre esforço e tempo de projeto em duas situações distintas, sendo tal esforço no decorrer do tempo e das fases em projetos tradicionais e como poderia ser distribuído em resultado da utilização das ferramentas e dos conceitos de BIM. É possível evidenciar que justamente nas fases iniciais do projeto é concentrado o maior peso de informações que embasarão e definirão a maior parte dos parâmetros que o empreendimento possui. Quanto mais cedo forem identificadas ações e definições que possam gerar alterações de projeto, menor será o custo associado a esta mudança e ao seu impacto; portanto, se for concentrada a maior quantidade de informação logo nas etapas preliminares e iniciais de projeto, melhores e mais eficientes serão, e logo, com menor custo de implantação.

As linhas 1 e 2 da figura expressam, respectivamente, a possibilidade de aplicação de uma determinada mudança, e o custo que a mesma causaria diante de sua implantação. A linha 3, por sua vez, refere-se ao fluxo em processo normal de elaboração de projeto. A linha 4, mostra o aumento do esforço em definir e decidir o projeto, de forma a gerar benefícios para o empreendimento sobre sua geral funcionalidade, implicando na redução de custo ligado e concomitante desta mudança.

Figura 1 - Gráfico comparativo entre o processo tradicional de desenvolvimento de projetos (CAD) e o processo BIM.



Fonte: CBIC (2016).

Succar (2009) permite a compreensão da importância do conjunto de atividades e decisões a serem tomadas, tendo em vista a preparação e organização, para que sejam alcançados os benefícios que a Modelagem da Informação da Construção oferece. Para uma implementação bem-sucedida, faz-se necessário planejar a implementação para melhorar seus resultados em BIM (produtos) e os seus fluxos de

trabalho relacionados (processos). Tal implantação ocorre em três fases significativas, segundo o autor: Preparação BIM, capacitação BIM e maturidade BIM.

Melhado (1994) destaca alguns pontos problemáticos no processo de projeto que são geradores principalmente, e dentre outros aspectos, de atrasos e retrabalhos. Alguns exemplos de tais fatores são: o nível de compatibilização das interfaces, atendimento de normas técnicas e detecção de pontos mal resolvidos.

*Avaliação do projeto ou de uma sua parte, propondo alterações ou complementações, visando atender a uma dada diretriz ou atingir um dado objetivo – adequar características do produto, aumentar sua construtibilidade, reduzir custos ou prazos, otimizar métodos construtivos e racionalizar a produção, ou quaisquer outros que contribuam para a qualidade. (MELHADO, 1994)*

As diversas práticas constatadas no estudo de caso abordado permitem estabelecer uma comparação entre o conhecimento teórico levantado e analisado, e as experiências vivenciadas, e em como o conhecimento adquirido poderá servir à elaboração estratégica e melhor desenvoltura diante dos futuros projetos da empresa.

## 2. OBJETIVOS

O estudo apresentado neste trabalho tem por objetivo elucidar a necessidade de acompanhamento e controle de processo durante a implantação de BIM, em uma empresa de projetos de arquitetura. Tem-se por pretensão identificar e avaliar a aplicação de ferramentas práticas num caso real, e constatar a importância da qualidade na gestão do processo de projeto BIM, bem como documentar como se deu o processo de implantação, e tirar proveito da ocasião e das experiências únicas para relatar o método adotado seu impacto, acertos e equívocos.

### 2.1. OBJETIVOS PRINCIPAIS

Relatar e analisar o estudo de caso, avaliar a aplicação de ferramentas práticas num caso real, tomando-se por base o processo de implementação BIM em uma empresa de projetos de arquitetura. Gerar análise crítica, identificar dificuldades e apontar potencialidades do processo e das ferramentas a ele vinculados.

### 2.2. OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Analisar as principais práticas utilizadas na implantação BIM em uma empresa de projetos de arquitetura;
- Identificar as principais dificuldades e falhas no processo de implantação na empresa analisada;
- Registrar e relatar a experiência do processo de implantação de software para compatibilização de projetos, voltado ao controle de qualidade, em empresa de arquitetura;
- Propor melhorias no processo de implantação da empresa.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

O método utilizado para a concepção deste presente trabalho resume-se, inicialmente, na pesquisa teórica e revisão bibliográfica, com abordagem de conceitos relevantes ao entendimento das práticas apresentadas; e posterior abordagem do Estudo de Caso.

O estudo de caso consiste, de acordo com Yin (2010), na investigação empírica por meio de fenômenos contemporâneos, em profundidade e em seu contexto de vida real, os quais fornecem parâmetros para se coletar, apresentar e analisar corretamente seus dados.

O estudo de caso que serviu de base para este trabalho acadêmico tem por objeto maior a implantação de BIM em uma empresa de projetos de arquitetura, que contou com a participação direta e efetiva da autora deste trabalho no processo de implementação em questão, e com a coleta de dados e informações por meio da experiência vivenciada e análise dos registros e documentações elaborados no decorrer do processo, procurou-se identificar os pontos que estabelecessem ligações entre os conceitos e a literatura estudados inicialmente, e com as práticas utilizadas no processo. Finalmente, a partir de análise crítica, foram avaliados os pontos a serem melhorados, e a proposição de melhores práticas para o aperfeiçoamento do processo.

Os conceitos levantados nesta pesquisa tiveram foco em modelagem da informação da construção (BIM), gestão de projetos, gestão de processos, gestão de pessoas, gestão da comunicação e do conhecimento, projetos colaborativos e integrados, implantação BIM.

#### 3.1. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O conteúdo do atual trabalho estrutura-se em seis capítulos, a saber:

**Capítulo 1:** Apresenta a introdução, com a abordagem do trabalho, e a justificativa.

**Capítulo 2:** Elenca os objetivos gerais e específicos do trabalho.

**Capítulo 3:** Discorre sobre a metodologia da pesquisa e a estrutura da monografia.

**Capítulo 4:** Apresenta a revisão bibliográfica, com a abordagem dos principais conceitos e definições sobre o *Building Information Modeling* – BIM, compatibilização e *clash detection*, aborda os principais softwares BIM, e a Gestão da Comunicação.

**Capítulo 5:** Apresenta e relata o estudo de caso, iniciando-se pela caracterização da empresa e sua estrutura organizacional, seguida da abordagem sobre a escolha do software que viria a ser a ferramenta específica a implantar, logo após são abordadas a 1ª e a 2ª fase de implementação, a caracterização da implementação do Projeto 1, que viria a ser o projeto piloto, e na sequência o relato dos dois outros projetos de relevância para análise durante o processo de implementação e a abordagem de uma 3ª fase de implantação BIM na empresa.

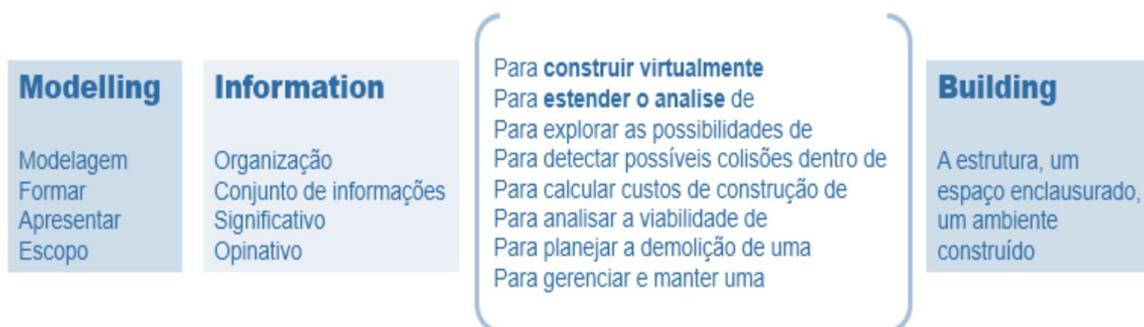
**Capítulo 6** – Considerações Finais.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. BIM – *BUILDING INFORMATION MODELING*: A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

No âmbito da Construção Civil, há diversas definições e interpretações para *Building Information Modeling* (BIM), muitas das quais estão associadas a processo, e não especificamente a modelo, enquanto produto. Segundo Succar (2008), a Modelagem da Informação da Construção é uma mudança tecnológica e processual emergente dentro do mercado AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). O autor descreve BIM como sendo um conjunto de políticas, processos e tecnologias que interagem entre si, suscitando uma metodologia para gerenciar o processo de projeto do empreendimento, assim como os dados do projeto essenciais de uma construção, em formato digital, ao longo do ciclo de vida do edifício. A Figura 2 resume bem o que o autor define.

Figura 2 – Algumas conotações para a definição de BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2008).

Santos (2015) define o BIM como um processo para se criar, usar e atualizar um modelo digital de uma determinada construção, sendo possível sua utilização por todos os participantes do empreendimento. Salienta ainda à potencialidade de seu uso durante todo o ciclo de vida da construção.

Underwood e Isikdag (2010) também definem o *Building Information Modeling* enquanto um processo baseado em tecnologia digital (modelos digitais ou virtuais), onde os modelos permitem a integração, interoperabilidade e compartilhamento da Modelagem da Informação da Construção. Eastman et al. (2008) definem *Building Information Modeling* como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto

de processos que consentem produzir, comunicar e analisar modelos da construção. Os autores caracterizam os modelos de edifícios (*model*) como componentes representados digitalmente pelo meio de objetos que têm atributos e propriedades específicos, passíveis de regras paramétricas, e que podem ser associados com a utilização da computação gráfica (ferramentas).

Segundo Manzione (2013), todas as entidades dentro de um modelo da construção incluem dados que descrevem como eles devem se comportar - de forma coordenada, consistente e não redundante.

A CBIC (2016) também vai ao encontro da ideia dos autores mencionados anteriormente, ao classificar o BIM como um processo progressivo que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e a acessibilidade às informações relativas à edificação, tanto durante sua construção quanto a seu uso (pós ocupação) e manutenção.

Nederveen e Beheshti (2010), também retratam o BIM como modelo de informação sobre um edifício, completa e suficiente, para dar suporte aos processos do ciclo de vida do mesmo, e que pode ser interpretado diretamente por aplicativos de computador. Há a concentração de informações sobre o edifício e seus componentes, de modo a informar propriedades como funções, forma, processo e materiais.

Desta forma, pode-se definir *Building Information Modeling* enquanto processo. Processo este que possibilita a gestão da informação maior integração entre as partes vinculadas ao processo de projeto, e essencialmente um processo colaborativo.

#### **4.1.1 Definições**

A GSA (2007) define *Building Information Modeling* como o processo de desenvolvimento e o uso de softwares modeladores de dados, que permitem documentar os projetos, simular a construção, bem como a operação durante o pós ocupação de um novo edifício, e também sua recuperação e revitalização. O produto (modelo) resultante caracteriza um *Building Information Model*. Este Modelo da Informação da Construção carrega em si dados ricos e diversos sobre os componentes da construção, caracteriza-se por ser baseado em objetos, inteligente e com representação digital paramétrica, além de permitir gerar vistas apropriadas para

diferentes usuários, de modo que possam extrair e analisar as informações, e tornar a fornecer retroalimentação para a melhoria da edificação enquanto construção e design.

Manziona (2013) trata da diferenciação entre os termos “*Modeling*” e “*Model*”, vinculando a expressão *Building Information Model* ao conjunto de modelos compartilhados, digitais, tridimensionais e semanticamente ricos, que estruturam o processo do *Building Information Modeling*.

Underwood e Isikdag (2010) elencam e definem os atributos dos Building Information Models como:

- Elementos orientados a objetos;
- Modelos abrangentes e ricos em dados, uma vez que mantêm as características físicas e funcionais, e os estados dos elementos do edifício;
- Espacialmente relacionados, pois há relações espaciais de forma hierárquica entre os elementos do edifício, nos modelos;
- Tridimensionais, já que os modelos representam a geometria em três dimensões do edifício;
- Modelos capazes de suportar vistas, porquanto permitem que vistas sejam automaticamente geradas, de modo a atender as necessidades do usuário. Pode-se dizer que as vistas do modelo são instantâneas, e compõem subconjuntos gerados com base no modelo principal;
- E, finalmente, caracterizam-se por ser semanticamente ricos. Os modelos mantêm uma grande quantidade de informação semântica sobre os elementos do edifício.

Segundo Eastman et al. (2008), a Modelagem da Informação na Construção é considerada uma transição significativa dentro da prática de projeto. Configura uma mudança de paradigma, que carrega em si aspectos revolucionários, porquanto substitui desenhos por uma nova representação de projetos, demandando que o projetista pense diferente. Essas novas representações são capazes de conectar representações gráficas em 3D com informações das mais diferentes disciplinas, pois aliam aos componentes do modelo atributos e características inerentes e particulares de cada entidade modelada, mesmo pertencendo a outras dimensões fora do projeto

(orçamento, cronograma, etc.). O BIM também é capaz de auxiliar na comunicação, na gestão, na compatibilização e detecção de falhas e inconsistências, e na construção, baseado em modelos digitais.

Manziona et al. (2011) destacam a importância de compreender que a Modelagem da Informação da Construção excede o conceito de puramente uma ferramenta de elaboração de projetos ou de gestão de obra. A definição trata muito mais a fundo da integração de informações provenientes de pessoas, processos e tecnologia, portanto colaboração.

A CBIC (2016) apresenta, entre outras definições por ela elencadas:

*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)*

O conceito sobre BIM, de modo geral, demanda mudança na organização do trabalho dentro de um modelo tradicional, para formato colaborativo, onde há a transição daquilo que é individualizado e fragmentado, para o compartilhado, aberto e colaborativo. Dessa forma, a colaboração dos diversos agentes envolvidos no processo de projeto e na produção do edifício constitui uma premissa básica dentro da conceituação e do universo BIM.

A atualização constante e instantânea do modelo tridimensional gerada por seu processo a partir de inserções, extrações e modificações do modelo e de seus atributos, discutidas em reuniões que promovam a interação e a comunicação dos agentes relacionados, portanto sua integração e compartilhamento de ideias e soluções, nas diversas fases de projeto e execução do empreendimento, permitem enriquecer as possibilidades nos mais diferentes aspectos de projeto, maiores soluções e avaliação e construtibilidade, além de permitir otimizar tempo e custo.

#### 4.1.2 Principais usos e benefícios do BIM

Atualmente, a modelagem da informação da construção (o BIM) se destaca em virtude do grande potencial que ergue em otimizar diversas atividades aliadas à construção, facilitando a colaboração entre os participantes do projeto, reduzindo os erros e mudanças de campo e levando a um processo de entrega mais eficiente e confiável, que reduz o tempo e o custo do projeto (EASTMAN et al., 2011).

A partir de Eastman et al. (2011), pode-se dizer que o *Building Information Modeling* se caracteriza pelo gerenciamento do ciclo de vida do edifício, com o uso de TI (Tecnologia da Informação); portanto, antes mesmo da construção efetiva da edificação, há a construção de seu modelo de forma virtual, onde são imputados, em conjunto à volumetria, os dados e características construtivas dos elementos, o que permite que sejam geradas simulações diversas com o uso da modelagem. O modelo, portanto, uma vez que agrega dados às entidades espaciais e geométricas, permite ainda que sejam extraídas quaisquer informações desde 'banco de dados'.

A GSA (2007) defende que o BIM capacitará os profissionais da área da construção a trabalharem de forma colaborativa durante a entrega do projeto e durante seu processo, concentrando sua energia para outras funções, de ordem superior, como classifica a GSA, como criatividade e resolução de problemas, enquanto os computadores, as ferramentas (softwares) fazem as tarefas automatizadas, de contagem e verificação por exemplo. Trata, ainda, do grande aspecto que o BIM traz em melhorar a produtividade no projeto e processo de construção, uma vez que esta tecnologia tem o potencial de possibilitar a transferência direta de conhecimento da instalação edificada e planejamento por meio do projeto, construção, gerenciamento e operação de instalações, e mesmo revitalização. Neste sentido, pode-se dizer que todas as partes envolvidas na concepção e construção têm potenciais benefícios com a adoção do BIM.

Esse potencial, segundo a publicação, só pode ser realizado se as informações contidas no modelo permanecerem acessíveis e utilizáveis em uma variedade de plataformas de tecnologia durante um longo período de tempo, daí a importância em se estabelecerem padrões dentro do processo BIM, e possibilitar que o mesmo

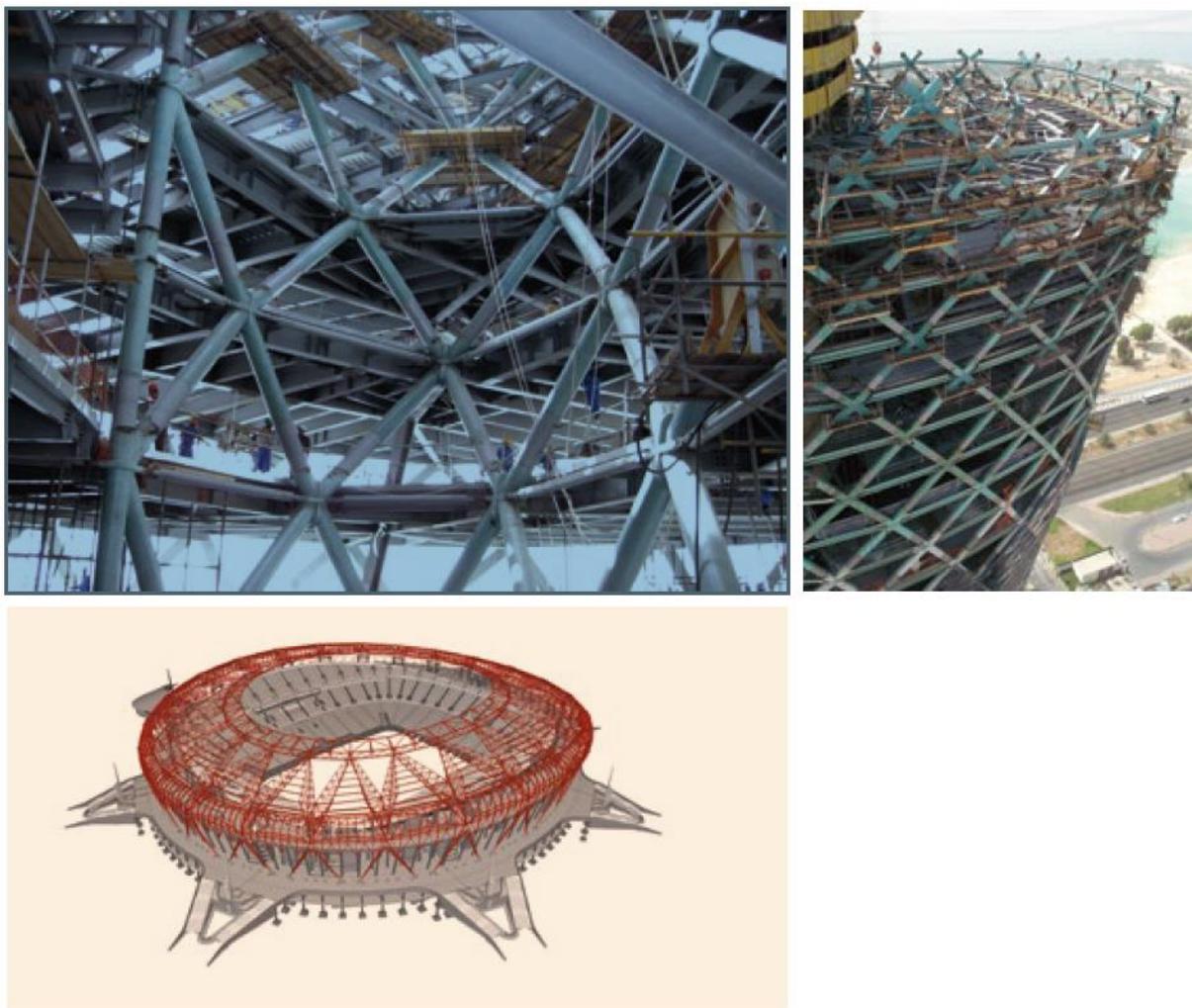
incorpore um padrão de dados aberto e universal para permitir a transferência total e aplicações.

As informações em um modelo BIM catalogam as características físicas e funcionais do projeto, construção e status operacional do edifício. Várias instâncias desses estados podem demonstrar a dimensão do tempo e / ou capturar um conjunto de dados rico e pesquisável, que fornece um registro de decisões de design, sequenciamento de construção, eventos operacionais etc. que não é possível usando somente representação estática. Essas informações podem abranger várias disciplinas e tipos de aplicativos. O BIM, portanto, integra essas informações em um banco de dados de maneira consistente, estruturada e acessível. Como resultado, pode-se dizer que a Modelagem da Informação da Construção carrega um aspecto de “multipropósito”, onde os modelos (*models*) podem ser avaliados de diversos pontos de vista, conforme necessário para otimizar o projeto, a construção e a operação de um edifício (GSA, 2007).

A CBIC (2016) cita como alguns dos principais usos e benefícios do BIM:

- Viabilização e intensificação do uso da industrialização;
- Complemento do uso de outras tecnologias;
- Preparo das empresas para um cenário futuro;
- Análises de construtibilidade;
- Desenvolvimento de maquetes eletrônicas;
- Registro e controle visual de diferentes versões dos modelos
- Geração de documentos mais consistentes e íntegros;
- Capacitação das empresas para executarem construções mais complexas (Figura 3);
- Visualização 3D do que está sendo projetado;
- Ensaio da obra no computador;
- Extração automática das quantidades de um projeto;
- Realização de simulações e ensaios virtuais;
- Identificação automática de interferências geométricas e funcionais.

Figura 3 - Pré-fabricação e a industrialização de componentes e partes por meio do BIM.



Fonte: CBIC (2016).

### 4.1.3 Compatibilização

Manzione (2013) discorre que, dentro da rotina prática de projetos, é comum ocorrer o que se denomina “compatibilização de projetos”, cujo conceito, menciona o autor, é normalmente confundido com “análise crítica”.

À leitura de Picchi (1993), entende-se que a compatibilização de projetos pode ser compreendida enquanto atividade consistida na sobreposição dos projetos, das várias frentes e disciplinas relacionada à construção, para que sejam identificadas as interferências e inconsistências de projeto. A partir das compatibilizações, programam-se as reuniões com participação entre os diversos projetistas e a coordenação, para discussão e para se estabelecer soluções, objetivando-se sanar as interferências então detectadas.

Entretanto, a tecnologia BIM, conforme mencionam Eastman et al. (2008), é capaz de oferecer muitas vantagens sobre os métodos convencionais de compatibilização. Os sistemas BIM permitem a identificação de conflitos, de forma mais automatizada, além de facilitar a visualização as partes do projeto que carecem de mais detalhes. Por meio do processo de detecção de interferências, o qual pode ser realizado em qualquer nível de detalhamento e com qualquer número de disciplinas de projeto. (EASTMAN et al., 2008).

Ainda sobre Eastman et al. (2008), grande parte das detecções dos conflitos é realizada de forma 'manual', com a sobreposição de desenhos 2D de sistemas interdependentes, ou por meio de projetos em 3D baseados de desenhos geométricos, sem informações, apenas de caráter representativo, que são utilizados para identificar as interferências. Os autores defendem que estes aspectos manuais, além de serem mais lentos, são ainda suscetíveis a erros grosseiros e dependem de desenhos (bases) atualizados. Eles elencam o BIM como uma ferramenta fundamental para se evitar falhas e perdas de tempo e material, que se associam à realização de retrabalhos, uma vez que tais erros e conflitos podem ser eliminados desde as etapas preliminares de projeto, e acompanhados ou monitorados por análise. Ademais, ainda tratam dos métodos construtivos, de planejamento do canteiro e das fases da obra, por intermédio de um cronograma físico financeiro, que culminam em um melhor custo benefício.

Alguns autores defendem que a compatibilização de projetos deve acontecer em quase todas as etapas relativas ao projeto, havendo a necessidade da integração geral das soluções e nas verificações das interferências geométricas. Como destacam Rodríguez e Heineck (2001), para os quais a compatibilização deve ocorrer nas etapas do projeto adiante elencadas: estudos preliminares, anteprojeto, projetos legais e projeto executivo, permeando desde a uma integração geral das soluções até as verificações de interferências geométricas. Os mesmos autores indicam que a compatibilização fica facilitada na medida em que ela é iniciada a partir dos estudos preliminares. O SINDUSCON (1995) também apresenta a compatibilização ocorrendo em mais de uma etapa de projeto, de modo a suceder as fases de estudo preliminar, anteprojeto e projeto legal.

A compatibilidade pode ser definida como um atributo específico do projeto, onde os componentes dos sistemas são capazes de ocupar uma volumetria no espaço, sem que haja interferência ou conflito entre as partes, ademais, é importante que os dados compartilhados tenham de fato consistência e confiabilidade, até a finalização do processo de projeto e obra, conforme Graziano (2003).

Melhado (1994) remete à importância e responsabilidade a que os projetistas devem se ater, de modo a se preocupar em garantir a compatibilidade de sua parte do trabalho para com o dos demais membros da equipe, de modo a colaborar para a coordenação das interfaces.

Rodriguez (2005) justifica a necessidade de coordenar e compatibilizar os projetos por conta da “perda de elos” entre as frentes envolvidas, o que gera altos índices de desperdício.

No decorrer do processo de projeto, as informações são atribuídas aos elementos do modelo que vão sendo acrescentados, pelos diversos participantes do desenvolvimento do produto da construção. É possível garantir a qualidade e a integridade do modelo, visto que todas as mudanças são armazenadas e as visões dos projetos complementares, conforme implementados, são atualizadas automaticamente. Com o uso de padronização, e por meio de um repositório de informações padronizadas de desenhos da construção, pode-se configurar a coordenação das informações do modelo BIM.

Em outro aspecto, a coordenação das informações do edifício costumeiramente fica nas mãos do arquiteto, por se tratar do agente que dá o início ao processo, e que define, a grosso modo, a composição geral do edifício. Neste sentido, integrar e gerenciar as várias frentes relacionadas a projeto, demandaria que as disciplinas trabalhassem sob uma mesma plataforma. O BIM, conforme os tantos conceitos e definições já ora abordados, é capaz de suportar a compatibilidade e equilíbrio entre as frentes.

Percebe-se que a eficiência para integração com o uso da ferramenta requer alguns fundamentos, como a modelagem ser desenvolvida com entradas dos componentes básicos da construção (paredes, coberturas, etc.), e seus elementos (portas, janelas, etc.), dimensionadas de forma exata ao mundo real, conforme sua estabelecida

construtibilidade, e descritos conforme metodologia construtiva; quanto às atividades de manutenção, que estejam ligadas aos componentes físicos da construção, devendo ser descritas com uma linguagem exata e específica, sem ambiguidade, clara e objetiva, para correta interpretação por parte de todos os profissionais da indústria AEC, portanto, que permitam a compreensão e a semântica dos elementos projetados. Neste sentido, Manzione (2013) aborda uma série de autores e conceitos que melhor explanam a conceituação e entendimento sobre a semântica dos objetos e a interoperabilidade semântica.

#### **4.1.4 Clash Detection**

Tomando-se o exemplo da GSA (2016), tanto no design (concepção) quanto na construção, a GSA exige a criação, a apresentação e o uso daquilo que chama de CDRs (*Clash Detection Reports*, relatórios de detecção de choque) como meio para se administrar e orientar a coordenação de projeto e construção, assim como para servir de base para discussão quando conflitos não puderem ser resolvidos por uma única parte. Um exemplo de CDR é mostrado na Figura 4, por meio de uma planilha que mais configura um relatório contendo as interferências geométricas e espaciais dentro do modelo da construção. A GSA defende que os CDRs não substituem a necessidade de coordenação real no projeto ou na construção. Para ela, as equipes de projeto e construção devem incorporar os CDRs como uma ferramenta em seus processos de coordenação e controle de qualidade.

Além dos CDRs, alguns projetos da GSA chegam a monitorar quantos conflitos foram encontrados e resolvidos ou não resolvidos ao longo do tempo. As equipes de projeto seriam capazes de determinar os tipos de conflitos a serem rastreados ao longo do tempo, ou seja, com a utilização de ferramentas específicas dentro do software, e a partir de critérios pré-estabelecidos, a equipe do projeto pode decidir rastrear conflitos individuais ou agrupar conflitos e rastreá-los como um único problema, o que ajudaria as equipes de projeto a garantir que o produto final (projeto ou construção), seja totalmente coordenado. Essas informações seriam de extremo valor para demonstrar a prevenção de pedidos de mudança e a redução preventiva de custos, conforme a GSA (2016).

Figura 4 - Exemplo de Relatório de Detecção de Interferências

03-Main 03 P vs M		Tolerance	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved	Type	Status
		0.03m	22	0	21	0	0	1	Hard	Old

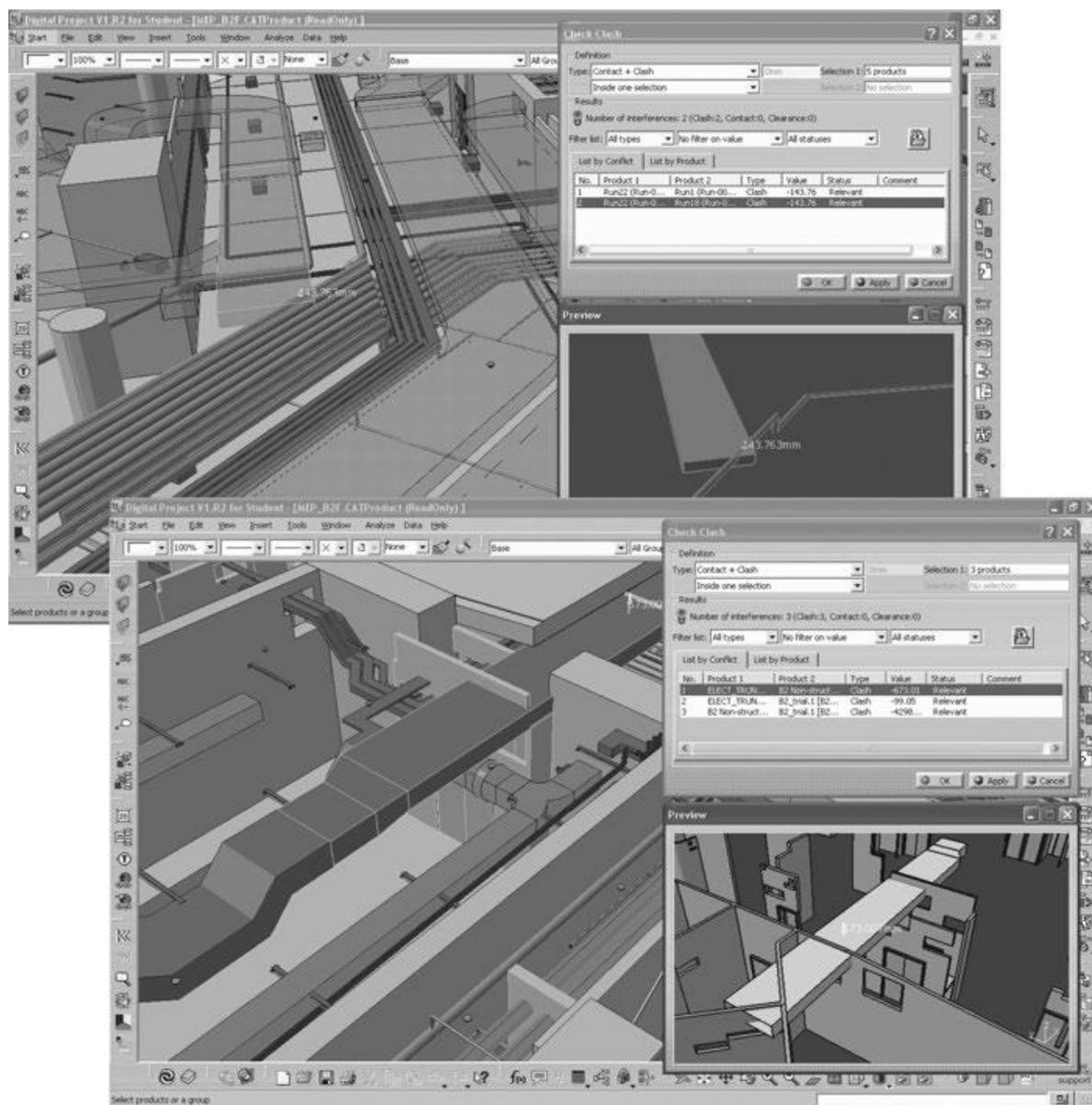
Image	Clash Name	Status	Distance	Description	Date Found	Clash Point	Item 1			Item 2		
							Item ID	Layer	Path	Item ID	Layer	Path
	Clash7	Active	-0.08	Hard	2011/11/18 16:52.03	x:167287.34, y:41991.65, z:512.03	Element ID: 2329647	<No level>	File > File > > <No level> > P - Sanitary Vent > Solid	Entity Handle: 8850	SA- RECT- 3D	File > File > > SA-RECT-3D > MAPS_SOLID > Subentity
	Clash13	Active	-0.12	Hard	2011/11/18 16:52.03	x:167313.16, y:41969.75, z:511.98	:	<No level>	File > File > > <No level> > P - Sanitary Vent > Solid	Entity Handle: 8734	SA- RECT- 3D	File > File > > SA-RECT-3D > MAPS_SOLID > Subentity
	Clash14	Active	-0.04	Hard	2011/11/18 16:52.03	x:167297.31, y:41960.10, z:511.97	Element ID: 1972614	<No level>	File > File > > <No level> > P - Sanitary Vent > Solid	Entity Handle: 287A	SA- RECT- 3D	File > File > > SA-RECT-3D > MAPS_SOLID > Subentity
	Clash36	Active	-0.17	Hard	2011/12/13 17:25.54	x:167299.89, y:41935.20, z:511.95	:	<No level>	File > File > > <No level> > P - Sanitary Waste > Solid	Entity Handle: DB1A	SA- RECT- 3D	File > File > > SA-RECT-3D > MAPS_SOLID > Subentity
	Clash39	Active	-0.13	Hard	2011/12/13 17:25.54	x:167306.30, y:41966.84, z:512.01	Element ID: 2697591	<No level>	File > File > > <No level> > P - Domestic Hot Recirc > Solid	Entity Handle: DE46	SA- RECT- 3D	File > File > > SA-RECT-3D > MAPS_SOLID > Subentity
	Clash41	Active	-0.10	Hard	2011/12/13 17:25.54	x:167306.45, y:41967.04, z:512.01	Element ID: 1969994	<No level>	File > File > > <No level> > P - Sanitary Vent > Solid	Entity Handle: DE46	SA- RECT- 3D	File > File > > SA-RECT-3D > MAPS_SOLID > Subentity

FONTE: GSA (2016).

A CBIC (2016) retrata dentro das capacidades do *Clash Detection* a possibilidade de se gerar relatórios das interferências localizadas em um modelo BIM em desenvolvimento, que são extraídos automaticamente e compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas (CBIC, 2016).

Alguns softwares, como o Navisworks e o Solibri, oferecem formatos padronizados de listas de interferências que já incluem a imagem do problema e referências da sua localização no modelo. Isso é bastante útil nos casos de modelos muito extensos ou complexos, em que há muitas repetições de trechos de instalações (Figura 5).

Figura 5 - Imagem com exemplo de detecção automatizada de interferência gerada por software.



Fonte: Eastman et al. (2011).

## 4.2. SOFTWARES BIM

Barison e Santos (2011) elencam os três principais softwares da construção civil como o Revit da Autodesk, o ArchiCAD da Graphisoft e o Bentley Architecture, da Bentley. Exclusivamente para orçamentação e planejamento, o Affinity da Trelligence e o DProfiler da Beck. A Figura 6 retrata alguns softwares com interface BIM, disponíveis no mercado.

Figura 6 - Softwares BIM

<b>Disciplinas de Projeto</b>	<b>Ferramentas BIM</b>
<b>Arquitetura</b>	<i>Revit Architecture</i>
	<i>ArchiCAD</i>
	<i>Vectorworks</i>
	<i>Bentley Architecture</i>
	<i>Allplan</i>
	<i>DDS-CAD Architect</i>
<b>Estrutura</b>	<i>Tekla Structures</i>
	<i>Revit Structure</i>
	<i>CAD/TQS</i>
	<i>Bentley Structural</i>
<b>Elétrica</b>	<i>Revit MEP</i>
	<i>Bentley - Building Electrical Systems</i>
	<i>DDS-CAD Electrical</i>
<b>Hidráulica/HVAC</b>	<i>Revit MEP</i>
	<i>Bentley Mechanical Systems</i>
	<i>DDS-HVAC</i>
<b>Gerenciamento de projetos</b>	<i>Navisworks</i>
	<i>Synchro</i>
	<i>Solibri</i>
<b>Gerenciamento e orçamento de obras</b>	<i>Vico Software</i>
	<i>Volare/TCPO</i>
	<i>Primavera</i>
	<i>MSPProject</i>
	<i>Tron-orc</i>
	<i>Orca Plus</i>

Fonte: Santos; Barison (2011).

Para Antunes (2013), apesar do BIM oferecer inúmeras possibilidades, o método de implantação não é único e específico para cada empresa, sendo necessário delimitar um objetivo na área de atuação, seja ela de concepção de projeto, orçamentária ou de gerenciamento da obra. Após definir o que é mais importante para a empresa, adota-se um software, ou conjunto de softwares. De um lado gasta-se esforço e tempo para aprender a manusear a ferramenta, por outro lado, significa uma aplicação de um investimento que proporciona a economia de tempo e custo benefício em todo processo de projeto e construção. Dessa forma, o autor deixa claro em como a escolha e o investimento em software que possibilite interface em modelação, não são tão simples. (ANTUNES, 2013).

### 4.3. GESTÃO DA COMUNICAÇÃO

Dentro de toda organização empresarial, para que seja garantida a devida execução de um trabalho é necessário que haja uma comunicação eficaz, onde todas as partes envolvidas no processo sejam capazes de trocar informações, de maneira clara e objetiva para que não haja ruídos e conseqüentemente falhas na mensagem (FLEURY et al., 2002).

Alguns autores, como Souza (2001) mencionam que é fundamental que os meios de comunicação sejam definidos e o processo devidamente reportados a cada um dos agentes envolvidos, e que individualmente cada parte interessada saiba reconhecer suas responsabilidades para que possa agir de acordo com o que foi estabelecido.

Para o PMI (2013) há variações de projeto a projeto, onde é importante salientar que as metodologias e processos de comunicação estabelecidos para um caso podem ser alterados para melhor atender a uma demanda semelhante. Outro tipo de variação ocorre também nos níveis de comunicação de uma empresa, devido a diferenças culturais, de formação, perspectivas e interesses, dessa forma, são identificadas diferentes tipologias conforme o objetivo ou agente específico a ser informado, seja uma comunicação interna entre a equipe de projeto ou somente entre colegas de trabalho, relatórios formais ou boletins informativos, entre outros.

Um conceito atual no desenvolvimento de projeto é a participação cada vez maior dos *stakeholders* a fim de atender de forma mais eficaz as necessidades estipuladas, como afirmam Ballejos e Montagna (2010) sobre a experiência participativa e a colaboração dos usuários no projeto.

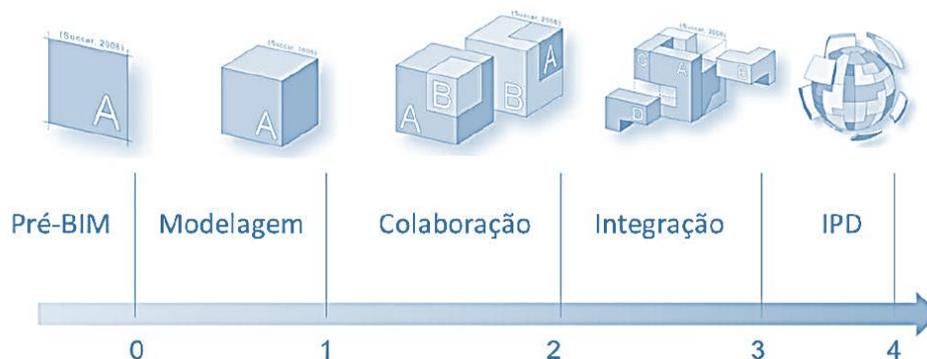
Dentro de um processo de comunicação que envolve muitos agentes, alguns cuidados são essenciais para garantir que a mensagem não sofra com as diversas interferências possíveis, sejam elas pela quantidade excessiva de informações - onde o reconhecimento da importância do conteúdo é prejudicado; seja na forma essa mensagem é compartilhada em termos de confiabilidade ou manipulação da mesma, mas interferências externas também são citadas por Fleury et al. (2002) como os ruídos de uma localização física por exemplo ou a dificuldade de compreensão da linguagem utilizada, seja por parte do comunicado ou do receptor, devido a diferentes formações ou área de atuação dentro da empresa.

#### 4.4. IMPLEMENTAÇÃO BIM

Alguns fatores críticos para o sucesso da implementação BIM numa organização são elencados por Santos (2015), dentre os quais destacam-se o planejamento, a infraestrutura (hardware, software, *rede*) e o suporte (TI, consultoria), a seleção do projeto piloto adequado, a escolha dos participantes, o treinamento, entre outros. Segundo o autor, a escolha do projeto piloto deve levar em conta sua tipologia, prazo, nível de complexidade e de envolvimento de diversas disciplinas. Para Santos (2015), faz-se necessário que sejam definidos o empreendimento piloto e seus parceiros, bem como líderes e capacidades. Em seu trabalho, relata a importância de serem estabelecidos metas e objetivos do uso do BIM; a melhoria da produtividade na obra e a busca pela eliminação de interferências entre as disciplinas, são exemplificados pelo autor, que também relata a necessidade de que sejam estabelecidos os usos do BIM no processo de projeto, e que sejam mapeados os processos atuais.

Sobre a adoção do BIM por empresas e profissionais, Succar (2009) entende que a implementação seja um processo desenvolvido a longo prazo e que ocorre em determinados estágios; o autor elaborou um modelo de maturidade, baseado em critérios e pesos, com os quais é possível qualificar o estágio em que a empresa se encontra quanto à adoção do BIM, e que estão representados de maneira simples na Figura 7, e relacionados na sequência de forma igualmente simplificada.

*Figura 7 - Estágios de Maturidade BIM.*



*Fonte: Succar (2009).*

**Estágio Pré-BIM:** Pode ser considerado como um ponto de partida; baseia-se em desenhos CAD 2D, contendo algumas visualizações em 3D. Não há práticas

colaborativas e não há integração entre os diversos documentos gerados durante o processo.

**Estágio 1 – Modelagem:** baseia-se na modelagem individual das disciplinas, normalmente dentro do projeto, construção e operação, utilizados para automatizar a geração, documentação e coordenação 2D, mais visualizações 3D, e já são elaboradas tabelas simples de quantitativos.

**Estágio 2 – Colaboração:** São utilizados os mesmos meios do Estágio 1, e há a colaboração ativa com os agentes das outras disciplinas, com a utilização de meios tecnológicos, através da troca de arquivos, entre softwares BIM. Tal colaboração pode ocorrer dentro de uma ou duas fases dentro do ciclo de vida do edifício, como a troca “projeto-projeto”, “projeto-construção” e “projeto-operação”.

**Estágio 3 – Integração:** Pode-se dizer que neste estágio o desenvolvimento do BIM aproxima-se de sua forma plena, onde os modelos são criados, compartilhados e integrados colaborativamente, com a troca interdisciplinar de modelos, por meio de tecnologias “servidoras de modelo”.

**Estágio 4 – IPD:** Constitui o estágio final de aplicação e uso dos conceitos e ferramentas BIM, onde há a colaboração e integração efetiva de todos os agentes envolvidos.

Para Isikdag et al. (2009), dentro da indústria da construção civil o BIM emprega uma abordagem de modelagem paramétrica na concepção de projetos, além de outros fatores que trazem consigo alguns benefícios, tais como visualização melhor e mais precisa do projeto em 3D, otimização nas revisões de projeto, colaboração efetiva entre as disciplinas, possibilidade de análises diversas e eficiência energética, assim como avaliações quanto a sustentabilidade. Os autores também discorrem sobre quatro questões que configuram desafios relevantes à idealização para implementação do BIM:

(1) Os autores defendem que a individuação e a competição consistem em grandes obstáculos para a obtenção do potencial e eficiência que o BIM possibilita. Neste sentido, afirmam que o BIM acaba por ser utilizado muito mais como uma ferramenta

de diferenciação e de marketing em meio à indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção);

(2) O segundo fator refere-se ao atraso de aceitação, uma vez que as empresas também têm dificuldade, segundo os autores, em fazer a transição do processo (pensamento) CAD para o conceito de BIM, de uma ferramenta tradicional de visualização individual do projeto, para uma ferramenta que possibilita colaboração e integração entre as várias partes relacionadas à construção.

(3) O terceiro fator elencado pelos autores remete à utilização do BIM por parte das empresas, como ferramenta única e singular para a administração e gerenciamento dos contratos.

(4) O quarto fator trata da abrangência do BIM, cuja modelagem e cuja parametrização dos componentes representam uma nova ferramenta que envolve o trabalho colaborativo, capaz de facilitar a compreensão das partes e do todo do projeto, e por todos os envolvidos em seu processo.

A AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (2015), organizou o denominado Guia BIM com o intuito de oferecer instruções sobre o uso de tecnologia e ferramentas digitais nos projetos de arquitetura, e demais frentes envolvidas na cadeia de produção e construção civil.

Ademais, as condições e requisitos para a implantação e gestão do BIM têm demandado novas e específicas habilidades dos profissionais; evidenciam-se, dessa forma, o surgimento de novos especialistas no mercado de trabalho; destacam-se a qualidade do gerente de BIM ou *BIM Manager* (MANZIONE, 2013).

*A utilização do sistema BIM exige uma nova forma de pensar. Profissionais habituados a desenvolver projetos utilizando metodologias e processos tradicionais aplicados à plataforma 2D veem a necessidade de alterar seus conceitos quando da utilização da tecnologia BIM. As equipes que tradicionalmente eram fragmentadas e controladas se tornam uma equipe única integrada e colaborativa. (SILVA; MELHADO, 2014)*

Manzione (2013), em sua tese de doutorado, afirma uma interligação entre o processo do empreendimento, a gestão do processo de projeto, e a gestão da modelagem da

informação. Para o autor, que baseia a estrutura conceitual da gestão de processo de projeto em BIM no nível de detalhamento do projeto, é fundamental a exploração destes últimos conceitos, num nível aprofundado e detalhado.

O processo de implementação BIM é tratado pela NATSPEC (2011) enquanto um procedimento voltado à gestão da informação de forma colaborativa. O guia norteia a elaboração de um Plano de Gestão BIM, definidor de como o projeto será executado, monitorado e controlado com o uso do BIM, e orienta a troca de informações, e uso de ferramentas para auxiliar no desenvolvimento dos projetos; traz ainda à luz os papéis e responsabilidades, de forma a configurar um novo desenho do processo de gestão de projetos com o uso do BIM.

#### 4.5. GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO

Manzione (2006) elenca algumas causas da ineficácia do planejamento de projetos, dentre as quais apresenta-se a coordenação centralizadora, atuante apenas na compatibilização, de forma a dificultar a comunicação e promover o baixo intercâmbio entre a equipe. O autor também destaca que a existência de um modelo de projeto sequencial e lento, onde a entrega dos desenhos de projeto são o enfoque maior, e cujo processo apresenta excessiva informalidade, como relata.

Melhado (1994), retrata que existe a necessidade de orientação e sequenciamento das atividades ao longo do ciclo de vida do projeto, distinguindo-se as informações necessárias para a execução dos serviços. A atividade de projetar não pode se resumir puramente à caracterização geométrica e às especificações de acabamento do produto final, segundo o autor, uma vez que existem ainda outros fatores a ser considerados dentre o conjunto de informações de um projeto, como as especificações dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos, os quais se fazem necessários para que seja efetivado o processo de construção.

*"A atividade de projeto deve ser entendida como instrumento fundamental para o aumento da competitividade da empresa, integrando-se aos demais processos que participam do ciclo da qualidade". (MELHADO, 1994)*

## 5. ESTUDO DE CASO

A escolha da empresa que serviu de base para o presente estudo de caso se deu em virtude da proximidade e vínculo profissional da autora com a mesma, e pela oportunidade que teve em acompanhar de perto e diretamente todo o processo de implantação de BIM no desenvolvimento de projetos na empresa. Foi possível, portanto, o acompanhamento de todas o período de maturação e fortalecimento, no decorrer de anos, tanto relativo à implementação de programas, quanto de procedimentos, treinamentos, preparação de projetos-piloto, e até do desenvolvimento da biblioteca de famílias e componentes da empresa.

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa, que serviu de objeto para o estudo de caso em questão, trata-se de uma empresa de projetos de arquitetura já consolidada no mercado, e localizada na cidade de São Paulo. Com mais de 15 anos de atuação na área de projeto e obras, agrega atualmente cerca de 8 anos de experiência na utilização de softwares para a Modelagem da Informação da Construção - BIM.

A empresa é especializada em projetos comerciais, concentrando a maior área de atuação voltada para a construção de Shopping Centers e Outlets (conceito, este último, pelo qual foi uma das principais responsáveis e pioneira por implementar no Brasil). É responsável pela elaboração do projeto em todas as suas fases de desenvolvimento, contemplando desde sua concepção, estudos de viabilidade, ante projeto, estudo preliminar, projeto para aprovação, projeto básico (pré-executivo), e projeto para execução e obra. A empresa também é atuante nas outras áreas de mercado, desenvolvendo projetos com uma gama mais diversificada de usos, porém em menor escala, como projetos residenciais, reformas, projetos para teatro e revitalização de *Mall*.

### 5.2. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A estrutura organizacional da empresa mais se aproxima do modelo hierárquico tradicional. Trata-se de uma empresa de pequeno porte, cuja presidência é composta unicamente pelo arquiteto fundador. Este, sumariamente, estabelece o contato inicial e elementar às contratações de projetos, e é o principal responsável pela concepção formal e conceitual dos mesmos, bem como por sua validação dentro da empresa. À

presidência, estão ligadas as áreas administrativas: o departamento de recursos humanos, departamento financeiro e jurídico, e de apoio, que são compostos por quatro funcionários.

Já as áreas técnicas, estão separadas em quatro frentes, hierarquizadas: Coordenação de Projetos; Produção; Orçamento e Obra; e, fundada mais recentemente, Marketing. A Figura 8 esquematiza a hierarquia que a compõe.

O departamento de Coordenação de Projetos é composto por três arquitetos coordenadores, os quais possuem maior tempo de atuação e vínculo com a empresa, e estão responsáveis pelo gerenciamento direto das equipes de projeto (Produção, e Orçamento e Obra). São os responsáveis pelo contato mais estreito com os clientes efetivos dos empreendimentos, e pelas principais tomadas de decisão à frente de Arquitetura.

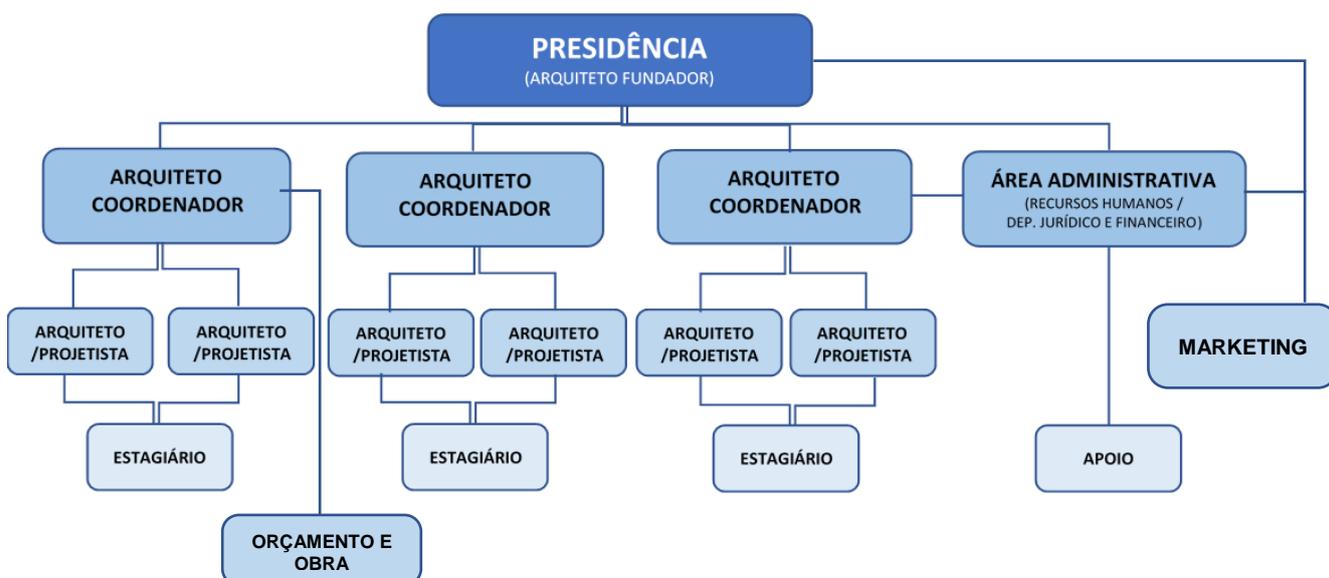
Quanto à equipe de Produção, é composta pelo corpo maior de funcionários da empresa, os arquitetos projetistas e os estagiários, responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos, por seu detalhamento, especificações, produção de documentação, etc. É importante mencionar que os arquitetos projetistas assumem, cada qual, a responsabilidade sobre projetos específicos dentro da empresa, sob a orientação dos líderes (coordenadores), e também se colocam à frente das reuniões de projeto e às tomadas de decisão, submetidas à avaliação por seus respectivos coordenadores. Cabe ressaltar, ainda, que por um determinado período de tempo, entre o final de 2016 e início de 2018, a empresa permaneceu despida dos cargos de estagiários, em virtude da conclusão da formação acadêmica de seus profissionais (que, anteriormente, cumpriam cargo de estágio), e por conta de um período longo sem contratações novas.

A área de Orçamento e Obra se estabeleceu mais recentemente, em virtude da intrínseca necessidade por um acompanhamento mais ativo às obras [inicialmente] de pequenas reformas que se concretizaram, e mediante a demanda por suporte e orientação aos clientes e executores, bem como pela mediação entre fornecedores e responsáveis pela obra. Composta por dois engenheiros, sua atuação permaneceu mais restrita, num primeiro momento, aos projetos de menor porte, porquanto as obras de maior complexidade (*shopping centers*) já contavam com departamentos

específicos previamente contratados pelo cliente, dono do empreendimento (gerência de projeto e obra, orçamentação, contratações, etc.).

O departamento de *Marketing*, fundado ainda mais recentemente, conta com a atuação de uma das arquitetas projetistas e de um dos engenheiros, dos departamentos de Produção e Orçamento e Obras respectivamente, que exercem de forma simultânea esta segunda função, voltada a *marketing*, divulgação, redes e mídias sociais, e conceituação do site da empresa, sob a orientação direta pela líder de RH e Finanças, e pelo dono da empresa.

Figura 8 - Estrutura da Empresa



Fonte: Elaborado pela autora, a partir de adaptação de dados da empresa.

### 5.3. A ESCOLHA DO SOFTWARE

No ano de 2010, a empresa deu início à implementação de determinada ferramenta de modelagem da informação, que viria a se tornar a plataforma principal para elaboração e desenvolvimento de seus projetos. A princípio, houve uma discussão para a escolha entre os softwares *Revit Architecture*, da Autodesk, e o *ArchiCAD*, desenvolvido pela Graphisoft. Uma das arquitetas que já havia tido contato com ambas as ferramentas, ainda que superficialmente, defendia que o programa *Revit* era menos complexo em seu manuseio, e melhor difundido no mercado de forma geral, além da maior disponibilidade de cursos voltados à ferramenta, quando

comparado ao outro software. Optou-se, assim, pela utilização do programa *Revit Architecture*.

A escolha e o investimento pela ferramenta de modelagem tiveram uma visão com caráter muito mais estratégico do ponto de vista de mercado, enquanto diferencial com relação à grande maioria das empresas de projeto, e com intuito de se beneficiar pelas melhorias e agilidade que potencialmente o software poderia oferecer à empresa. O arquiteto presidente, impelido pelo anseio a inovação, e impulsionado pela referência de outras companhias e projetos estrangeiros a que tomara conhecimento, ou a que tivera a oportunidade de conhecer, não hesita no investimento pela ferramenta.

A forma de desenvolvimento de projetos adotada até então, anterior ao início da implementação, fundamentava-se na elaboração de bases e vistas em 2D (desenhos bidimensionais), onde cada projeto (empreendimento) contava com não menos que 400 pranchas de detalhamento, numa fase já avançada de projeto executivo. Quaisquer modificações em projeto, portanto, fossem elas decorrentes de compatibilização entre disciplinas, alterações no projeto de arquitetura, ou por motivos outros, demandavam atualizações em várias vistas diferentes, por vezes distribuídas em arquivos e bases igualmente separados. As atualizações e revisões, dessa forma, despendiam grandes esforços e considerável tempo por parte da equipe, além de dependerem de uma gestão coerente e eficaz do próprio processo de projeto e de sua eficiente documentação.

Dada a complexidade e dimensão dos projetos, por se tratarem majoritariamente de *shopping centers*, e por envolverem uma gama muito ampla de profissionais e disciplinas, o software traria, dentre outros benefícios, a possibilidade de atualização instantânea das vistas, assim como uma assertividade maior no controle da qualidade e consistência das informações, bem como a compatibilidade entre as vistas (desenhos) da própria disciplina de arquitetura - uma parede representada em corte, teria exatamente o mesmo posicionamento e características de composição daquilo representado em planta, uma vez que ambas as vistas apenas refletem os planos de vistas ortogonais da construção virtual; são, portanto, correspondentes entre si, consequência da modelagem, e retratam a leitura exata do produto construído: da modelagem da informação da construção. Neste sentido, a ferramenta viria como

promessa de otimizações e benefícios diversos sobre a produção gerada pela empresa.

Outro fator considerado foi a potencial diferenciação mediante dos concorrentes, clientes novos e daqueles com relacionamento já consolidado. O investimento na implementação da tecnologia viria, portanto, também como meta para distinção e destaque em meio a um ramo específico de atuação dentro do mercado, e como projeção para melhores remunerações por projetos contratados futuramente.

Neste sentido, Coelho (2017) revela a importância de se estabelecer vantagens competitivas, e de detectar o mais breve possível as oportunidades de negócio que o BIM é capaz de potencializar e proporcionar.

*A antecipação de tendências tecnológicas pode colaborar com a manutenção de posições estratégicas adquiridas ou criar novas oportunidades oferecendo melhores produtos ou ainda criando novos serviços. Dessa forma, a conversão dos desafios inerentes a implementação de uma nova tecnologia, tais como seus altos custos e a mudanças nos processos de trabalho decorrentes de sua implementação podem se tornar grandes fontes de vantagens competitivas. (COELHO, 2017).*

A empresa identificou na modelagem da informação da construção grande potencial e oportunidade de se destacar e estabelecer diferenciação dentro do mercado.

#### 5.4. IMPLEMENTAÇÃO – 1ª FASE

As primeiras providências ocorreram quase ao término do ano de 2010 – ano de início à implementação – e consistiram na aquisição das licenças para utilização do programa, e em trazer à equipe um treinamento específico voltado à modelagem com utilização do software escolhido. O treinamento foi contratado por um profissional que já detinha conhecimento e que ministrava cursos da ferramenta em escola de capacitação técnica autorizada e certificada pelo fornecedor do produto.

Os treinamentos foram iniciados ao princípio do ano de 2011, e ministrados no próprio ambiente da empresa, com utilização dos equipamentos do próprio ambiente de trabalho, e após o período de expediente dos funcionários. O conteúdo programático foi inteiramente selecionado pelo instrutor, com base numa sequência de modelagem

que abrangesse uma número considerável que elementos construtivos. Todo o então corpo técnico, arquitetos e estagiários envolvidos nos projetos, participou do treinamento. Cabe mencionar que, com exceção da arquiteta que já tivera contato com a ferramenta, o restante da equipe não possuía prática ou experiência com o software. O acompanhamento do profissional contratado se deu somente durante a fase de treinamento. Após seu término, a empresa começou efetivamente a utilização do software, pondo em prática o conhecimento adquirido por meio do curso.

A partir do treinamento, os estudos novos contratados já passaram a ter sua modelagem iniciada no programa, a partir de bases preliminarmente desenhadas em 2D, como a utilização do programa AutoCAD (mesmo desenvolvedor do software implantado), ou desenvolvidas à mão (croquis). Os projetos que já estavam em andamento, permaneceram com seu desenvolvimento em plataforma 2D.

A tentativa inicial de implementação não apresentou de imediato resultados satisfatórios para a empresa. Ao contrário do esperado, e de forma frustradora, identificaram-se várias dificuldades e empecilhos: (a) observou-se que, apesar do treinamento contratado inicialmente, faltava ainda domínio por parte da equipe sobre as ferramentas e possibilidades que o software oferecia, de modo a limitar a modelagem da informação; (b) a empresa não dispunha de uma biblioteca padronizada, que atendesse às necessidades de projeto; (c) o desconhecimento quanto ao manuseio para customização de elementos e grafismo, resultou em desenhos com qualidade gráfica precária e representação técnica prejudicada; (d) constatou-se a falta de adaptação quanto à linguagem gráfica própria da empresa, não havendo padronização nas representações, ou correspondência quanto ao padrão já consolidado anteriormente pela empresa.

Ademais, a equipe de produção desconhecia os fundamentos e conceitos voltados à Modelagem da Informação da Construção (BIM). O conceito de modelo federado não era praticado, por falta de conhecimento; todos os elementos de projeto eram modelados dentro de um mesmo arquivo, independente da frente ou disciplina. A Orientação a Objetos (OO) era por muitas vezes ignorada, uma vez que muitas instâncias acabavam por ser modeladas como componentes “*model in place*”, ou seja, eram singulares, impedidos de padronização, por assim dizer, e limitados quanto à exploração de seus atributos, além de romper com o conceito (e a efetiva

possibilidade) de parametrização e replicação dos objetos, entre outros exemplos constatados.

De modo geral, o início da implementação foi marcado por práticas as quais ainda remetiam ao processo tradicional de projeto, embasados ainda na lógica de desenho 2D. Tomando por exemplo, quando do detalhamento ou ampliação de elementos ou espaços da construção, as descrições dos objetos eram inseridas no modelo de forma puramente anotativa, uma vez que eram inseridos como textos simples de anotação (e não como identificadores específicos que o programa permite inserir). A cada vista (desenho), portanto, havia a necessidade de controle daquilo que era informado, porquanto os textos não possuíam vínculos diretos com as entidades modeladas, e conseqüentemente não faziam leitura dos dados (atributos) do objeto no modelo ao qual faziam referência. Era mantida, dessa forma, a mesma preocupação e responsabilidade em retomar todas as vistas relacionadas àquele objeto, cuja especificação ou característica fora alterada durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico, para alteração manual dos textos de sua descrição.

Ademais, demorou um tanto para que a empresa tivesse conhecimento quanto à possibilidade de projeto colaborativo suportada pelo software, onde mais de um membro da equipe poderia trabalhar de forma simultânea no mesmo arquivo.

Esses fatos revelam a 'Mudança de Paradigma' à qual muitos autores se referem na literatura atual, dentre os quais retrata Manzione:

*A crescente difusão do uso da tecnologia BIM mostra que um novo paradigma para o trabalho colaborativo em projeto precisa ser criado. Em diferentes países e cenários, percebem-se muitas barreiras a serem transpostas para o aproveitamento pleno dos benefícios do BIM. Faltam conhecimentos sobre a integração da nova tecnologia para a melhoria do processo de projeto. Falta também uma compreensão abrangente e uma visão geral de fatores não tecnológicos, caso das relações e interdependências na intersecção entre a gestão do processo de projeto e o BIM. (MANZIONE, 2013)*

Os pontos levantados anteriormente, dentre outros mais, apenas exemplificam a falta de gestão e planejamento que marcou o início da implementação. Não houve um

acompanhamento apropriado, ou diagnóstico para análise e melhoria; a falta de conhecimento e a deficiência na apropriação das potencialidades da tecnologia, bem como o pouco domínio sobre ela, resultaram num processo doloroso à equipe, marcado por equívocos e falhas diversas; resultou ora em conflitos interpessoais entre o grupo de trabalho, gerou produtos (arquivos) extremamente carregados (processamento demorado), e ínfima exploração dos benefícios que o software é capaz de oferecer.

#### 5.5. IMPLEMENTAÇÃO – 2ª FASE

Após quase um ano de esforços e prática recorrente com a ferramenta, e ainda com a utilização em paralelo do software *AutoCAD*, houve um avanço sutil porém significativo quando comparado aos momentos iniciais à implantação, que ocorreu sem um planejamento prévio. A equipe passou a trabalhar sob o método de projeto colaborativo, por meio de modelos compartilhados em servidor interno. Também houve uma tendência a padronização de elementos modelados e grafismo, que aos poucos foram tomando melhor identidade, com um discreto aperfeiçoamento sobre o domínio da ferramenta por parte da equipe de produção. Ainda assim, neste período, não houve postura por parte dos coordenadores no sentido de discussão mais aprofundada para planejamento e revisão da implantação. A equipe de produção assimilava e tomava domínio da ferramenta por meio de sua utilização constante, auxiliando-se uns aos outros, e compartilhando das soluções alcançadas por intermédio da prática do dia-a-dia. Neste sentido, e por assim dizer, consistia-se num aprendizado mútuo, que aqui já esboçava linhas do sentido de ‘colaboração’. As falhas, atrasos em cronograma, e incompatibilidades, todavia, permaneciam constantes.

Em 2012, identificando a necessidade de padronização interna para modelagem, bem como do aperfeiçoamento do corpo técnico de produção, e em decorrência das frequentes falhas e inconsistências, a empresa finalmente tomou a postura de contratar Consultoria por meio de empresa terceirizada, especializada em *Building Information Modeling* (BIM).

A empresa contratada em questão ficou responsável por dar início ao acompanhamento do processo de modelagem dentro da empresa, de modo a analisar as necessidades da contratante, e as principais deficiências do ‘processo’ nela

instaurado, identificando pontos críticos com maior urgência de intervenção. Para tanto, houve a avaliação de determinados modelos – já finalizados e alguns ainda em processo de modelagem – desenvolvidos pela empresa de arquitetura.

A consultoria consistiu basicamente em:

1. Diagnóstico e apontamentos dos pontos críticos para intervenção imediata no processo de modelagem e colaboração;
2. Estabelecimento de uma metodologia para construção do modelo, voltada às características de projeto usuais pela empresa de arquitetura;
3. Novo treinamento ministrado aos membros da equipe, com enfoque nas necessidades projetuais da empresa, e nos pontos críticos levantados;
4. Elaboração, pela própria empresa de consultoria, de um *Template* de Projetos (arquivo-base como Padrão para início e elaboração dos projetos de arquitetura);
5. Desenvolvimento de uma Biblioteca própria e específica, focada em atendimento também às necessidades projetuais (mais recorrentes); a biblioteca, após finalizada, contava com mais de 50 mil itens;
6. Incumbência de um membro da equipe de produção, como a arquiteta responsável pelo acompanhamento - contato direto com o agente de consultoria, por concentrar as informações e aprendizado, e pela sua posterior disseminação entre a equipe da empresa.
7. Acompanhamento semanal pelos consultores, de forma a avaliar o andamento e aplicabilidade da metodologia instaurada, e dar suporte direto à modelagem dos projetos, sob acompanhamento da arquiteta nomeada como responsável.
8. Escolha de um projeto piloto, para pôr em prática a metodologia de implementação.

Tais pontos serão melhor relatados nos tópicos que se seguem.

### **5.5.1. Diagnóstico**

A primeira etapa consistiu numa análise imediata do processo, como um todo, que a empresa vinha adotando até então. Sob um olhar macro e investigativo, foram analisados os aspectos de modelagem, assim como os procedimentos adotados durante seu desenvolvimento. Os modelos (arquivos) foram avaliados para

entendimento de como se dava sua modelagem, e para identificar os pontos críticos; foi reportado à consultoria que haviam arquivos que levavam entre 30 e 40min para sincronizar suas informações com o ‘arquivo central’ (aquele que concentrava todas as informações elaboradas por quaisquer membros que viessem a trabalhar de forma simultânea no mesmo arquivo. Foi efetivada uma investigação minuciosa de como a equipe utilizava a ferramenta para a modelagem dos elementos construtivos, e houve o entendimento da forma como a empresa costumava entregar o material de projeto – quais eram as etapas de projeto, e as demandas para cada uma.

Seguem relatados três pontos identificados como críticos e, em seguida a cada um, a medida adotada para sua solução:

A. Os arquivos eram muito pesados e demorados para processamento. A modelagem, até mesmo por conta da complexidade e porte dos empreendimentos projetados, continha todos os elementos modelados dentro do mesmo arquivo, independente da frente ou característica. Alguns, como relatado anteriormente, demoravam mais de 30min para sincronizar - tempo este que impactava de forma direta sobre os cronogramas e entregas de projeto.

Medida adotada: Separar os arquivos por disciplinas de projeto, ou pela complexidade dos conjuntos. Foi orientado pela consultoria que, neste primeiro momento, houvesse a separação do modelo em 3 frentes distintas: arquivos de Arquitetura, Topografia e Estrutura. Os modelos seriam “linkados” uns dentro dos outros. Dessa forma, no arquivo de Arquitetura, por exemplo, seriam inseridos como “links” (vínculos) os modelos de Topografia e Estrutura. A documentação de projeto seria toda elaborada dentro do modelo que Arquitetura, já menos carregado e contendo as informações necessárias quanto ao terreno e projeto de estrutura. Adotando-se, portanto, o esquema do conceito de Modelo Federado.

B. Como a equipe de produção ainda não possuía domínio tão forte sobre a ferramenta, não havia criação e não se faziam alterações em famílias, que atendessem às necessidades de projeto. A maior parte dos componentes modelados era feita com uso de “*model in place*” (elementos que possuíam categorias e características similares a das famílias, porém eram modelados dentro do próprio arquivo). Apresentavam limitações quanto às famílias efetivas, e dificultavam sua

replicação dentro do modelo, por conta da parametrização também limitada. Ademais, carregavam de forma exorbitante o arquivo de modelagem, dificultando seu manuseio e agravando seu tempo de processamento. Componentes triviais, como vigas, pilares, perfis diversos, etc., eram frequentemente modelados dessa forma, pela falta de conhecimento e de domínio quanto à modelagem de famílias.

Medida adotada: A consultoria deixou claro que a modelagem de componentes dentro do arquivo como “model in place” deveria ser adotada apenas em casos extremos, que fugissem completamente à regra, e que de fato não determinassem tanta necessidade de parametrização dos objetos. Deixaram clara a inerente necessidade de conhecimento para a edição e criação de famílias, e propuseram que fosse feito um novo treinamento à equipe com foco na qualificação com foco em famílias e componentes, e que viria a ser ministrado posteriormente.

C. Não houve planejamento prévio para a elaboração dos modelos dos projetos a partir da plataforma adotada, de forma a estruturar as atividades ligas às demandas das entregas, conforme as fases de projeto ou solicitações do cliente. Dessa forma, para a entrega de ampliações das áreas molhadas do shopping, por exemplo, era estimado um tempo, e geralmente com base nas experiências anteriores de documentação e laboração de pranchas, quando ainda eram elaboradas com a utilização de AutoCAD. Não era levada em consideração a necessidade, por exemplo, de famílias de louças, metais e bancadas específicos conforme especificado em projeto, ou de outros elementos peculiares; sua modelagem ocorria conforme se tinha ciência de sua necessidade já quando era iniciada a criação das vistas de ampliação.

Igualmente, não havia um planejamento efetivo quanto à interdependência entre os itens de modelagem, no sentido de fluxo de trabalho e logística das atividades, pois se dava início à documentação (ampliação qualquer), quando ainda não se havia finalizado a modelagem do trecho em questão. Documentação e modelagem ocorriam de forma simultânea para o mesmo espaço, o que demandava recorrentes correções do material elaborado.

Medida adotada: Foi evidenciado pela Consultoria a necessidade de planejamento para todos os projetos, e para todas as suas correspondentes fases, demonstrando-se quanto esforço e tempo era despendido de forma desnecessária. Houve

discussões quanto ao processo de modelagem e documentação, para entendimento e alinhamento das principais etapas, e conseqüentemente para que fosse colocado em prática melhor planejamento. Equipe de consultoria acompanhava e dava suporte.

### **5.5.2. Processo**

O processo consistiu na investigação e entendimento das principais práticas de projeto dentro da empresa, com posterior destaque à assessoria voltada para a solução de problemas de modelagem (utilização da ferramenta) e do processo de modelagem (planejamento e gestão da modelagem da informação da construção), e cuja implementação viera a ser entendida e encarada como um outro processo dentro da empresa, como um “Projeto” vinculado e necessário ao desenvolvimento saudável dos projetos.

Consistiu em discussões de aspectos que permeavam desde o início da modelagem de construção, como iniciar o modelo, como vincular da forma mais correta os arquivos, até em como organizá-los nas pastas dos respectivos projetos, dentro da rede compartilhada da empresa, e em como se daria criação de uma biblioteca e de um padrão (*Template*) para aquela.

A seguir, serão melhor relatadas as principais práticas que compuseram a implementação e definiram o processo adotado.

### **5.5.3. Treinamento**

Os treinamentos foram realizados dentro da própria empresa de arquitetura, iniciando-se uma hora antes do que seria o término do expediente, tiveram duração de quatro horas por dia, e perduraram por uma semana. Foram ministrados para toda a equipe envolvida no desenvolvimento de projetos – estagiários, arquitetos projetistas e arquitetos coordenadores.

O treinamento teve foco muito mais voltado à ferramenta em si, portanto, à forma de modelagem e às possibilidades que o software oferecia. Não houve, neste sentido, uma condução específica ao conceito de *Building Information Modeling – BIM* (processo).

É importante destacar que o treinamento foi dividido em dois momentos distintos: numa primeira fase, a empresa de consultoria programou uma sequência de modelagem que contemplasse grande parte dos elementos construtivos usuais, que eram frequentemente considerados nos projetos da empresa de arquitetura; houve a abordagem, por exemplo, da modelagem de pilares pré-moldados, caixilharia em vidro, forro em gesso liso cartonado com seus fechamentos verticais (testeiras), houve um aprofundamento quanto à modelagem de escadas e guarda-corpos. A ideia não era de se chegar em um produto final que constituísse um modelo genérico de arquitetura, como acontece em grande parte dos cursos voltados à ferramenta (e o que fora adotado na primeira contratação de curso pela empresa, no ano de 2010, mencionado no tópico 5.4 anteriormente), todavia, foi abordada a modelagem separada de elementos específicos, com um teor de aprofundamento.

Num segundo momento, a consultoria abordou de forma comparativa as práticas de modelagem que a empresa vinha tomando, por meios do apontamento dentro dos próprios projetos (modelos) já desenvolvidos anteriormente, e demonstrando quais as práticas ideais correspondentes para cada abordagem. Assim, foram apresentadas as formas com que a empresa conduzia a modelagem de determinado componente, e em quais aspectos implicariam (de forma negativa) sobre o todo no decorrer do processo de modelagem, suas consequências. Contraponto a estas últimas, foram apresentadas as formas tomadas como “corretas” para a modelagem destes mesmos componentes, mostrando-se o porquê e igualmente em como interferiam no modelo e em processos futuros, de forma assertiva e benéfica, de modo ainda a explorar as potencialidades que a ferramenta poderia gerar ao projeto.

#### **5.5.4. *Template***

O acompanhamento semanal também servia para discutir pontualmente os itens que constituiriam o arquivo *template* de arquitetura, servindo como padrão para o início e para o desenvolvimento dos modelos desenvolvidos pela empresa. A princípio, por conta da opção de se trabalhar com modelos federados, foi levantada a possibilidade de se trabalhar com a elaboração de *templates* específicos para Arquitetura, Estrutura e Topografia, porém chegou-se à conclusão de que não valeria a pena o esforço para criar três tipologias à parte, enquanto se poderia criar um único que atendesse a todos,

visto que grande parte das configurações deveriam ser atribuídas aos três tipos de modelos.

Foram levantados os principais pontos de linguagem, apresentação e de representações diversas dos projetos e seus desenhos (grafismo e documentação) próprios da empresa de arquitetura. As discussões permearam desde o grafismo das linhas, representações de superfícies, grafismo dos componentes, tamanho e fonte dos textos em geral, simbologias diversas adotadas (como padrão para representação dos cortes e elevações, chamadas de detalhe, legendas das vistas nas folhas, etc.), até o padrão de organização dentro do arquivo para as vistas diversas do projeto, e das pranchas para apresentação.

Ademais, a representação diversa das áreas de projeto também foi levada em consideração. É comum para os projetos de shopping centers, especialmente nas fases preliminares de projeto, apresentar ao cliente e ao departamento de comercialização de lojas as plantas comerciais dos pavimentos, contendo as manchas de áreas e tipologias das lojas, cada qual com uma categorização específica já adotada previamente pela empresa de arquitetura, ou específica pelo departamento comercial. Foi investigado o processo de como se dava o desenvolvimento destas plantas comerciais, até que se chegasse a um padrão de representação por *area plans* (plantas com manchas de áreas) já determinado para: 1- Plantas de Usos Comerciais (com representação das tipologias/usos das lojas – como lojas ‘âncoras’, ‘satélites’, ‘restaurantes’, etc. -, *mall* e demais áreas vinculadas ao funcionamento do edifício); 2- Plantas de *Status* Comercial (onde, por meio de outros parâmetros vinculados às mesmas áreas projetadas, estas eram representadas com manchas diferentes, conforme status de comercialização, como lojas com contrato assinado, lojas reservadas, lojas disponíveis, etc.); 3-Projeto Legal (com o entendimento de que era constante a representação das manchas das áreas conforme padrão de aprovação dos municípios, com demonstração, de modo geral, das áreas computáveis e não computáveis de projeto); entre outras categorias de representação de áreas.

Além disso, o *template* já viria preparado com os principais elementos (famílias e componentes), mais corriqueiros no desenvolvimento dos projetos, como pilares retangulares pré-moldados, paredes, pisos acabados e estruturais, etc. As paredes, entretanto, foram um dos elementos mais discutidos durante as reuniões. A princípio,

foram inseridas as tipologias de paredes compostas de forma mais básica, como paredes em bloco de concreto ou cerâmico, com acabamentos em pintura, cerâmica ou porcelanato, e pisos em concreto aparente, com acabamento cerâmico ou em porcelanato. Esta questão perdurou até pouco mais depois do desenvolvimento do projeto-piloto (Projeto 1), e será melhor abordado mais à frente, no tópico deste projeto.

É importante ressaltar que o *Template* Padrão da empresa foi entregue em etapas, por conta de atualizações que se viram necessárias, durante os testes que foram feitos para sua implementação.

#### **5.5.5. Biblioteca BIM**

O contrato firmado entre as partes (empresa de arquitetura e equipe de consultoria) era contemplado também pela elaboração de uma Biblioteca de famílias, voltadas à prática e às tipologias construtivas que a empresa costumava aplicar. Houve o entendimento, por parte da empresa de arquitetura, da intrínseca e inevitável necessidade de uma biblioteca completa e específica, que atendesse às demandas de modelagem e projeto. A elaboração e entrega de biblioteca de famílias, portanto, teve com foco a área de atuação da empresa contratante (projetos comerciais), e levou em consideração elementos que já haviam sido considerados em projetos executados anteriormente. Elementos estruturais com características de pré-fabricados (como tipologias de laje cubeta, laje alveolar, perfis de vigas e pilares pré-moldados, revestimentos e fechamento pré-fabricados ou industriais, e elementos de fachada, são alguns dos exemplos).

Foi acordado que a biblioteca em questão seria entregue em etapas, conforme seu desenvolvimento iria acontecendo, e os primeiros elementos a serem entregues consistiam naqueles que, mediante consulta e análise investigativa, foram encarados como essenciais à modelagem. O processo para sua finalização (entrega completa) aconteceu dentro de um período aproximado de 2 anos.

#### **5.5.6. BIM Manager**

Para efetivar a implementação e as práticas processuais estabelecidas, houve a delegação de uma das arquitetas para que acompanhasse todo o processo, ficando por ele responsável, e pelo acompanhamento ao consultor durante suas visitas já

determinadas. A arquiteta, que também desempenhava a coordenação de alguns projetos dentro da empresa, ficou incumbida de controlar e fazer a mediação entre o consultor e a equipe de produção. Era, ainda, quem controlava e monitorava se as ações e conceitos estabelecidos estavam de fato sendo aplicados na rotina de projeto. Também reportava aos coordenadores as atividades e status discutidos durante a monitoria. O termo de *BIM Manager* era ainda desconhecido por parte da empresa de arquitetura, e não fora ainda utilizado pela equipe de consultoria; entretanto, a função e as atividades desempenhadas pela arquiteta possuíam uma estreita ligação com o termo e seu conceito.

### **5.5.7. Acompanhamento**

Depois das primeiras reuniões de consultoria, onde foram discutidos os principais pontos críticos, as soluções a adotar, e as diretrizes principais que determinavam o treinamento, a elaboração de um arquivo *Template* e da Biblioteca de Famílias, e após efetivados os dias de treinamento, deu-se início ao acompanhamento de monitoria, que ocorreu de forma semanal.

Foi especificado um dia da semana, e um período de 4 horas neste dia, para que o consultor acompanhasse dentro da própria empresa contratante o andamento dos projetos. Ficou estabelecido que nos dias anteriores à visita, a equipe de produção reportasse à arquiteta da empresa de arquitetura, responsável pelo acompanhamento ao consultor, todas e quaisquer dúvidas e dificuldades que obtivessem com o programa. A arquiteta, então, faria uma seleção daquilo que ela mesma poderia auxiliar, e daquilo que seria analisado com o apoio do consultor durante sua visita.

O processo perdurou por cerca de dois anos, e foi de extrema importância para compreensão das práticas reais de projeto da empresa, e para avaliar situações que pudessem repercutir de forma negativa no projeto, sendo possível tomar providência imediata por meio das orientações do consultor. O acompanhamento também teve grande valor que se identificassem novos componentes ou alterações necessárias sobre o *Template* cujo desenvolvimento ocorria em paralelo, pela equipe de consultoria.

É importante ressaltar também que, num primeiro momento, o acompanhamento se dava para grande parte dos projetos em desenvolvimento; aos poucos, com o

alinhamento e qualificação da equipe, foi possível focar naqueles que apresentavam maior complexidade. Ainda, após poucos meses de realização, as visitas passaram a ter a participação de mais uma arquiteta e uma estagiária, como forma de expandir o conhecimento sobre a ferramenta e capacitar uma equipe interna para que futuramente ficasse responsável também pelo desenvolvimento de famílias e, na ausência do consultor, pudessem auxiliar a arquiteta responsável com o apoio ao restante da equipe de produção.

## 5.6. PROJETO 1: PROJETO PILOTO

Poucos meses depois do início ao acompanhamento de assessoria, optou-se por tomar um dos projetos que estavam em desenvolvimento dentro da empresa, como projeto-piloto, a fim de se colocar em prática as medidas tomadas e orientadas pela consultoria. Em 2012, foi determinado um dos projetos; o motivo da escolha foi o fato de a implementação coincidir com a transição entre fases deste projeto: estava em finalização de entrega do anteprojeto, e seria dado início à fase de pré-executivo (projeto básico). Como já havia uma equipe concentrada em seu desenvolvimento, que detinha informações importantes sobre a construção e de todo o histórico de seu desenvolvimento, optou-se por iniciar “do zero” a modelagem da fase pré-executiva do modelo, e com o trabalho desta mesma equipe ao projeto vinculada. Houve a participação efetiva da arquiteta-projetista que coordenava o projeto sob a liderança de um dos coordenados da empresa, e com suporte de outros dois estagiários.

O projeto, com quase 90 mil metros quadrados de área construída, consistia na construção de um *shopping center* localizado em São Paulo, composto por dois pisos exclusivos de estacionamento (G1 e G2), um piso híbrido (P1), ou seja, uma mescla entre estacionamento, lojas e restaurantes, e por três outros pisos de loja (P2, P3 e P4). O projeto era contemplado por áreas de iluminação natural, por meio de suas claraboias, caixilhos e ventilação cruzada em seus pavimentos de estacionamento, em cujas fachadas havia sistema de brises vegetais; a estrutura era de concreto pré-moldado, e cobertura metálica; fachada em estrutura metálica e havia a instalação de um painel de *led*. Em uma segunda fase prospectava, considerava-se a ampliação futura de *mall* e a construção de lajes de estacionamento acima do piso da atual cobertura para atender a demanda.

Foi utilizada a primeira versão de teste do arquivo *template* para dar início à modelagem. Houve a orientação desde como estabelecer o ponto de origem do modelo (o que facilitou a planta de amarração para gabarito da obra, por meio das cotas de coordenadas), até a criação de níveis e organização das vistas.

Os modelos foram separados entre Arquitetura, Topografia e Estrutura, conforme definido previamente, e foram vinculados entre si com o uso de coordenadas compartilhadas. A modelagem em si ocorreu em grande parcela por parte das estagiárias, sob o supervisionamento da arquiteta coordenadora do projeto, e da arquiteta responsável pelo acompanhamento.

Previamente, a partir de diretrizes já estabelecidas nas fases anteriores do projeto, foi elaborada uma relação de famílias que seriam necessárias à modelagem da estrutura. Estas foram desenvolvidas pela equipe de consultoria, e encaminhadas para validação e inserção no modelo, de forma paulatina e organizada.

As vistas foram criadas a partir de *Area Plans*, uma vez que havia a necessidade de apresentar a metragem quadrada de todos os ambientes, de projeto técnico, além das plantas comerciais.

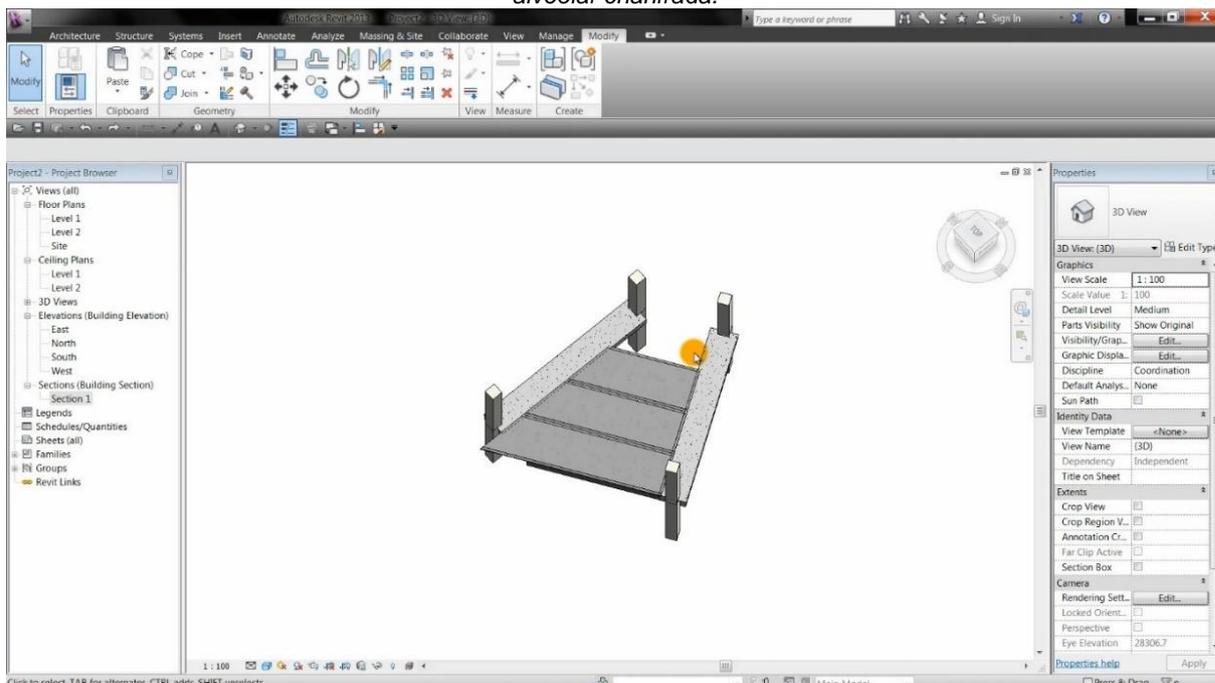
Houve uma organização prévia também da lista de pranchas que comporiam a documentação do projeto para aquela fase (atividade já recorrente dentro da empresa). As próprias famílias de pranchas foram elaboradas pela Consultoria, a partir de modelos encaminhados em AutoCAD pela equipe de produção. O mesmo ocorreu para as pranchas de projeto de aprovação, posteriormente.

A definição da forma de modelagem constituiu um desafio um primeiro momento. À medida em que começaram a ser modeladas, houve definições dos revestimentos que as comporiam. A princípio, eram modeladas como paredes básicas compostas por camadas, onde o componente principal era a alvenaria (em bloco de concreto de 19cm, na grande maioria dos casos) com revestimentos em ambos os lados. A dificuldade começou quando foi discutido o padrão de nomenclatura para estas paredes, pois a modelagem que era corrente até então demandava uma gama muito grande de possibilidades de paredes, por apresentarem revestimentos diferentes em suas duas faces; a lista de paredes diferentes modeladas seria extensa e iria requerer um esforço imenso para controle e manutenção do padrão estabelecido; a

modelagem, em si, acabava por ser mais demorada nesta situação. Aliado a este fato, havia ainda a dificuldade em se modelar situações onde era necessário o desvio do revestimento para algum motivo, como viga ou trecho de laje, e mesmo de revestimentos aplicados diretamente sobre outras superfícies, como pilares e vigamentos, que demandariam a necessidade de se criar uma parede com camada única (apenas para aquele revestimento em questão). Foram feitos testes e simulações de nomenclatura e modelagem, e optou ao final, por separar as camadas das paredes em elementos distintos. Haveria, dessa forma, uma simplificação geral na nomenclatura e na quantidade de tipologias. Além de facilitar o controle sobre a modelagem e padrão de nomenclatura, ainda seriam atendidas as situações específicas de revestimento aplicado sobre estrutura. Num primeiro momento, o processo de modelagem foi mais demorado com relação ao anterior adotado, porém se mostrou mais eficaz no decorrer do processo. À medida em que a forma de modelagem e do novo padrão de nomenclatura (codificação) eram utilizados e assimilados, o processo era realizado de forma mais ágil. Em seguida, a forma de modelagem de paredes foi disseminada para o restante dos projetos que corriam em paralelo, e os elementos básicos de parede – tipos de alvenarias e revestimentos – foram incorporados no *Template* oficial da empresa.

No decorrer da modelagem do edifício, foram surgindo dúvidas a respeito de como se modelar determinados elementos construtivos que eram reportados à equipe de consultoria. Além das visitas semanais, algumas dúvidas também foram reportadas via e-mail, e respondidas por meio de imagens ou vídeos (Figura 9) que eram elaborados pela empresa de arquitetura, para melhor alinhamento e explicação.

Figura 9 – Imagem extraída de vídeo recebido pela consultoria, ministrando modelagem de trecho de laje alveolar chanfrada.



Fonte: Empresa

Outro ponto relevante foi a redefinição da concepção e conceituação para a fachada. Foi desenvolvido um novo estudo conceitual de composição da fachada, por solicitação do cliente, e chegou-se numa forma aprovada que apresentava uma complexidade formal e técnico-construtiva aparentemente consideráveis.

A fachada nova em questão apresentava forma orgânica e espacialidade irregular, por meio de uma superfície ondulada, com saliências e reentrâncias tridimensionais, além de ser ‘recortada’ para que possuísse alturas diferentes. A concepção seria de que a “casca”, por assim dizer, além de linguagem estética e de produzir sombreamento às partes mais baixas da edificação, também fosse capaz de criar um colchão de ar entre ela e os fechamentos internos (atrás de sua instalação), de maneira a diminuir o efeito de aquecimento do conjunto da fachada por irradiação direta, trazendo benefícios, inclusive, ao consumo energético para o sistema de resfriamento do prédio. Abaixo, segue referência adorada para a concepção da forma da fachada (Figura 10).

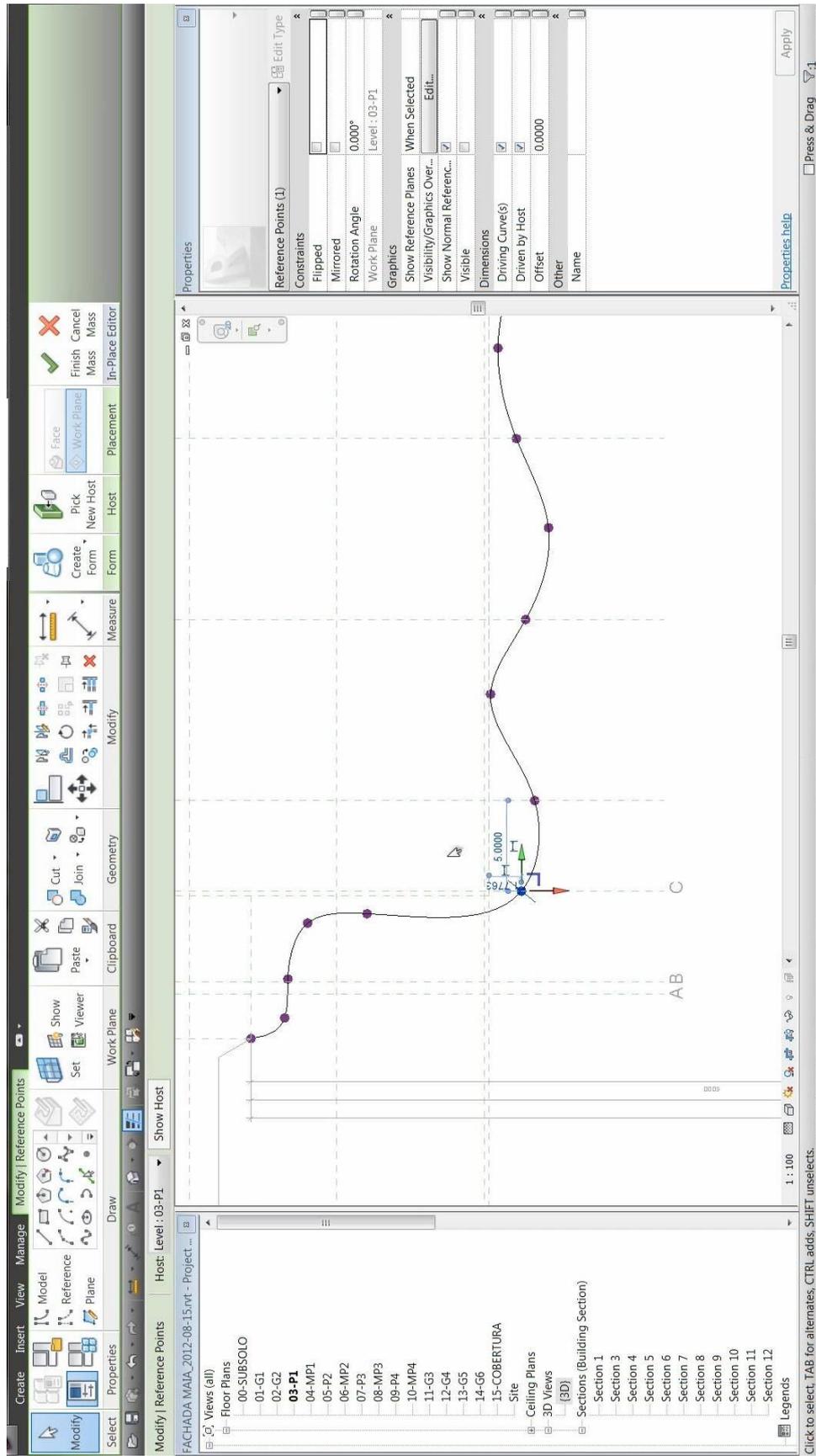
*Figura 10 - Referência adotada para Fachada*



*Fonte: Empresa.*

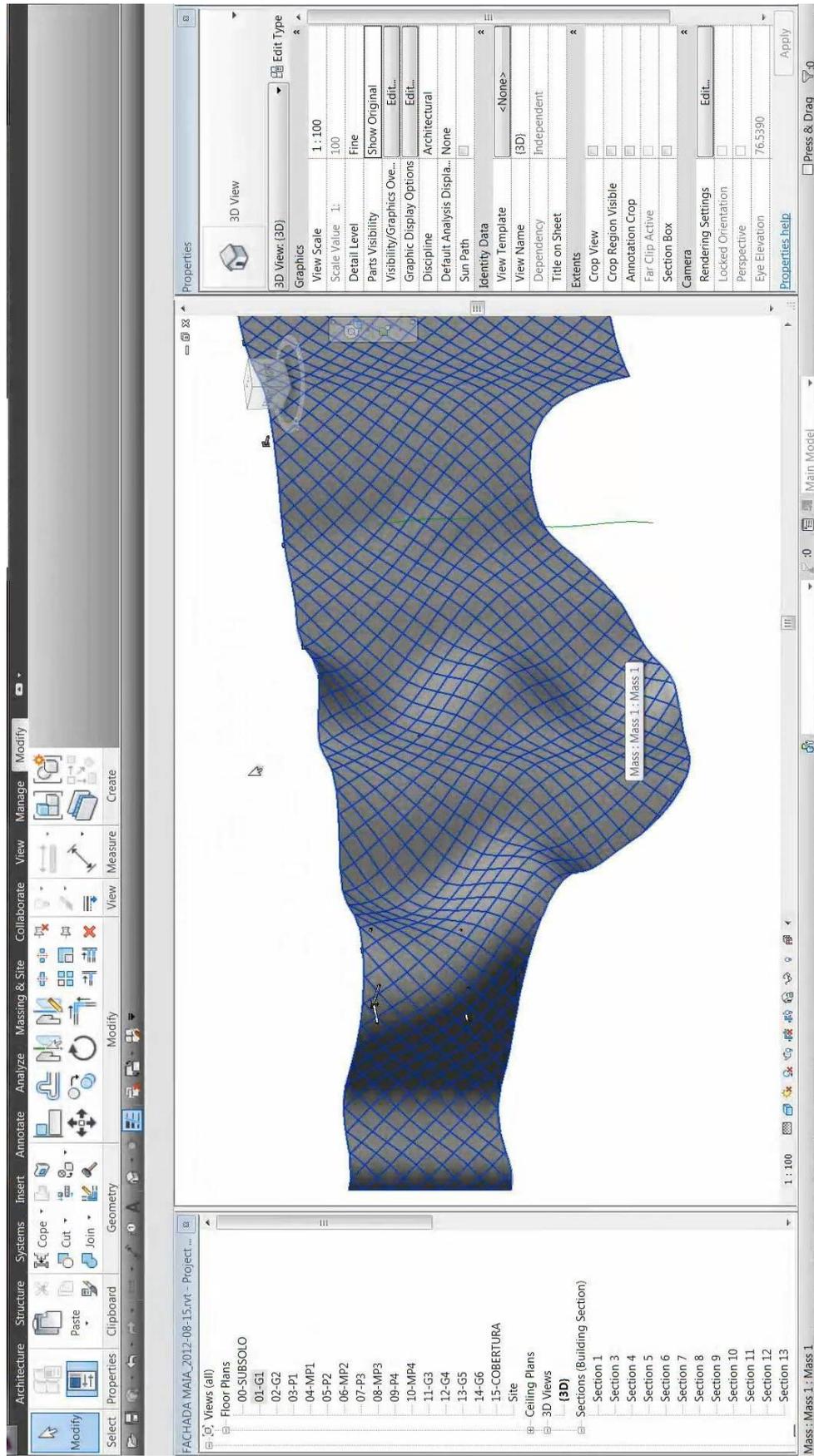
O primeiro desafio foi quanto à representação projetual da forma concebida, que refletia claramente na dificuldade para sua modelagem. O suporte dado pela consultoria foi essencial para que fosse efetivada a modelagem da forma. Além do apoio dado durante a reunião de acompanhamento semanal, a empresa se dispôs em dar suporte remotamente. Foram elaborados vídeos em que o assessor simulava o processo para modelagem da fachada com a utilização de pontos (Figura 11) e massas/superfícies (Figura 12) - uma das possibilidades que a ferramenta oferece para a concepção de estudos de volumetrias.

Figura 11 - Vídeo de simulação de modelagem da fachada por meio da inserção de pontos.



Fonte: Empresa.

Figura 12 - Vídeo de Simulação de Modelagem da Fachada já Avançada



Fonte: Empresa.

A modelagem da fachada foi concretizada a partir do apoio e assessoria ministrados pela equipe de consultoria, e do empenho da equipe de projeto envolvida. Uma das estagiárias, e sob orientação da arquiteta responsável pelo projeto, levou cerca de uma semana para efetivar a modelagem do conjunto que, após validada também pelo arquiteto dono da empresa, teve sua forma aprovada pelo cliente, e a modelagem foi continuada até a fase de projeto executivo.

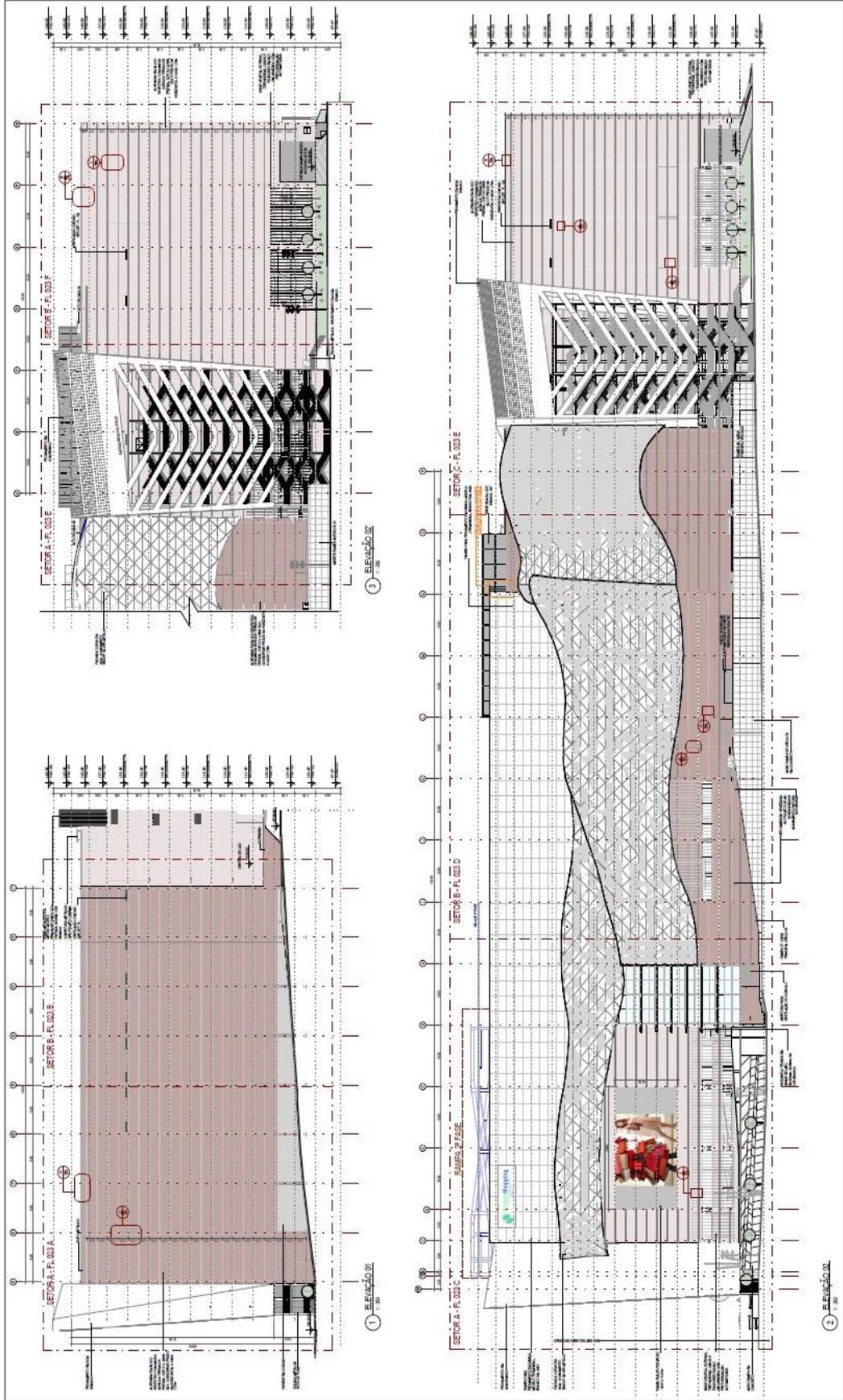
A segunda dificuldade ocorreu quanto à sua representação já na fase de projeto executivo, uma vez que, dada a complexidade da forma, as vistas naturais de projeto (Figura 13) não eram suficientes para entendimento completo da volumetria, e correta interpretação por parte dos projetistas e calculistas estruturais. A Arquitetura passou a agregar em suas pranchas de projeto, as vistas tridimensionais para melhor visualização e entendimento da composição.

Dessa forma, foi elaborado um pacote de vistas em 3D do conjunto das fachadas, com perspectivas explodidas, que permitiam sobrepor ou separar as “cascas” que determinavam a composição (Figura 14).

A possibilidade de elaborar a vista 3D com desmembramento dos componentes por meio dos planos, também ocorreu pela sugestão e orientação dos consultores. A vista era gerada a partir de *plug-in* específico, cuja funcionalidade viria a ser incorporada como ferramenta própria do software, alguns anos adiante.

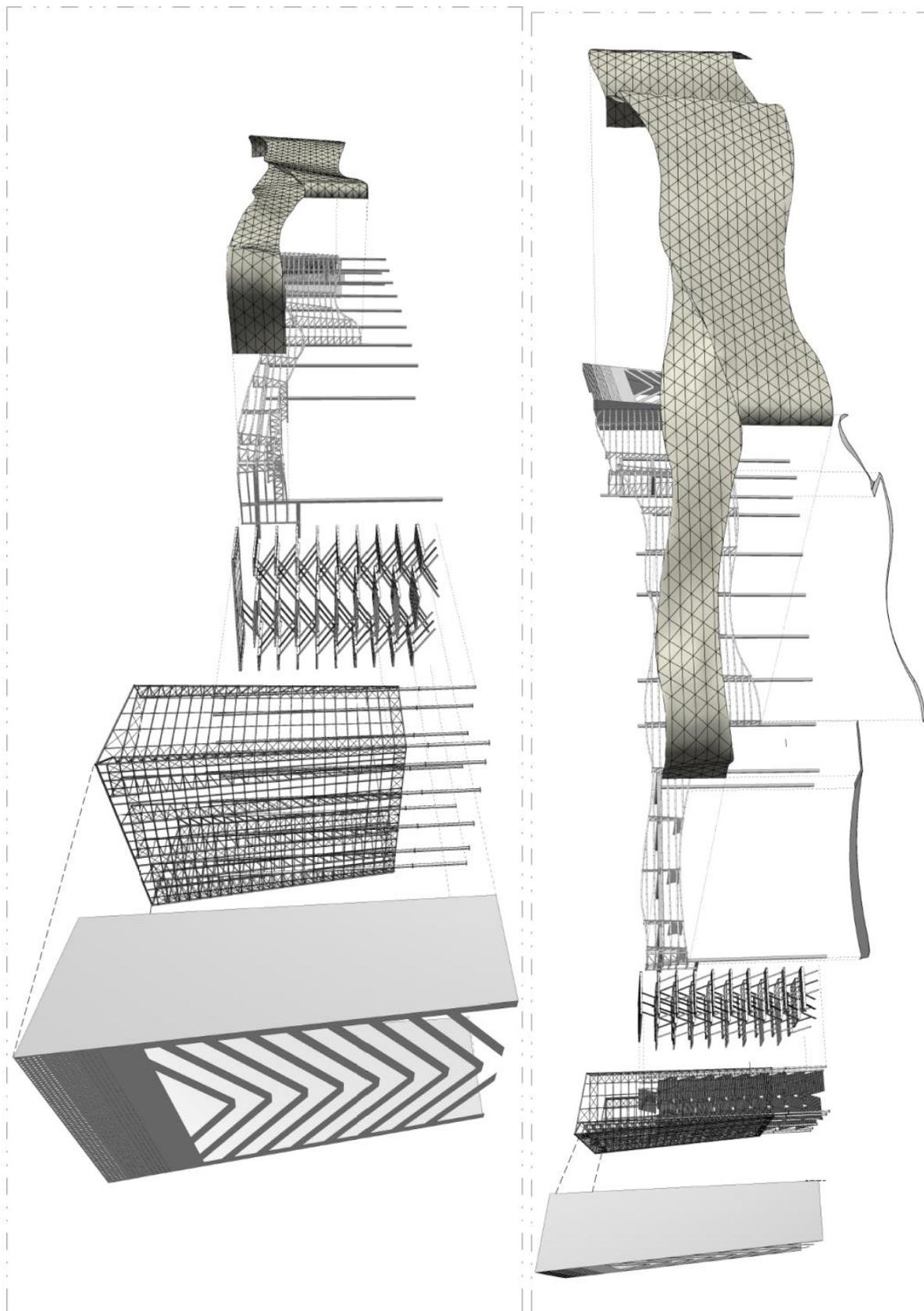
A dificuldade maior sobreveio quando, já em fase de projeto executivo, o departamento de orçamentação contratado pelo cliente apresentou os custos relativos à execução da fachada. O valor final era exorbitante, e praticamente inviabilizava a construção da fachada, o que fez com que o cliente solicitasse com urgência reunião para discussão do assunto.

Figura 13 - Elevações das Fachadas



Fonte: Empresa.

Figura 14 - Perspectiva - Explodida das Fachadas.



Fonte: Empresa.

Várias reuniões foram elaboradas com os orçamentistas e com a equipe de Engenharia para discussão e para que se chegasse numa solução. Um dos principais argumentos pelos quais se justificava o alto valor do orçamento, seriam as dificuldades técnico-construtivas, e de mão de obra para sua execução. A Arquitetura, para convencer os envolvidos de sua viabilidade, se propôs a gerar novo pacote de ampliações da fachada, a fim de esclarecer melhor o entendimento sobre o modelo construtivo que almejava e defendia, alegando que sua complexidade era passível de técnica de padronização.

Foram criadas várias vistas para elucidar a composição (Figura 16), entre as quais haviam plantas a cada meio nível (1,50m), e cortes a cada eixo de projeto. Dessa maneira, seria possível visualizar a geometria espacial da forma, 'fatiando' a fachada como um todo.

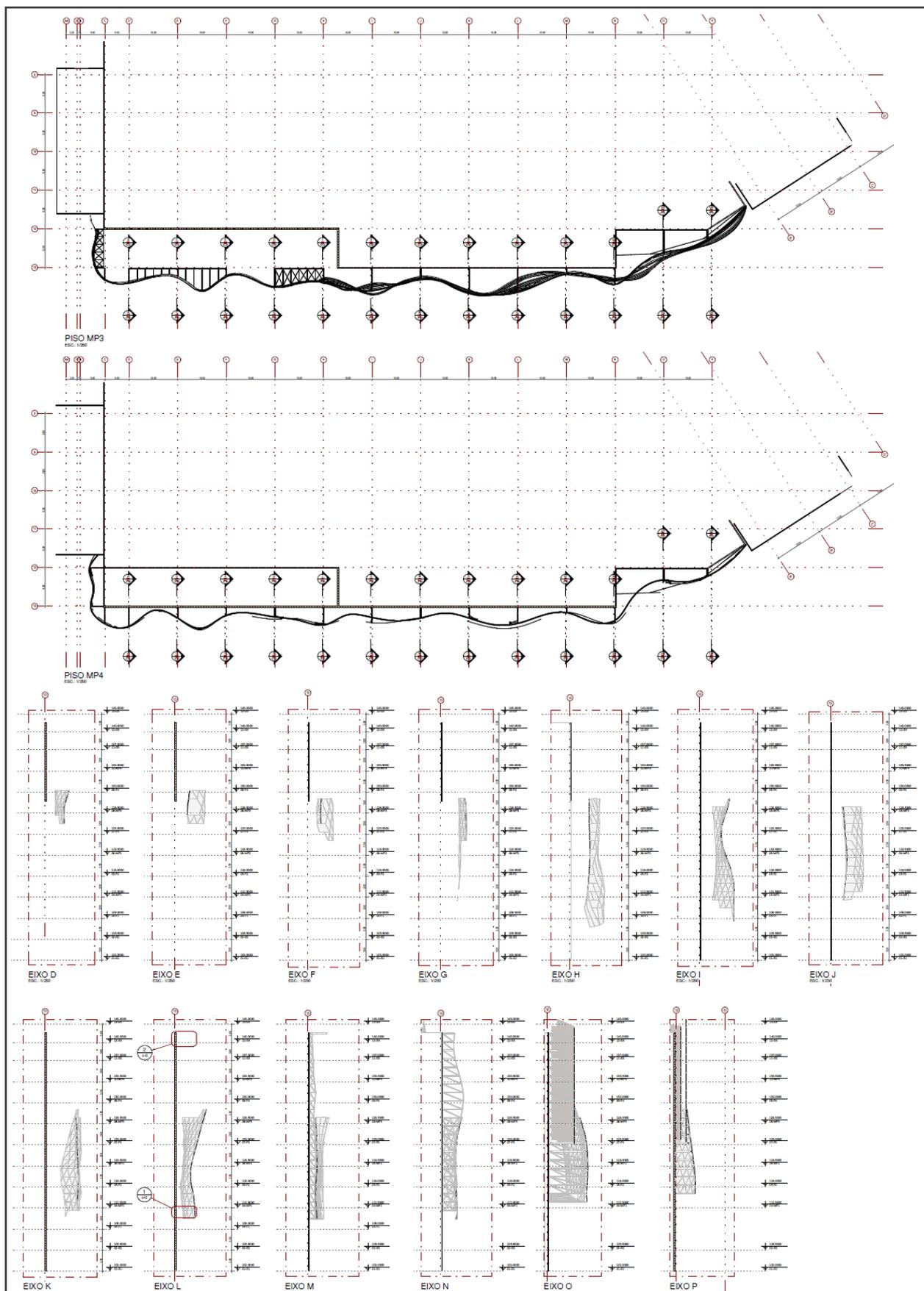
Em nova reunião foi apresentado o novo pacote de ampliação. Após sua análise, chegou-se à conclusão de que a fachada seria de fato viável. Houve nova concorrência para sua execução, e o novo orçamento gerado chegou à proporção de 1/10 com relação ao valor inicialmente cotado. Ademais, foram elaboradas diversas simulações pela empresa de Arquitetura, quanto à paginação da superfície da fachada, em busca de um desenho e dimensão de peças (chapas) que compusessem o conjunto de forma a trazer otimização de material (consequentemente, de carga e custo), e melhor desempenho quanto à sua estruturação e montagem. Ao término de todo o processo, a fachada foi de fato executada com solução por triangulação sugerida pela Arquitetura (Figuras 15 e 17).

*Figura 15 - Maquete eletrônica com vista da fachada principal*



Fonte: Empresa.

Figura 16 - Parte das ampliações geradas da fachada.



Fonte: Empresa.

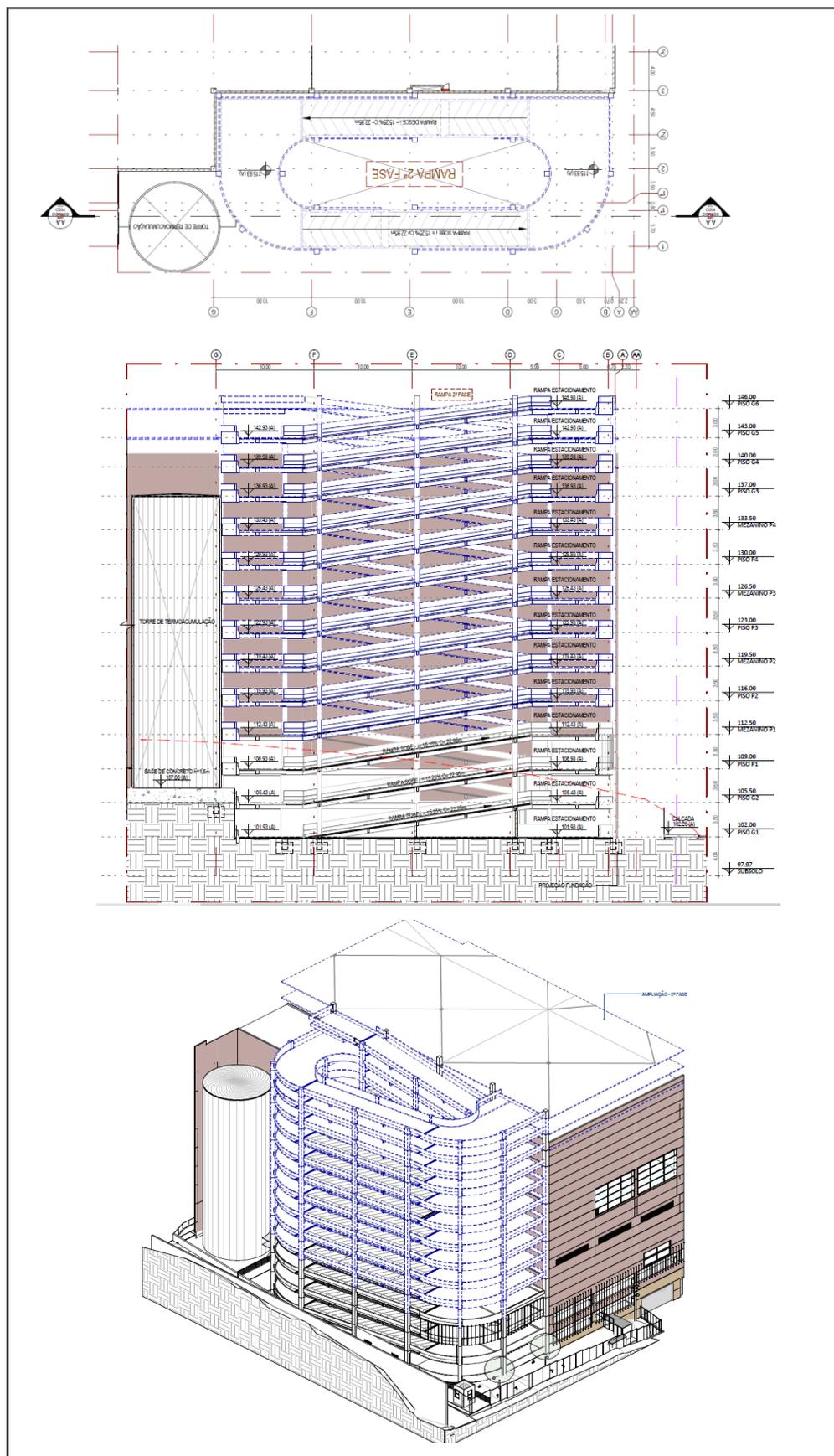
Figura 17 - Fotos de trecho da fachada já executada.



Fonte: Empresa.

Um outro ponto importante ligado ao desenvolvimento deste projeto, foi a potencialidade de entendimento e melhor visualização do projeto por meio das vistas tridimensionais do modelo 3D. Assim como o caso das fachadas, por sua utilização, foi possível convencer projetistas e técnicos de aprovação quanto à funcionalidade da rampa helicoidal cruzada, projetada para o prédio (Figura 18).

Figura 18 - Vistas da rampa de veículos projetada para acessar as garagens nos pisos superiores do conjunto.



Fonte: Empresa.

O desenvolvimento do processo de modelagem do projeto, cujo acompanhamento e assessoria perduraram desde o início de sua implementação (modelagem do projeto básico), até a fase de projeto executivo, foi capaz de revelar vários avanços significativos, por meio de procedimentos aplicados, e que também foram instaurados nos demais projetos. A maneira de se modelar o edifício passou a ser melhor controlada, e os padrões foram melhor estabelecidos e alinhados. Ademais, foi possível adotar este projeto-piloto como realmente um canteiro de testes, monitorado e avaliado semanalmente, e com acompanhamento de perto pela arquiteta que ficara responsável por acompanhar e controlar o processo de consultoria.

Uma das problemáticas identificadas ao término do processo de modelagem e documentação deste projeto, serviu de base para melhorias futuras que foram discutidas e implementadas em outros projetos. Já numa fase avançada deste projeto-piloto, eram elaboradas as plantas técnicas (Figuras 19 e 20) para cada loja do empreendimento. Como as demais disciplinas de projeto não eram modeladas, e tinham suas bases recebidas em AutoCAD, eram compatibilizadas com uso de processo manual e visual. Dessa forma, o modelo de arquitetura começou a ficar extremamente carregado e com processamento mais lento à medida em que eram criadas novas plantas técnicas, dada a quantidade de plantas em CAD que eram vinculadas nas plantas dos pavimentos, para que fossem criadas as plantas de loja por loja. Ademais, o processo de compatibilização ainda se mantinha com base em 2D, e demandava esforços e tempos imensos para serem efetivados. Não houve uma solução implementada para tal questão, dada a já avançada etapa de projeto / final de obra. Entretanto, como mencionado logo acima, a questão foi objeto de discussões intensas e a solução foi contemplada no Projeto 2, relatado sumariamente no tópico a seguir.





## 5.7. TREINAMENTO PARA MODELAGEM DE FAMÍLIAS

No ano de 2013, em paralelo às visitas que eram efetuadas semanalmente, deu-se início a um treinamento específico atribuído a ao menos dois estagiários, com foco na modelagem e edição de famílias. O intuito era de habilitar funcionários específicos para darem sequência à evolução, crescimento e customização da biblioteca de famílias, bem como disseminação de conhecimento. Estes mesmos funcionários foram incumbidos sem seguida pela responsabilidade sobre a organização e da biblioteca no servidor compartilhado, e por atender às demandas novas de famílias, que surgiam conforme se dava o desenvolvimento dos projetos. O treinamento perdurou até meados do final da consultoria, em 2015.

## 5.8. PROJETO 2

O segundo projeto, com cerca de 40 mil metros quadrados de área construída, consideravelmente menor que o Projeto 1 (projeto-piloto anteriormente apresentado), teve seu desenvolvimento iniciado no ano de 2013, e a finalização da obra em 2015. É importante esclarecer que houve o desenvolvimento de outros projetos no decorrer do acompanhamento e do suporte das consultorias. O projeto em questão foi selecionado para que, sumariamente, fossem relatados alguns pontos relevantes que tiveram impacto direto nas decisões e no padrão de processo de modelagem dentro da empresa, e cuja implementação estava portando em desenvolvimento.

O empreendimento em questão (Figuras 21 e 23) fica localizado na cidade do Rio de Janeiro, e configura um Centro de Compras com conceituação de *Outlet*. Trata-se de um empreendimento comercial, com tipologia diferenciada, por se tratar de um “*Shopping Aberto*”. Foi desenvolvido, dessa forma, dentro do conceito de *Open Mall*, e uma das dificuldades encontradas no decorrer de sua concepção foi justamente de convencer o cliente sobre o partido adotado, e da forma concebida para o conjunto, cuja arquitetura almejava a qualidade dos espaços, estabelecendo áreas abertas e de convivência.

O projeto é composto por dois pavimentos térreos de pisos de loja (em virtude a conformação da topografia local), áreas de estacionamento descoberto, e um edifício de *deck parking* para complementar e atender a demanda por vagas de estacionamento.

Sua estrutura é composta por elementos em concreto pré-moldado, algumas partes projetadas em metálica, coberturas metálicas, fechamentos em alvenaria de bloco de concreto, e revestimentos de fachada em elementos industriais, como fechamentos em placas metálicas de ACM. Apresenta, ao centro do conjunto, uma composição de espelho d'água, com passarelas sobre ele que permitem a transição e uma ponta a outra.

A maior parte das instalações foi considerada aparente para corte de custos, e uma parcela das áreas molhadas tivera a concepção de seus revestimentos em cimento queimado, também como forma de redução de custos, porém possibilitando um design mais industrial. O projeto de arquitetura precisou se adequar, em alguns sentidos, à otimização de custos estabelecida pelo cliente, sem que houvesse prejuízo da qualidade arquitetônica dos espaços.

Seu processo de modelagem foi mais simplificado e melhor planejado, tendo em vista a experiência e expertise já adquiridos por meio do desenvolvimento (da modelagem) de outros projetos que se deram neste meio tempo, e em virtude do amadurecimento estabelecido pelo processo de consultoria assistida.

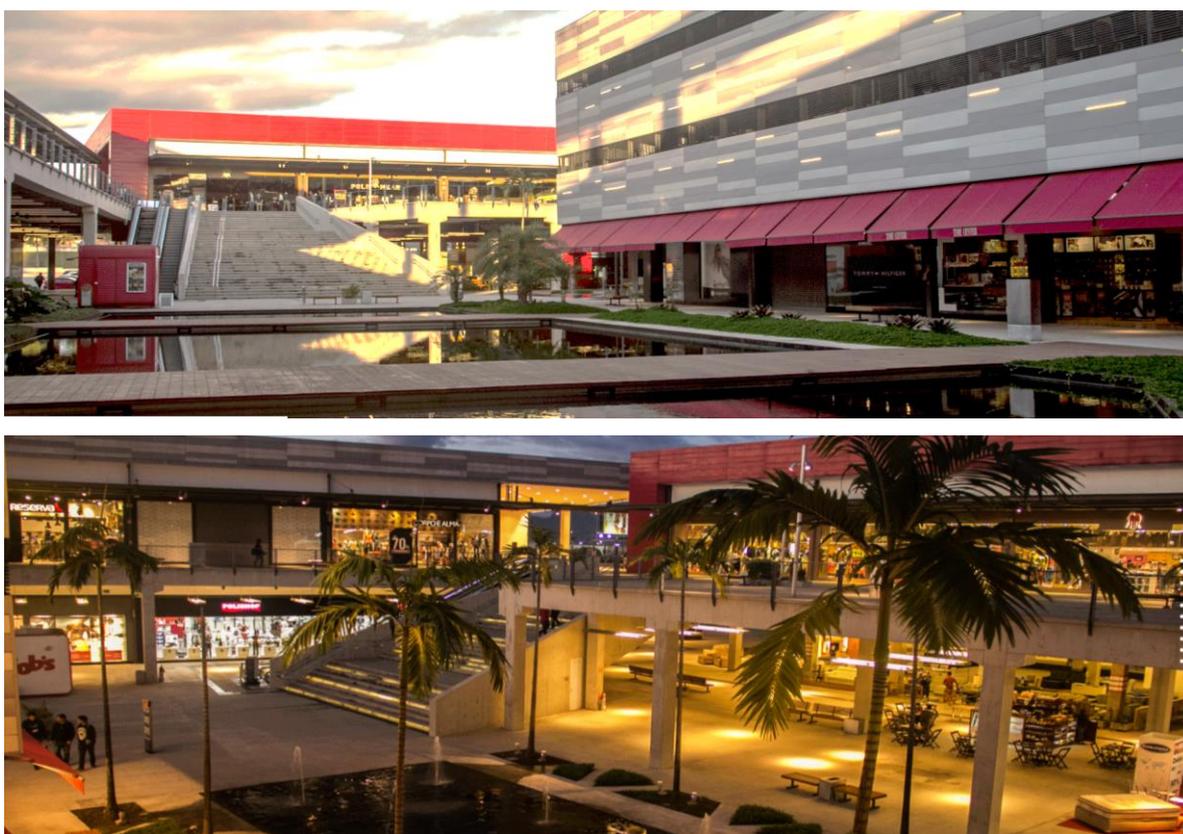
Foram elaborados cronogramas específicos: o cronograma de Projeto, e, a ele vinculado, um cronograma de Modelagem. O primeiro estabelecia as entregas-macro (data e material a emitir e cadastrar), com as datas específicas de entregas de projeto, às quais se 'amarravam' as entregas das demais frentes e disciplinas. O segundo cronograma era constituído pelos pacotes de entregas (das datas estabelecidas no primeiro cronograma), com as correspondentes atividades de modelagem necessárias para sua efetivação. Nele havia um planejamento das tarefas de modelagem, de documentação e de detalhamento, status de conferência por parte da arquiteta responsável pelo projeto em questão, e os correspondentes prazos estabelecidos. Houve, portanto, uma evolução clara quanto ao planejamento de atividades e fluxos de trabalho, gestão de recursos (pessoas trabalhando sobre o modelo), e gestão de qualidade e controle do modelo (controle de status e conferências diversas, todos já contemplados em cronograma de projeto), além das vistorias recorrentes elaboradas pela própria arquiteta sobre o modelo.

Cabe destacar que a evolução do planejamento foi efetivada a partir das reuniões e discussões aprofundadas com a equipe de consultoria contratada, e reuniões internas semanais para planejamento e controle de projetos.

O meio adotado (planejamento e cronograma) teve importância fundamental para um melhor entendimento do processo de projeto e de sua modelagem.

Junto às plantas comerciais, cuja apresentação era rotina e essencial durante as reuniões de projeto com o cliente e demais frentes, inclusive do departamento comercial, passaram-se a apresentar também vistas em perspectiva do conjunto, com imagens aéreas para visualização do projeto como um todo, e suas composições, e imagens internas, para entendimento melhor dos fluxos, escala e proporção dos elementos, além de vistas importantes para os desenhos e posições das lojas, todas extraídas do modelo. Foi perceptível a clareza de entendimento sobre o projeto pelos interessados, com relação às reuniões anteriores em que somente eram apresentadas as plantas. Permitiu-se que as discussões fossem melhor aprofundadas, mediante o entendimento com a visualização em 3D.

*Figura 21 - Fotos do empreendimento já operando (Projeto 2).*



*Fonte: Empresa.*

Todas as etapas de projeto foram elaboradas com a ferramenta, desde os estudos de volumetrias e viabilidade, passando pelas validações por parte do cliente, e por todas as etapas de projeto (anteprojeto, projeto básico, projeto executivo e detalhamento para obra, até projetos de aprovação (prefeitura, segurança e incêndio, departamento de trânsito, etc.).

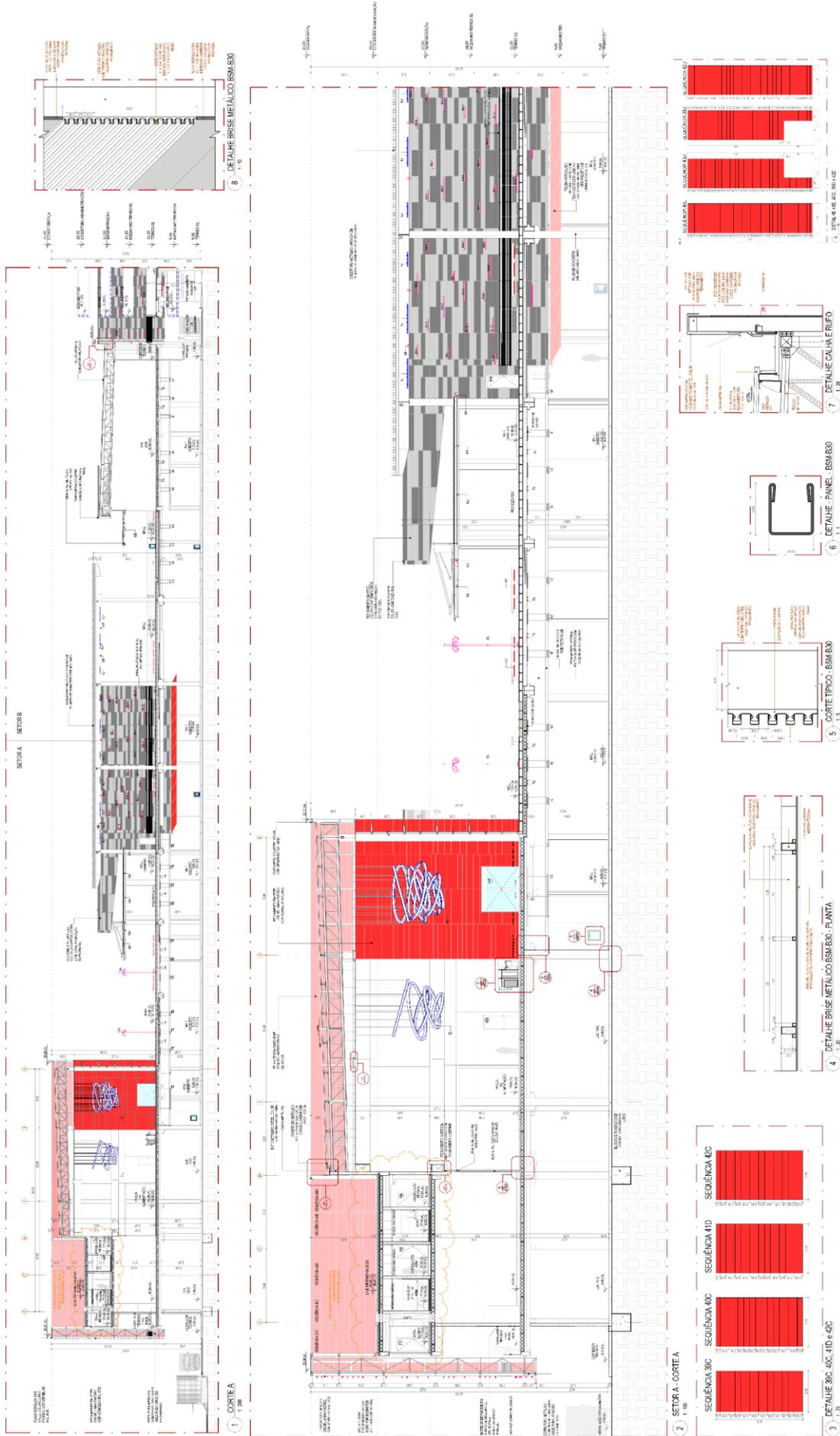
A empresa de arquitetura, junto à equipe de consultoria, decidiu implementar a tentativa de modelagem de sistemas durante o desenvolvimento do Projeto 2, como meio para alcançar melhor desempenho ao gerar as plantas técnicas das lojas, e em busca de otimização de tempo e melhor assertividade nas compatibilizações de projetos.

Foi dada continuidade ao conceito de modelo federado, portanto os sistemas foram modelados em arquivos separados, cada um conforme sua respectiva disciplina, e foram todos vinculados como *Links* dentro do arquivo de projeto de Arquitetura. As bases para os projetos de instalações eram recebidas todas em AutoCAD, em desenhos bidimensionais, inseridos nas vistas dos modelos, e modelados com o acompanhamento e assessoria da equipe de Consultoria. Diferentemente o projeto-piloto inicial, as plantas técnicas passaram a ter a representação mais precisa e facilitada dos sistemas, em virtude de sua modelagem.

A qualidade gráfica de apresentação do projeto também foi um fator de grande peso, quando comparados aos desenhos elaborados durante o início da consultoria (Figura 22, Figura 24 e Figura 25).

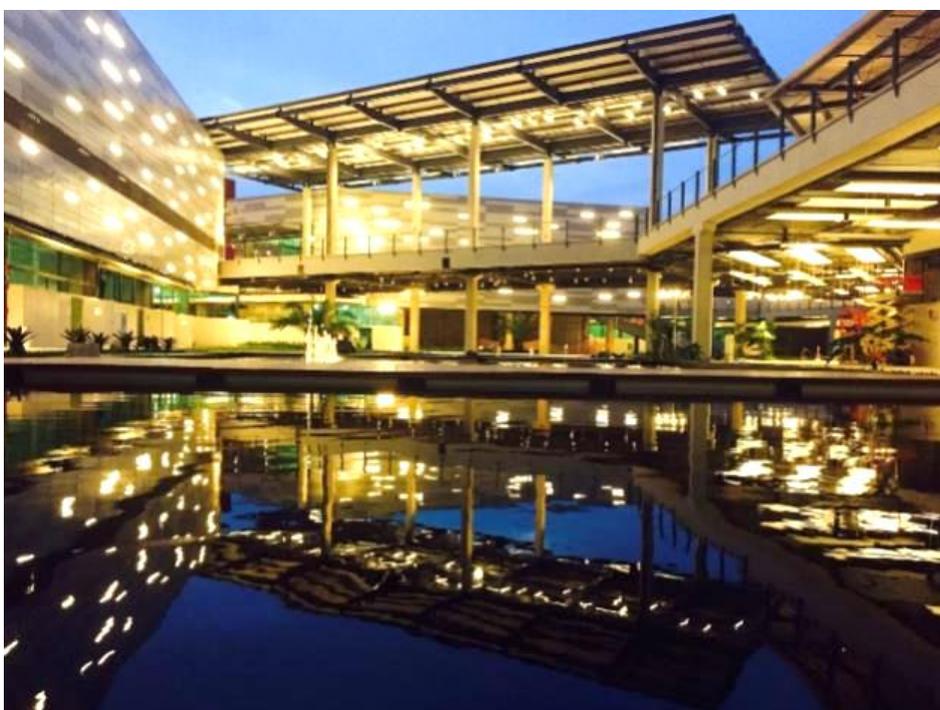
A documentação foi efetivamente mais completa e precisa, além da rapidez com que foi desenvolvida quando comparada aos processos elaborados até então dentro da empresa. A quantidade de informações geradas e documentadas para execução, além da parceria estabelecida entre obra e equipe de projeto, trouxe facilidades e otimizações durante o processo, reduzindo-se o tempo que geralmente é despendido com correções e retrabalhos em projeto e execução, e permitindo, conseqüentemente, concentrar maiores esforços voltados à qualidade do projeto e de soluções.

Figura 22 - Cortes e detalhes do projeto.



Fonte: Empresa.

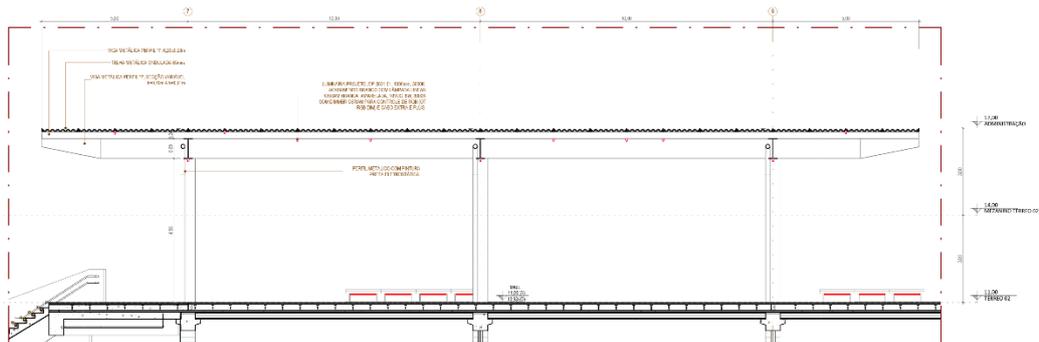
Figura 23 - Foto do conjunto já executado e em funcionamento



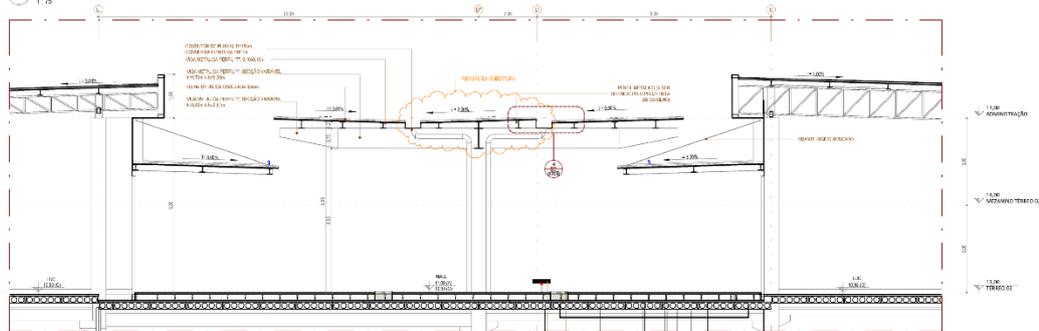
Fonte: Empresa.

Por meio do modelo, também foi possível elaborar estudos de movimentação de terra, desde os estudos de viabilidade, colaborando para a definição das cotas de implantação dos dois pisos térreo, até à fase de projeto executivo, com a representação pontual de situações de corte e aterro (Figura 26).

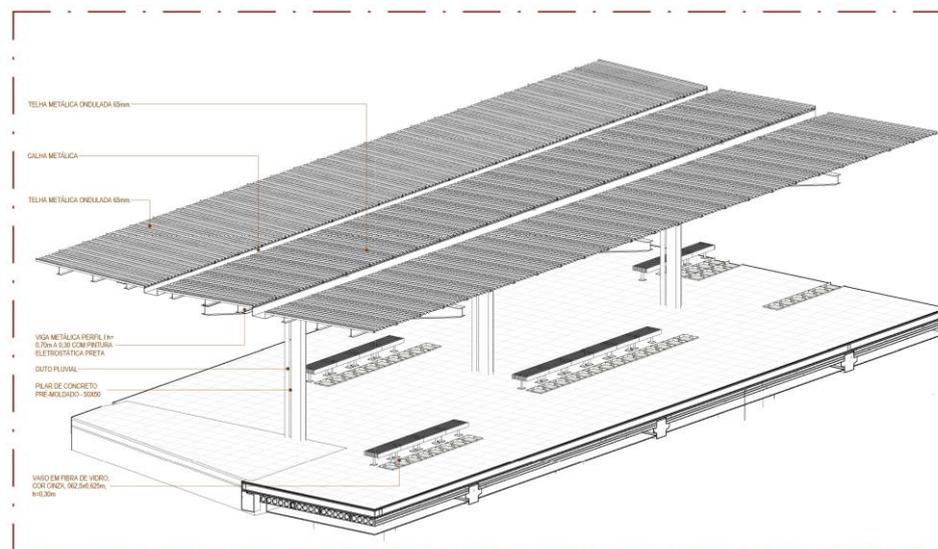
Figura 24 - Exemplo de detalhamento da coberturas que aparecem nas fotos logo acima.



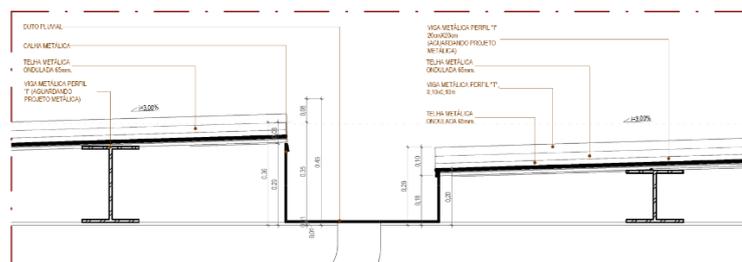
1. CORTE AMPLIAÇÃO COBERTURA METÁLICA



2. CORTE AMPLIAÇÃO COBERTURA METÁLICA



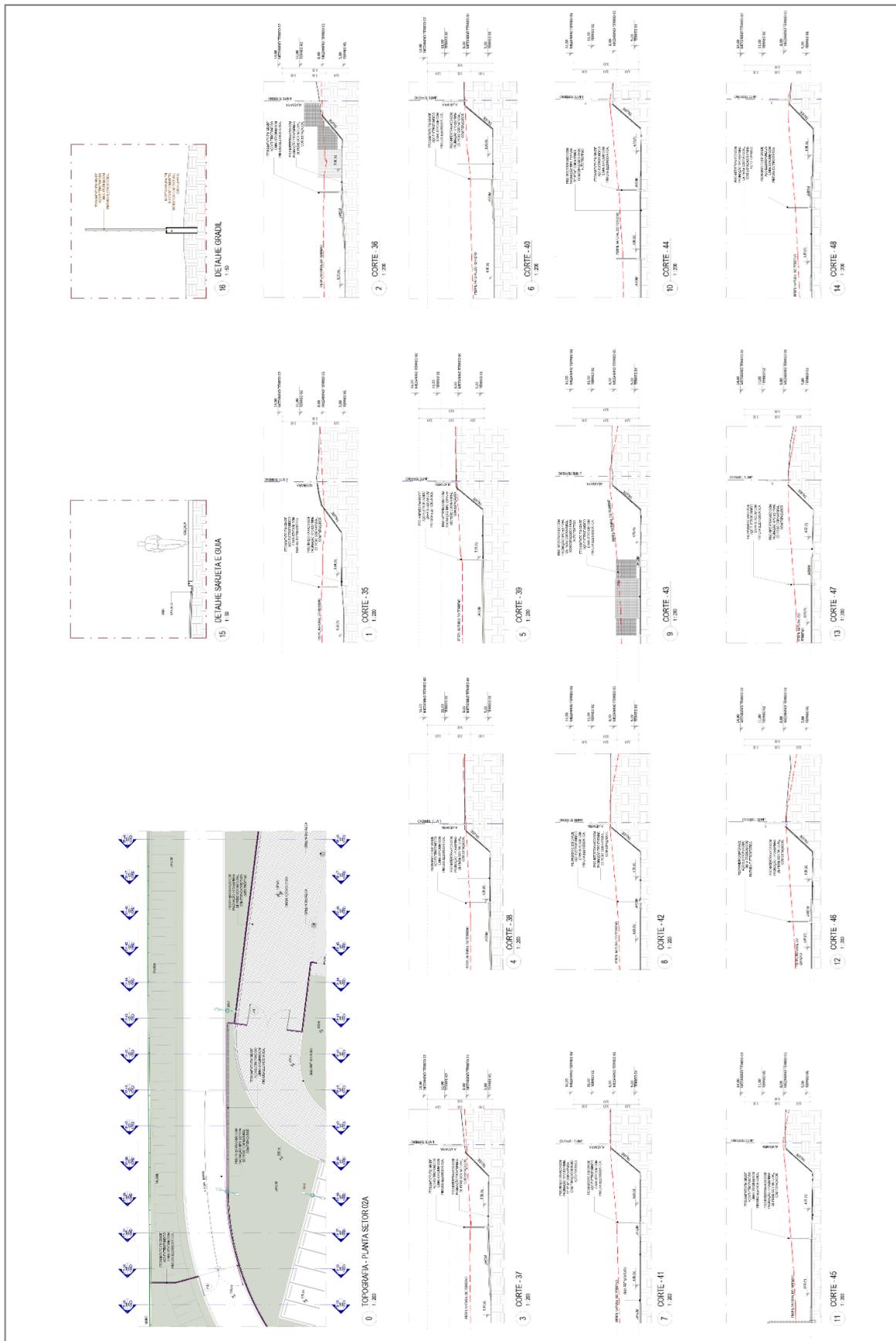
3. PERSPECTIVA COBERTURA METÁLICA



4. DETALHE CAIXILHO COBERTURA



Figura 26 - Ampliação de trecho da circulação externa de veículos, com representação precisa das situações de corte e aterro.



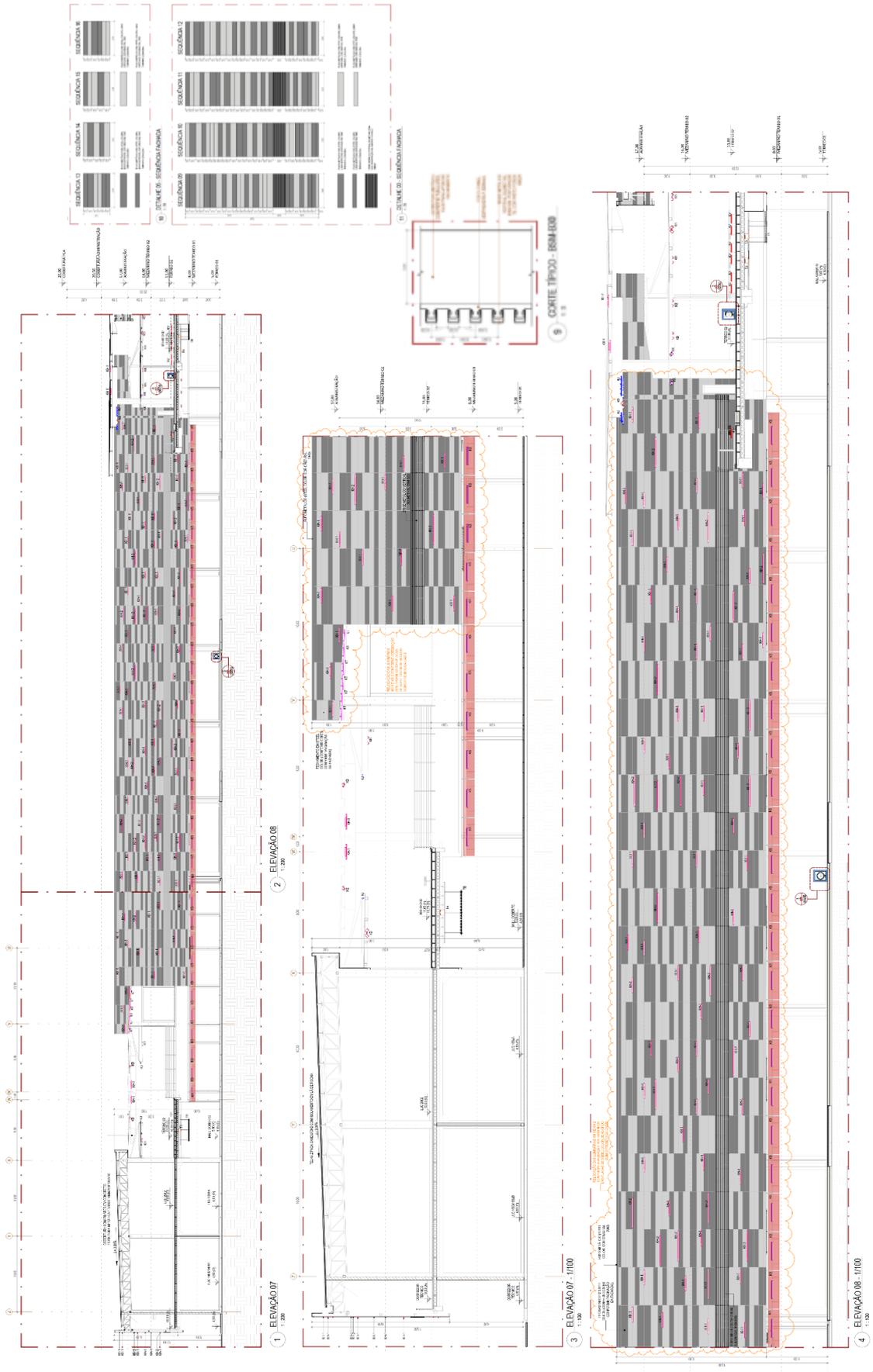
Fonte: Empresa.

O aperfeiçoamento alcançado por meio da experiência adquirida pela empresa, no decorrer da implementação do processo para modelagem da informação da construção, foi trazendo alguns benefícios e vantagens para a empresa com o decorrer do tempo. Ao término do processo, foi possível estabelecer um padrão melhor alinhado, e extrair de forma completa a quantificação de modelagem da construção do Projeto 2. O Caderno de Quantitativos (Figura 30, Figura 31 e Figura 32), como ficou denominado, foi entregue ao cliente e ao departamento de orçamento e obra (contratado pelo cliente).

Figura 30 contempla a extração de quantitativo de painéis das fachadas para um dos empreendimentos construídos projetados pela empresa. A modelagem da informação viabilizou não apenas a quantificação de placas metálicas, por tipologias, e conforme suas dimensões, como também possibilitou a elaboração de vários estudos de paginação (Figura 27) em busca de uma composição otimizada do ponto de vista de materiais e custo, conservando a linguagem arquitetônica concebida (Figuras 28 e 29). Ademais, resultou num melhor alinhamento técnico com o fornecedor da tecnologia construtiva, por possibilitar melhor visualização e entendimento dos trechos de composição (área e posição de instalação das placas). A Figura 23 retrata o projeto já executado, e em funcionamento.

A empresa de arquitetura, durante o processo de projeto e modelagem do denominado Projeto 2, passou a desenvolver a extração de quantitativos do empreendimento, a partir da modelagem virtual da construção. As primeiras quantificações foram elaboradas de forma dificultada, pois se observou que alguns parâmetros e critérios deveriam ainda se alinhados e padronizados, tanto dentro do modelo, quanto aqueles provenientes desde o *template*. Ademais, houve a necessidade de toda uma revisão no padrão de Parâmetros Compartilhados (*Shared Parameters*) desenvolvido internamente pela equipe de produção, durante o período de consultoria. A revisão foi necessária porque nem todas as famílias possuíam o mesmo parâmetro associado, assim como foi constatado que nem todas estavam condizentes com a categoria de família ou componente, que permitisse a correta quantificação.

Figura 27 - Paginação de fachada.



Fonte: Empresa.

Figura 28 - Foto da Obra



Fonte: Empresa.

Figura 29 - Foto a execução já finalizada, e empreendimento em operação.



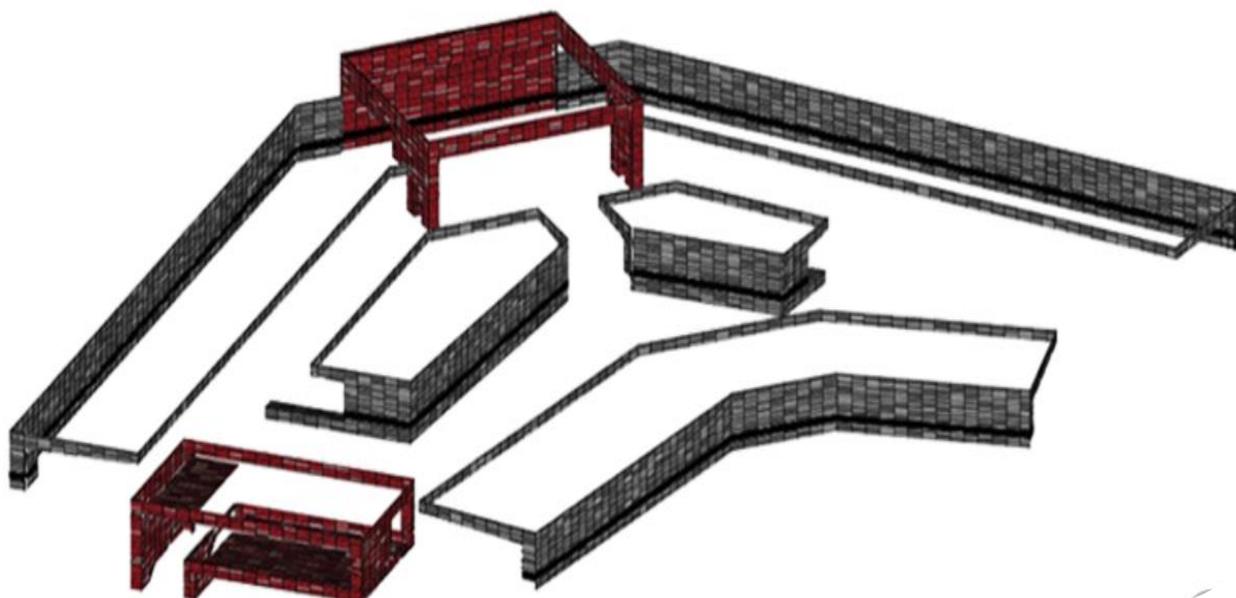
Fonte: Empresa.

Ao término do processo, foi possível estabelecer um padrão melhor alinhado, e extrair de forma completa a quantificação de modelagem da construção do Projeto 2. O Caderno de Quantitativos (Figura 30, Figura 31 e Figura 32), como ficou denominado, foi entregue ao cliente e ao departamento de orçamento e obra (contratado pelo cliente).

Figura 30 - Exemplo de Extração de Quantitativos a partir do modelo

QUANTITATIVO - MATERIAL DE FACHADA		
PLACA	DESCRIÇÃO	ÁREA
	PLACA METÁLICA CSN, STEEL COLORS, LINHA ESPECIAIS, COR CINZA RAL 7035.	2885,11 m <sup>2</sup>
	PLACA METÁLICA CSN, STEEL COLORS, LINHA ESPECIAIS, COR CINZA RAL 7040.	2881,26 m <sup>2</sup>
	PLACA METÁLICA CSN, STEEL COLORS, LINHA PADRÃO, COR VERMELHO RAL 3000.	4834,61 m <sup>2</sup>
		10600,98 m <sup>2</sup>

QUANTITATIVO - BRISE METÁLICO VERTICAL SULMETAIS (BSM-B30)		
BRISE	DESCRIÇÃO	ÁREA
	BRISE METÁLICO VERTICAL SULMETAIS, BSM-B30.	519,84 m <sup>2</sup>



Fonte: Empresa.

Figura 31 - Fragmento do Caderno de Extração de Quantitativos, elaborado pela empresa de arquitetura.

**Q08A | QUANTITATIVO MARQUISES DE COBERTURA DO MALL**

QUANTITATIVO - METÁLICA - MARQUISES			
TIPO DE VIGA	m/l		
CAIBRO METÁLICO	4027,12		
VIGA METÁLICA PERFIL "T", 0,20x0,20m	132,45		

QUANTITATIVO - TELHA METÁLICA MARQUISES	
TIPO	ÁREA
TELHA METÁLICA ONDULADA 65mm	3007,13 m <sup>2</sup>

QUANTITATIVO - METÁLICA (PERFIL DOBRADO) - MARQUISES			
TIPO DE VIGA	QTE	m/l	m/l
TIRANTE RÍGIDO PERFIL "L", 0,50x0,50m	237	---	2483,24
VIGA METÁLICA PERFIL "T" 0,20x0,35m COM PINTURA PRETA COM ENCAIXE PARA TIRANTE RÍGIDO ROSCADO	56	288,44	---

QUANTITATIVO - TIRANTES - MARQUISES	
DESCRIÇÃO	m/l
TIRANTE RÍGIDO ROSCADO	580,00

QUANTITATIVO - CONTRAVENTAMENTO - MARQUISES	
TIPO DE VIGA	m/l
BARRAS METÁLICAS PARA CONTRAVENTAMENTO DA COBERTURA	1713,98

TELHA ZIPADA SANDUÍCHE COM ISOLAMENTO EM Lã DE ROCHA  
 RUFO METÁLICO (STEEL COLOR, COR CINZA RAL 7040)  
 PLACA METÁLICA CSN, STEEL COLORS, LINHA ESPECIAIS, COR CINZA RAL 7040.  
 FECHAMENTO VERTICAL EM PLACA DE GESSO COM ACABAMENTO A DEFINIR  
 TELHA METÁLICA ONDULADA 65mm  
 BARRA DE APOIO TIRANTE  
 PILAR DE CONCRETO PRE-MOLDADO - 50X50  
 PERFIL METÁLICO DIVISOR DE LOJA 10x20  
 BANCO EM MADEIRA IPÊ COM MATERIAL SELANTE SEM BRILHO COM APOIO EM AÇO INOXIDÁVEL  
 PISO EM PLACAS DE ARGAMASSA ARMADA, 0,60x0,60m  
 GUARDA CORPO METÁLICO, VER FOLHA 063A, h=1,15m  
 VASO EM FIBRA DE VIDRO, COR CINZA, 062,5x0,625m, h=0,30m

Fonte: Empresa.

Figura 32 - Fragmento do Caderno de Extração de Quantitativos, elaborado pela empresa de arquitetura.

Q16A   QUANTITATIVO		
ALVENARIAS, REVESTIMENTOS E FECHAMENTOS		
<b>QUANTITATIVO - ALVENARIAS</b>		
DESCRIÇÃO	ÁREA	
BLOCO DE CONCRETO 14cm	639,22 m <sup>2</sup>	
BLOCO DE CONCRETO 19cm	13264,28 m <sup>2</sup>	
BLOCO DE CONCRETO 19cm BLINDADO NIVEL 3	188,31 m <sup>2</sup>	
<b>QUANTITATIVO - DRYWALL</b>		
DESCRIÇÃO	ÁREA	
DRYWALL DE GESSO	252,93 m <sup>2</sup>	
DRYWALL DE PLACA CIMENTÍCIA	180,63 m <sup>2</sup>	
<b>QUANTITATIVO - TELA METÁLICA</b>		
DESCRIÇÃO	ÁREA	
GRADIL EM TELA METALICA NA MODULAÇÃO DE 65x132mm COM PINTURA ELETROSTÁTICA.	209,90 m <sup>2</sup>	
<b>QUANTITATIVO - CONTENÇÃO</b>		
DESCRIÇÃO	m <sup>3</sup>	
CONTENÇÃO DE CONCRETO	142,43	
<b>QUANTITATIVO - GRADIL DE FECHAMENTO</b>		
DESCRIÇÃO	m <sup>3</sup>	
FECHAMENTO EM GRADE AÇO ELETROFUNDIDO LINHA STADIUM COM PINTURA ELETROSTÁTICA.	1072,51	
<b>QUANTITATIVO - ACABAMENTO SANITÁRIOS</b>		
DESCRIÇÃO	ÁREA	
ACABAMENTO CIMENTO QUEIMADO CINZA CLARO.	1443,59 m <sup>2</sup>	
<b>QUANTITATIVO - ACABAMENTO CENTRAL DE LIXO</b>		
DESCRIÇÃO	ÁREA	
CERÂMICA ELIANE, LINHA FORMA, COR BRANCO AC, FORMATO 45X45CM. REJUNTE: JUNTAPLUS GOLD TOTAL.	1207,71 m <sup>2</sup>	
<b>QUANTITATIVO - REVESTIMENTO CERÂMICO DE TETO TRIAGEM</b>		
DESCRIÇÃO	ÁREA	
CERÂMICA ELIANE, LINHA FORMA, COR BRANCO AC, FORMATO 45X45CM REJUNTE: NA COR DO PISO.	82,40 m <sup>2</sup>	
<b>QUANTITATIVO - ACABAMENTO PINTURA</b>		
DESCRIÇÃO	ÁREA	
PINTURA COM TINTA ACRILICA ANTI-BACTERIA ACETINADO SUIVINIL, COR A DEFINIR.	22,00 m <sup>2</sup>	
PINTURA EM TINTA LA TEX A BASE DE PVA, COR BRANCO GELO.	18,17 m <sup>2</sup>	
PINTURA TEXTURIZADA	1474,88 m <sup>2</sup>	
PINTURA, COR A DEFINIR.	3799,37 m <sup>2</sup>	
<b>QUANTITATIVO - TIJOLO DE VIDRO</b>		
DESCRIÇÃO	QTE	ÁREA
TIJOLO DE VIDRO NEUTRO 119 LISO SATINADO DOIS LADOS. CÔD. NEUTRO Q19 T SAT SEVES GLASS BLOCK DESIGN	756	26,00 m <sup>2</sup>

Fonte: Empresa.

### 5.9. PROJETO 3

O terceiro e último projeto abordado neste estudo de caso teve sua importância por também apresentar particularidades no decorrer de seu desenvolvimento, que levaram a outras práticas importantes dentro da empresa.

De forma concisa, foi justamente em decorrência deste projeto que, além de melhor se estabelecer a forma de modelagem das disciplinas de instalações – em vista do amadurecimento natural adquirido pelas experiências acumuladas até então, tanto no âmbito de modelagem quanto de conhecimento técnico por parte do corpo da equipe – também se resultou na contratação de nova fase de consultoria, voltada à compatibilização de interferências, por meio da Detecção de Conflitos por meio de software específico, cuja implementação viria a ocorrer posteriormente na empresa.

Outrossim, diferentemente do processo que ocorrera até então com todos os demais projetos da empresa, em que as bases de todos os projetos complementares eram recebidas em plataforma diferente, e em desenhos 2D, a contratação do projeto de Estrutura contemplava recebimento de bases tridimensionais (modeladas).

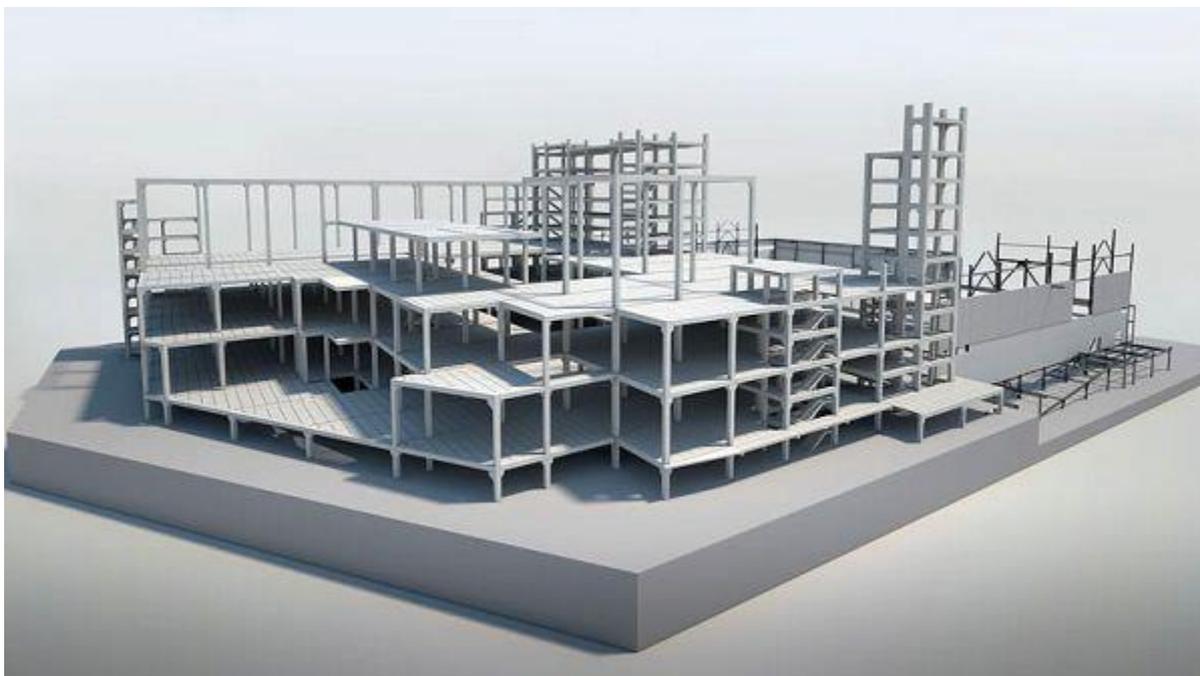
Dado início em 2014, o projeto em apreço concerne à construção de um *shopping center* na cidade de São Paulo-SP, composto por cerca de 90 mil metros quadrados de área construída, e mais de 30 mil metros quadrados de área bruta locável (ABL). Composto por quatro pisos, mais de 100 lojas, 20 quiosques e cerca de 1.400 vagas de estacionamento, distribuídas em seis andares de garagem. O projeto buscava constituir um arremedo à cidade, oferecendo um *mix* comercial diversificado, e priorizando grandes átrios e a criação de praças internas.

Com projeto estrutural híbrido – uma parcela do prédio foi executada em elementos pré-moldados em concreto, e outra parte em estrutura metálica (garagens) – cabe destacar que a construção foi vencedora do Prêmio Obra do Ano em pré-fabricados de concreto, concedido pela ABCIC (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto).

A complexidade e a dimensão do edifício fizeram com que o cliente optasse à preferência para contratação de empresa de projetos de estrutura que também elaborasse seus projetos em BIM (Figura 33). Tal plano foi efetivado e, no decorrer

das fases de projeto, eram recebidos pela Arquitetura os modelos contendo os elementos da estrutura em pré-moldado de concreto.

*Figura 33 - Imagem do modelo de estrutura em concreto pré-moldado, desenvolvido pela empresa contratada para desenvolvimento projeto estrutural.*



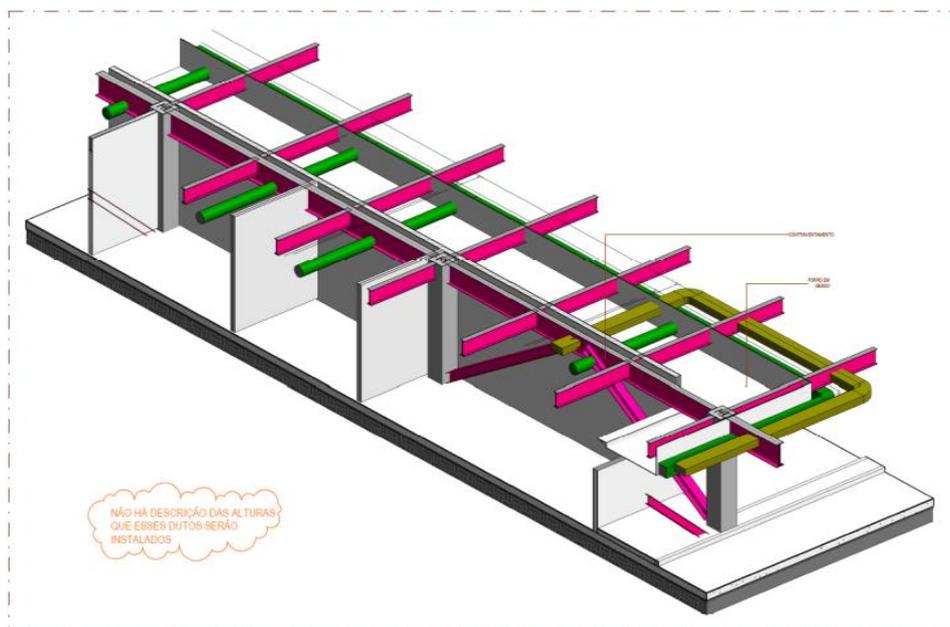
*Fonte: Disponível no site da empresa contratada.*

Os modelos da estrutura de concreto, entretanto, eram recebidos em extensão IFC, porquanto a empresa que os desenvolvia trabalhava numa plataforma distinta, que não fosse o Revit, porém específica para elaboração de projetos estruturais. A empresa de arquitetura, que a princípio esperava não mais haver a necessidade de modelar os elementos de estrutura, identificou alguns empecilhos quanto à inserção do modelo estrutural em seus arquivos, que limitavam a edição (principalmente) gráfica dos elementos, e optou por utilizar os modelos recebidos como fonte de dados precisa do projeto, e a partir dele, modelar o mesmo esquema estrutural que viria a ser vinculado aos seus modelos.

Dessa forma, ainda que não houvesse a utilização direta, em conjunto com a Arquitetura, do modelo recebido, houve uma colaboração assinalada que otimizou e acelerou o processo de modelagem. O entendimento sobre o projeto de estrutura se tornou mais simplificado, uma vez que não requeria o processo usual de abrir inumeráveis plantas e detalhes de projeto, e sua respectiva interpretação, para modelagem da estrutura.

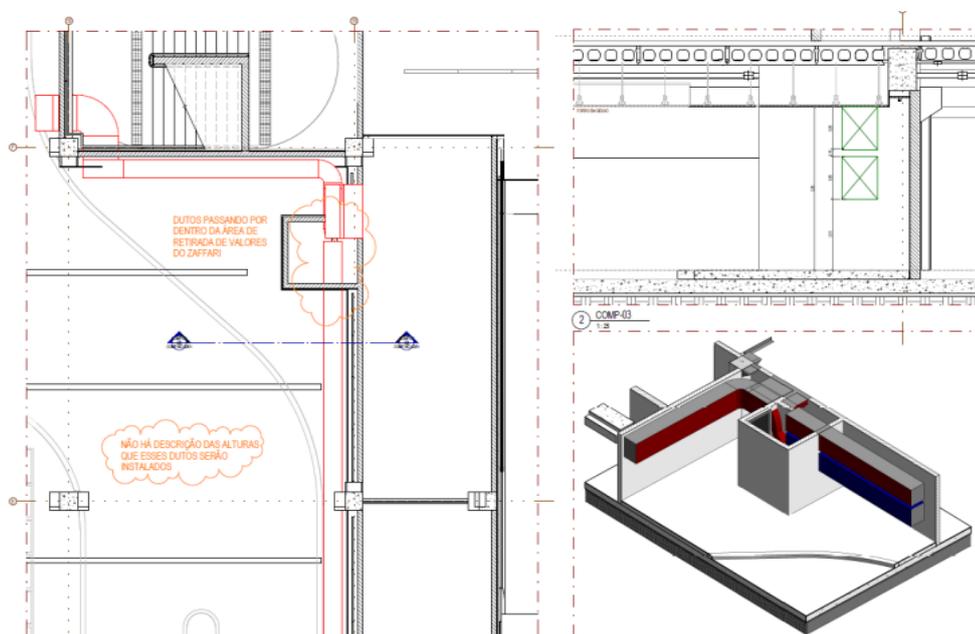
A modelagem de sistemas (Figuras 34 e 35) também foi aprofundada. Uma das solicitações da empresa contratante do projeto (cliente) era que fossem elaboradas reuniões semanais para compatibilizações. Desta forma, a empresa de arquitetura elaborava também semanalmente um relatório de compatibilização, que se efetuou até o final da obra.

Figura 34 - Modelagem de Instalações e Sistemas



Fonte: Empresa.

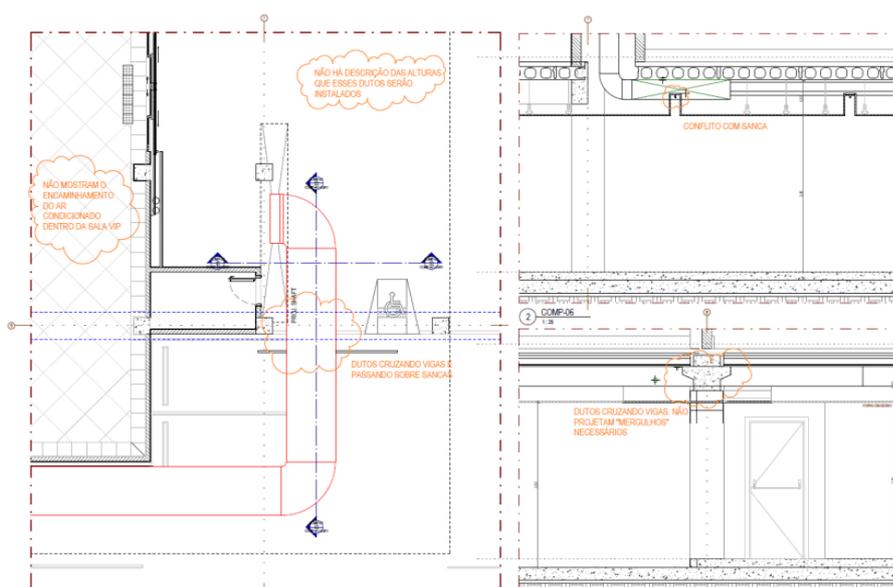
Figura 35 - Modelagem de Instalações e Sistemas



Fonte: Empresa.

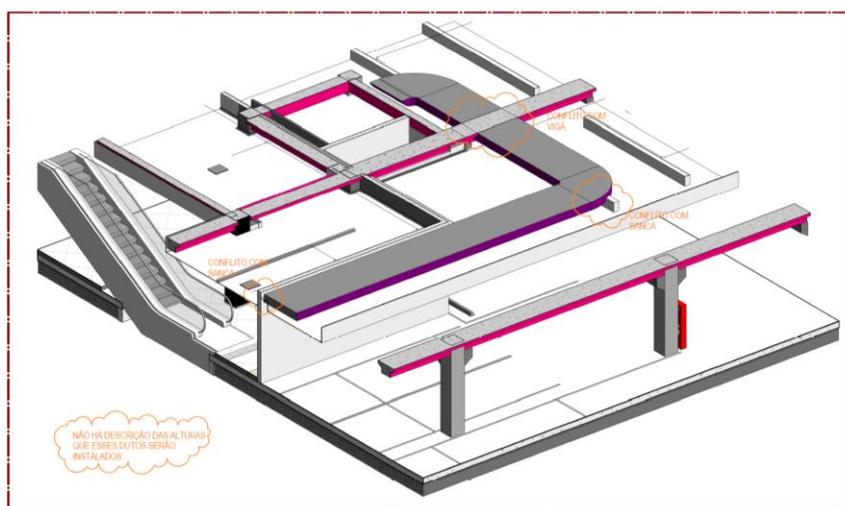
Tendo em vista a elaboração semanal dos Relatórios de Compatibilização, identificou-se no BIM um potencial ferramenta que pudesse auxiliar e trazer otimizações diversas. Houve a discussão para implementação do software NavisWorks na empresa, como ferramenta para compatibilização dos projetos, e identificação das interferências e inconsistências. Ainda assim, a implementação somente ocorreu após o término do projeto em questão. O método de compatibilização adotado, e sua documentação, seguia ainda como relatórios manuais por questão de tempo (Figuras 36 e 37).

Figura 36 - Compatibilização entre Arquitetura e Sistema de Ar Condicionado



Fonte: Autora.

Figura 37 - Modelagem de sistemas



Fonte: Empresa.

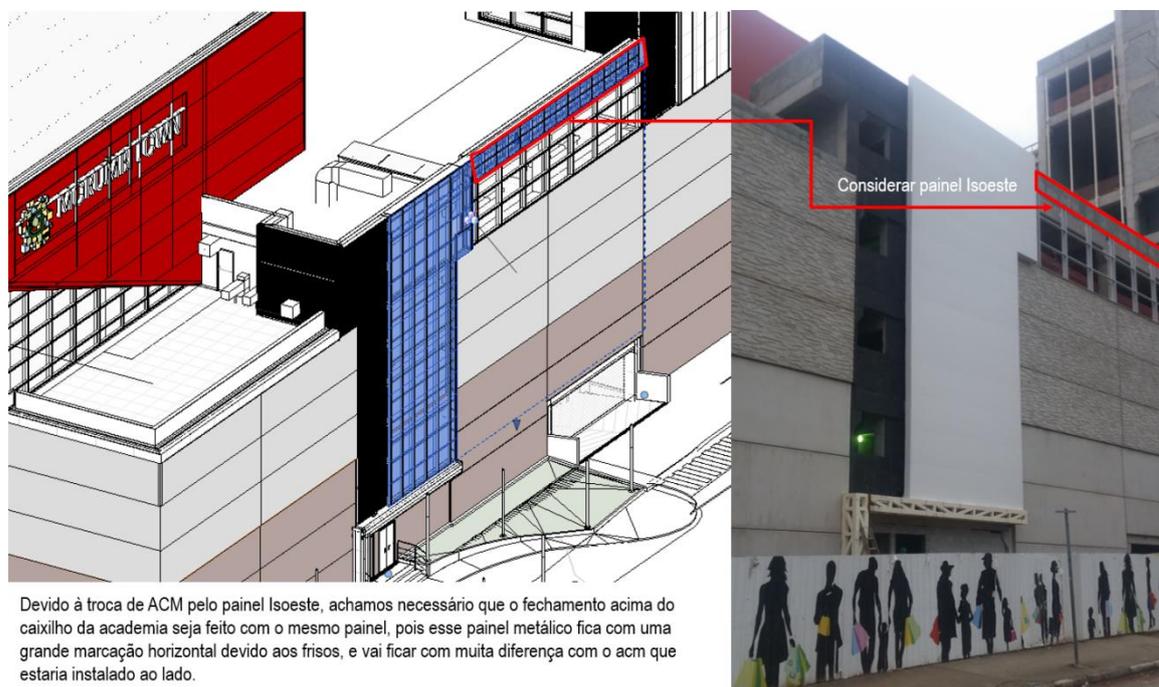
As imagens abaixo (Figura 38 e Figura 39) demonstram como, nos relatórios semanais de compatibilização, o foco não se concentrava apenas em interferências com instalações ou com estrutura.

Figura 38 - Desenho Emitido para Obra - Relatório Técnico-Fotográfico



Fonte: Empresa.

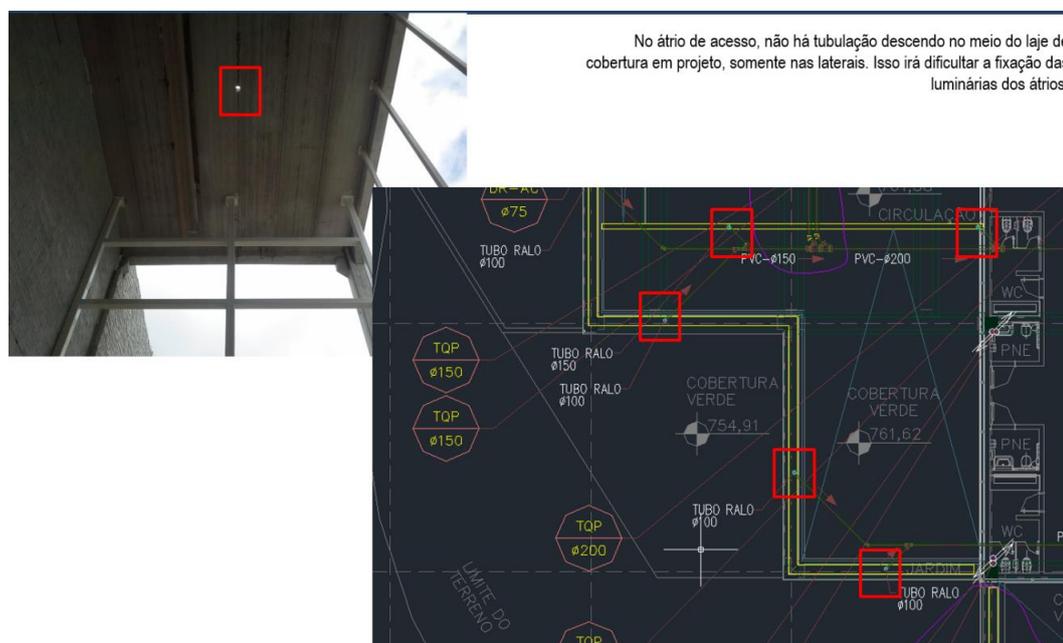
Figura 39 - Imagem retirada de Relatório de Compatibilização



Fonte: Empresa.

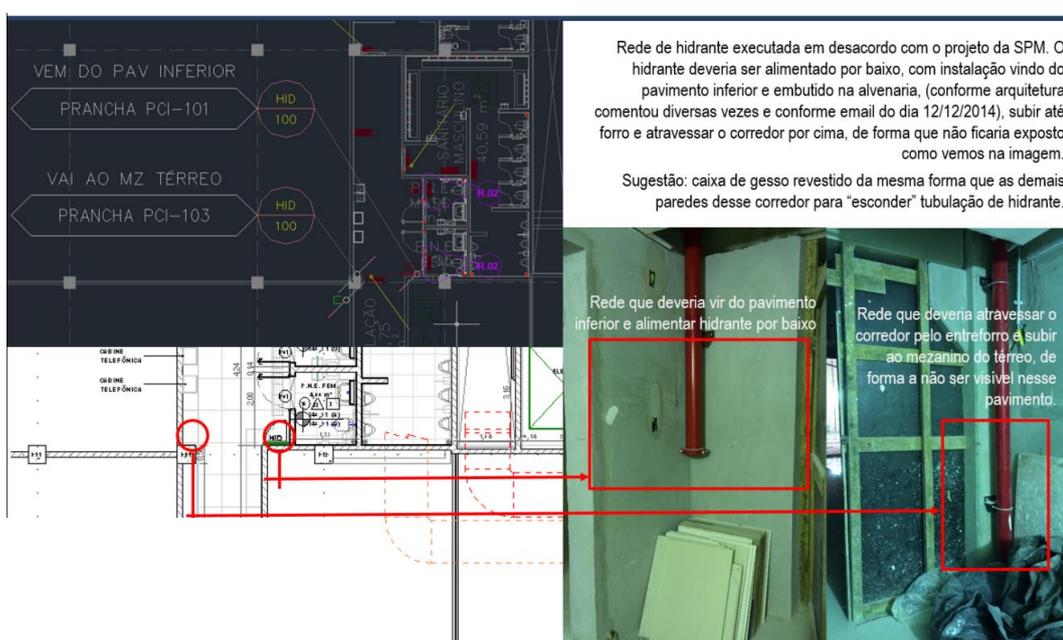
As imagens abaixo (Figuras 40 e 41) apontam como, apesar de a empresa estudada modelar as demais disciplinas de instalações, e mesmo com o estágio avançado de modelagem do projeto em questão, ainda assim se fazia necessário utilizar as bases oficiais recebidas em AutoCAD para reportar as inconsistências ou conflitos às outras frentes de projeto, visto que tais projetos ainda eram emitidos e recebidos em 2D.

Figura 40 - Imagem extraída de relatório de compatibilização.



Fonte: Empresa.

Figura 41 - Imagem extraída de relatório de compatibilização.



Fonte: Empresa.

No ano de 2016, é elaborado novo contrato de consultoria com a empresa anteriormente contratada, com pretexto de qualificar a equipe para compatibilização com uso de software específico de detecção de interferências dentro do modelo: *NavisWorks Manage*.

#### 5.10. INÍCIO AO PROJETO DE COMPATIBILIZAÇÃO E ORÇAMENTAÇÃO

É comum ocorrer, na rotina de projetos, o que se denomina como “ compatibilização de projetos”. Tal termo é constantemente confundido com “ análise crítica”, conforme elucida Manzione (2013). O autor sintetiza a compatibilização como um processo colaborativo, que garante a construtibilidade do edifício por meio de soluções integradas, despidas de conflitos ligados a interferências geométricas, de forma a resultar em projetos que detenham dados consistentes e que possam ser compartilhados, além de preservar a individual responsabilidade de cada agente vinculado a eles.

Neste sentido, dentro do universo BIM, as ferramentas tecnológicas disponíveis vêm como elementos facilitadores dos processos relacionados a projeto, algumas das quais estão associadas ao conceito de *Clash Detection* (Detecção de Interferências), definição esta que Benning et al. (2010) classificam em duas conceituações distintas: interferências baseadas na geometria, e interferências baseadas na verificação de regras.

O conceito de *Clash Detection* pôde ser contemplado numa segunda fase de implementação da tecnologia da informação dentro da empresa estudada.

Dada a finalização do Projeto 3, discorrido anteriormente, foi iniciado novo ‘projeto’ dentro da empresa de arquitetura, voltado à análise dos modelos para verificação e controle de qualidade, e principalmente para automatização do método de compatibilização entre as frentes envolvidas nos projetos (Figura 42). Para tal, foi elaborado novo contrato de consultoria com um dos membros da empresa que dera assessoria anteriormente (e após seu término); houve uma sequência de reuniões para discussão e análise de como se daria o processo, e novo treinamento foi ministrado a toda a equipe.

Figura 42 - Modelagem de sistemas

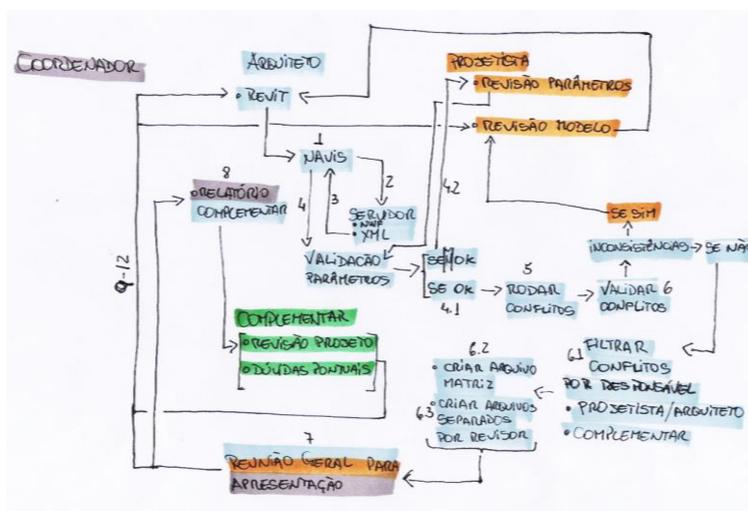


*Fonte: Empresa. (Primeira Imagem: modelo elaborado pela empresa objeto deste estudo, contendo a modelagem de sistemas / instalações; segunda imagem: foto da obra em finalização).*

Novamente, foram instituídas as visitas semanais, agora com intuito de discussão, entendimento, e definição do processo, e da avaliação do impacto de sua implementação sobre o padrão já consolidado na empresa. Identificou-se que haveriam sim mudanças a ocorrer, sobre o padrão de atributos, assim como a redefinição do processo de projeto e modelagem, e estabelecimento de recursos novos e de responsabilidades outras. A Figura 43 e a Figura 44 demonstram um dos

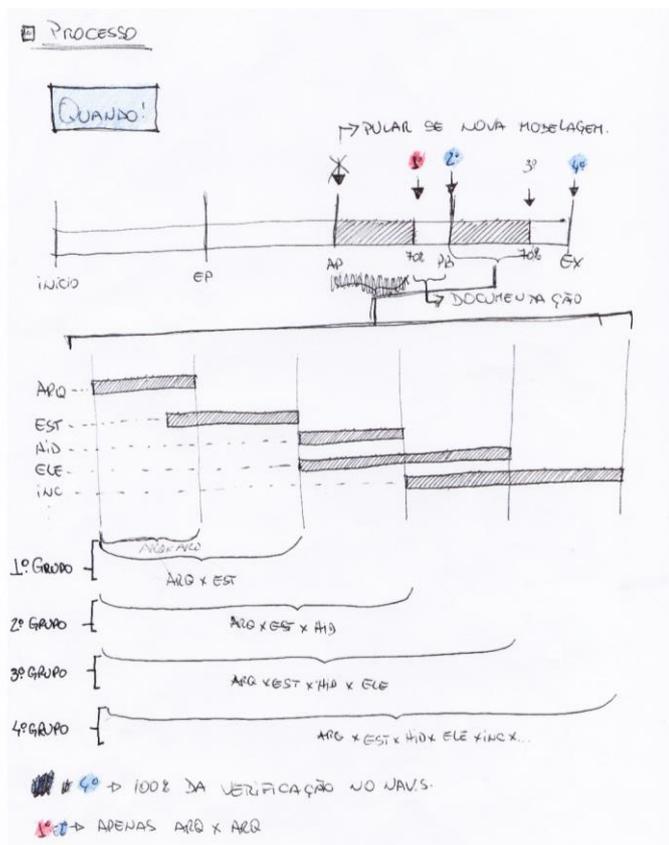
primeiros esboços elaborados para entendimento e estruturação da nova implementação.

Figura 43 - Mapeamento e entendimento no novo processo e fluxos diversos, mediante a nova fase de implementação.



Fonte: Empresa.

Figura 44 - Esboço gerado durante discussão sobre os momentos em que seriam consideradas as detecções de interferências, no decorrer das etapas de projeto.



Fonte: Empresa.

O processo de implementação de software para compatibilização não será aprofundado neste trabalho. Entretanto, considerou-se a importância de o elencar durante o processo de implementação de BIM ocorrido na empresa em questão, para que houvesse o entendimento da evolução deste processo, e tendo em vista que este apresenta um caráter de aprendizagem, aprimoramento e aperfeiçoamento contínuos, quanto a processo e ferramenta.

Ainda assim, cabe destacar que ocorreram mudanças nos processos e padrões estabelecidos até então, com as discussões, elaboração e critérios para os cruzamentos entre elementos do modelo, a fim de identificar os conflitos por meio do software. Também houve a redefinição de um padrão de categorização dos elementos ou entidades modelados, bem como de seus atributos. Esta padronização foi efetivada com a utilização dos *keynotes*, que veio a se constituir um dos parâmetros mais utilizados pela empresa para se organizar o modelo e permitir a extração de quantitativos de forma facilitada e assertiva.

Relatados na sequência (Figura 45 e 46), seguem exemplos do desenvolvimento das relações de *clash detectives* discutidos, e da revisão e reestruturação da listagem de *keynote* padronizada pela empresa de projetos de arquitetura.

Figura 45 - Planilha utilizada para discussão e definição dos Clash Detectives

Disciplina		Categoria		SELEÇÃO A		SELEÇÃO B		Clash		Fases	
Estrutura										PB EX	
	Alv. Estrutural	keynote: 2.5 keynote: 2.5 keynote: 2.5	keynote: 2.5 Category: Pads Category: Topography		Alv. Estrutural x Alv. Estrutural Alv. Estrutural x Pads Alv. Estrutural x Topografia						
	Consoles	keynote: 2.6 keynote: 2.6 keynote: 2.6	keynote: 2.5 keynote: 2.6 Category: Structural Framing		Consoles x Alv. Estrutural Consoles x Consoles Consoles x Viga						
	Fundação	Category: Structural Foundation Category: Structural Foundation Category: Structural Foundation Category: Structural Foundation Category: Structural Foundation Category: Structural Foundation Category: Structural Foundation	keynote: 2.5 keynote: 2.6 keynote: 1.4 Category: Structural Foundation Link: Hidráulica Keynote: 2.1.3 / 2.2.3 Category: Pads Category: Topography		Fundação x Alv. Estrutural Fundação x Consoles Fundação x Contenção Fundação x Fundação Fundação x Hidráulica Fundação x Lajes Fundação x Pads Fundação x Topografia						
	Laje	Keynote: 2.1.3 / 2.2.3 Keynote: 2.1.3 / 2.2.3	keynote: 2.5 keynote: 2.6 Link: Elétrica Category: Structural Foundation Link: Hidráulica Link: Incêndio Keynote: 2.1.3 / 2.2.3 Category: Pads Category: Structural Columns Category: Topography Keynote: Clash: 4 Category: Structural Framing		Lajes x Alv. Estrutural Lajes x Consoles Lajes x Elétrica Lajes x Fundação Lajes x Hidráulica Lajes x Incêndio Lajes x Lajes Lajes x Pads Lajes x Pilar Lajes x Topografia Lajes x Fechamento Lajes x Viga						
	Pilar	Category: Structural Columns Category: Structural Columns	keynote: 2.5 Keynote Clash: 8 keynote: 2.6 keynote: 1.4 Keynote: 11.1.7/11.2/11.3/11.4 Category: Ceiling Category: Structural Foundation Category: Pads Category: Structural Columns Category: Topography Keynote Clash: 4 Category: Structural Framing		Pilar x Alv. Estrutural Pilar x Circulação Vertical Pilar x Consoles Pilar x Contenção Pilar x Equipamentos Sanitários Pilar x Forro Pilar x Fundação Pilar x Pads Pilar x Pilar Pilar x Topografia Pilar x Fechamento Pilar x Viga						

Fonte: Empresa.





Figura 45 - Planilha utilizada para discussão e definição dos Clash Detectives (Continuação).

Items de Layout	Keynote Clash: 19 Keynote Clash: 19 Keynote Clash: 19 Keynote Clash: 19 Keynote Clash: 19 Keynote Clash: 19	keynote: 2.5 keynote: 2.6 Category: Ceiling Keynote: 2.1.3 / 2.2.3 Category: Structural Columns Keynote Clash: 4 Category: Structural Framing	Items de Layout x Alv. Estrutural Items de Layout x Consoles Items de Layout x Forro Items de Layout x Lajes Items de Layout x Pilar Items de Layout x Fechamento Items de Layout x Viga
Items externos (drenagem) (acabamentos) (fechamentos) (circulação e viário) (controle de acesso)	Keynote Clash: 17 Keynote Clash: 17	keynote: 2.1.2 keynote: 2.6 Link: Elétrica Link: Hidráulica Link: Incêndio Keynote: 2.1.3 / 2.2.3 Category: Lighting Fixtures Category: Structural Columns Keynote Clash: 4 Category: Structural Framing	Items Externos x Comunicação Visual Items Externos x Consoles Items Externos x Elétrica Items Externos x Hidráulica Items Externos x Incêndio Items Externos x Lajes Items Externos x Luminotécnica Items Externos x Pilar Items Externos x Fechamento Items Externos x Viga
Luminotécnica	Category: Lighting Fixtures Category: Lighting Fixtures Category: Lighting Fixtures Category: Lighting Fixtures Category: Lighting Fixtures Category: Lighting Fixtures	keynote: 2.5 keynote: 2.6 Keynote Clash: 19 Keynote: 2.1.3 / 2.2.3 Category: Structural Columns Keynote Clash: 4 Category: Structural Framing	Luminotécnica x Alv. Estrutural Luminotécnica x Consoles Luminotécnica x Items de Layout Luminotécnica x Lajes Luminotécnica x Pilar Luminotécnica x Fechamento Luminotécnica x Viga
Regularização/ Impermeabilização	Keynote: 3.5.1/3.5.2/3.5.3/3.5.4/3.5.5/3.5.6 Keynote: 3.5.1/3.5.2/3.5.3/3.5.4/3.5.5/3.5.6	Keynote: 11.2/16.5/20.1/20.2/20.3/20.4/21.1 Keynote: 2.5 Keynote Clash: 8 Keynote: 11.1/11.2/11.3/11.4 Keynote Clash: 9 Keynote Clash: 4 Category: Ceiling Keynote Clash: 16 Keynote Clash: 19 Keynote: 2.1.3 / 2.2.3 Category: Lighting Fixtures Category: Pads Category: Structural Columns Keynote: 3.5.1/3.5.2/3.5.3/3.5.4/3.5.5/3.5.6 Keynote Clash: 7 Category: Topography Category: Structural Framing	Regularização e Impermeabilização x Acessibilidade Regularização e Impermeabilização x Alv. Estrutural Regularização e Impermeabilização x Circulação Vertical Regularização e Impermeabilização x Equipamentos Sanitários Regularização e Impermeabilização x Esquadrias Regularização e Impermeabilização x Fechamento Regularização e Impermeabilização x Forro Regularização e Impermeabilização x Items de Estacionamento Regularização e Impermeabilização x Items de Layout Regularização e Impermeabilização x Lajes Regularização e Impermeabilização x Luminotécnica Regularização e Impermeabilização x Pilar Regularização e Impermeabilização x Revestimento Regularização e Impermeabilização x Topografia Regularização e Impermeabilização x Viga

Fonte: Empresa.





Figura 46 - Listagem de Keynotes.

<b>1 FUNDAÇÕES</b>		
1.1	CORTINA DE CONCRETO	1
1.2	BLOCO	1
1.3	ESTACA	1
1.4	CONTENÇÃO	1
<b>2 SUPERESTRUTURA</b>		
2.1	IN-LOCO	2
2.1.1	PILAR DE CONCRETO MOLDADO "IN-LOCO"	2.1
2.1.2	VIGA DE CONCRETO MOLDADO "IN-LOCO"	2.1
2.1.3	LAJE DE CONCRETO MOLDADO "IN-LOCO"	2.1
2.2	PRÉ-MOLDADO	2
2.2.1	PILAR DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	2.2
2.2.2	VIGA DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	2.2
2.2.3	LAJE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	2.2
2.3	METÁLICO	2
2.3.1	PILAR METÁLICO	2.3
2.3.2	VIGA METÁLICA	2.3
2.3.3	STEEL DECK	2.3
2.4	MADEIRA	2
2.4.1	PILAR DE MADEIRA	2.4
2.4.2	VIGA MADEIRA	2.4
2.5	ALVENARIA ESTRUTURAL	2
2.6	CONSOLES	2
<b>3 ESTRUTURA</b>		
3.1	IN-LOCO	3
3.1.1	ESCADA	3.1
3.1.2	RAMPA	3.1
3.2	PRÉ-MOLDADO	3
3.2.1	ESCADA	3.2
3.2.2	RAMPA	3.2
3.3	METÁLICO	3
3.3.1	ESCADA	3.3
3.3.2	RAMPA	3.3
3.4	TIRANTES	3
3.5	REGULARIZAÇÃO	3
3.5.1	CAPEAMENTO	3.5
3.5.2	ENCHIMENTO	3.5
3.5.3	CONTRAPISO	3.5
3.5.4	CHAPISCO	3.5
3.5.5	PAINEL WALL	3.5
3.5.6	IMPERMEABILIZAÇÃO	3.5
<b>4 FECHAMENTO</b>		
4.1	BLOCO DE CONCRETO	4
4.1.1	BLOCO DE 9cm	4.1
4.1.2	BLOCO DE 14cm	4.1
4.1.3	BLOCO DE 19cm	4.1
4.2	BLOCO CERÂMICO	4
4.2.1	BLOCO DE 9cm	4.2
4.2.2	BLOCO DE 14cm	4.2
4.2.3	BLOCO DE 19cm	4.2
4.3	DRY-WALL	4
4.3.1	DRY-WALL 7	4.3
4.3.2	DRY-WALL 9	4.3
4.4	DÂNICA	4
4.5	DIVISÓRIAS	4
4.5.1	DIVISÓRIA EUCATEX	4.5
4.5.2	DIVISOR DE LOJA	4.5
4.6	BRISES	4
4.7	PAREDE VERDE	4
4.8	ELEMENTOS VAZADOS	4
4.9	TESTEIRA	4
4.10	PLACAS CONCRETO PRÉ-MOLDADO	4
4.11	METÁLICO	4
4.12	FIBRA	4
4.13	CONCRETO	4
4.14	BLOCO BLINDADO	4
<b>5 COBERTURA</b>		
5.1	TELHA METÁLICA	5
5.2	TELHA CERÂMICA	5
5.3	TELHA AUTOPORTANTE	5
5.4	CALHAS	5
5.5	RUFOS	5
5.6	CUMEEIRAS	5
5.7	COBERTURA VERDE	5
5.8	VIDRO	5
5.9	TOLDO	5
<b>6 FORRO</b>		
6.1	METÁLICO	6
6.2	GESSO	6
6.3	FECHAMENTO VERTICAL	6
6.4	TABICA METÁLICA	6
6.5	SANCA DE GESSO	6
6.6	MADEIRA	6
6.7	MODULADO	6
6.7.1	ISOPOR	6.7
6.7.2	GESSO	6.7
6.7.3	PVC	6.7
6.7.4	LÃ DE VIDRO	6.7
6.7.5	LÃ DE ROCHA	6.7
6.7.6	MINERAL	6.7
6.7.7	MADEIRA	6.7
<b>7 REVESTIMENTOS</b>		
7.1	PINTURA	7
7.2	CERÂMICA	7
7.3	TEXTURA	7
7.5	GRANITOS	7
7.5.1	SOLEIRA	7.5
7.5.2	DIVISÓRIA	7.5
7.5.3	PRATELEIRA	7.5
7.5.4	BANCADA	7.5
7.6	MÁRMORES	7
7.6.1	DIVISÓRIA	7.6
7.6.2	PRATELEIRA	7.6
7.6.3	BANCADA	7.6
7.7	PASTILHAS	7
7.8	PLACAS METÁLICAS	7
7.9	PAPEL DE PAREDE	7
7.10	PISO ELEVADO	7
7.11	CONCRETO	7
7.11.1	DIVISÓRIA	7.11
7.11.2	PRATELEIRA	7.11
7.11.3	BANCADA	7.11
7.12	VINÍLICO	7
7.13	GESSO	7
7.14	CIMENTO	7
7.15	VIDRO	7
7.15.1	DIVISÓRIA	7.15
7.15.2	PRATELEIRA	7.15
7.15.3	BANCADA	7.15
7.16	PISO LAMINADO	7
7.17	PEDRA	7
7.17.1	SOLEIRA	7.17
7.18	PISO DRENANTE	7
7.19	PLACA CIMENTÍCIA	7
7.20	RODAPÉ	7
7.21	MADEIRA	7
7.22	GRANILITE	7
7.23	TUJOLO	7
7.24	CARPETE	7
7.25	ADESIVO	7
<b>8 CIRCULAÇÃO VERTICAL</b>		
8.1	ELEVADORES	8
8.2	ESCADAS ROLANTES	8
8.3	RAMPAS ROLANTES	8
8.4	ESCADA MARINHEIRO	8
8.5	PLATAFORMA ELEVATÓRIA	8
<b>9 ESQUADRIAS</b>		
9.1	MADEIRA	9
9.1.1	PORTAS	9.1
9.1.2	JANELAS	9.1
9.2	FERRO	9
9.2.1	PORTAS	9.2
9.2.2	JANELAS	9.2
9.3	ALUMÍNIO	9
9.3.1	PORTAS	9.3
9.3.2	JANELAS	9.3
9.4	PORTA CORTA-FOGO	9
9.5	VIDRO	9
9.5.1	PORTAS	9.5
9.6	EUCATEX	9
9.6.1	PORTAS	9.6
9.6.2	JANELAS	9.6
<b>10 ELEMENTOS METÁLICOS</b>		
10.1	CAIXILHOS	10
10.1.1	ESTRUTURA	10.1
10.1.2	MONTANTES	10.1
10.1.2.1	PERFIL METÁLICO, COR A DEFINIR (DIMENSÕES A SE	10.1.2
10.1.3	PAINÉIS	10.1
10.2	GRADIL	10
10.3	PERFIS	10
10.3.1	RODAPISO	10.3
10.3.2	RODATETO	10.3
10.3.3	RODAMEIO	10.3
<b>11 HIDRÁULICA</b>		
11.1	LOUÇAS	11
11.2	METAIS	11
11.3	EQUIPAMENTOS	11
11.4	CAPTAÇÃO DE ÁGUA	11
<b>12 ELÉTRICA</b>		
12.1	PERFILADO METÁLICO	12
12.2	ELETRODUTO	12
12.2.1	METÁLICO	12.2
12.2.2	PVC	12.2
12.2.3	FLEXÍVEL	12.2
12.3	TUBULAÇÃO	12
12.3.1	COBRE	12.3
12.3.2	PVC	12.3
12.3.3	ENCAIXE	12.3
12.4	TOMADAS	12
12.5	ESPELHO	12
12.6	CAIXA DE PASSAGEM	12
12.7	QUADRO DE ENERGIA	12
12.8	INTERRUPTOR	12
12.9	POSTE DE ENTRADA DE ENERGIA	12
<b>13 INCÊNDIO</b>		
13.1	ACANTONAMENTO	13

Fonte: Empresa.

Uma das metas objetivadas pela empresa de projetos de arquitetura para o processo que se deu de implementação de ferramenta BIM detecção de interferências, é que futuramente se estabeleça processo colaborativo com as demais frentes vinculadas ao empreendimento, de modo que haja um processo de integração efetiva entre o modelo de arquitetura e os modelos que vierem a ser desenvolvidos de instalações, pelas empresas projetistas correspondentes. Neste sentido, Coelho (2017) defende alguns benefícios proporcionados por este processo:

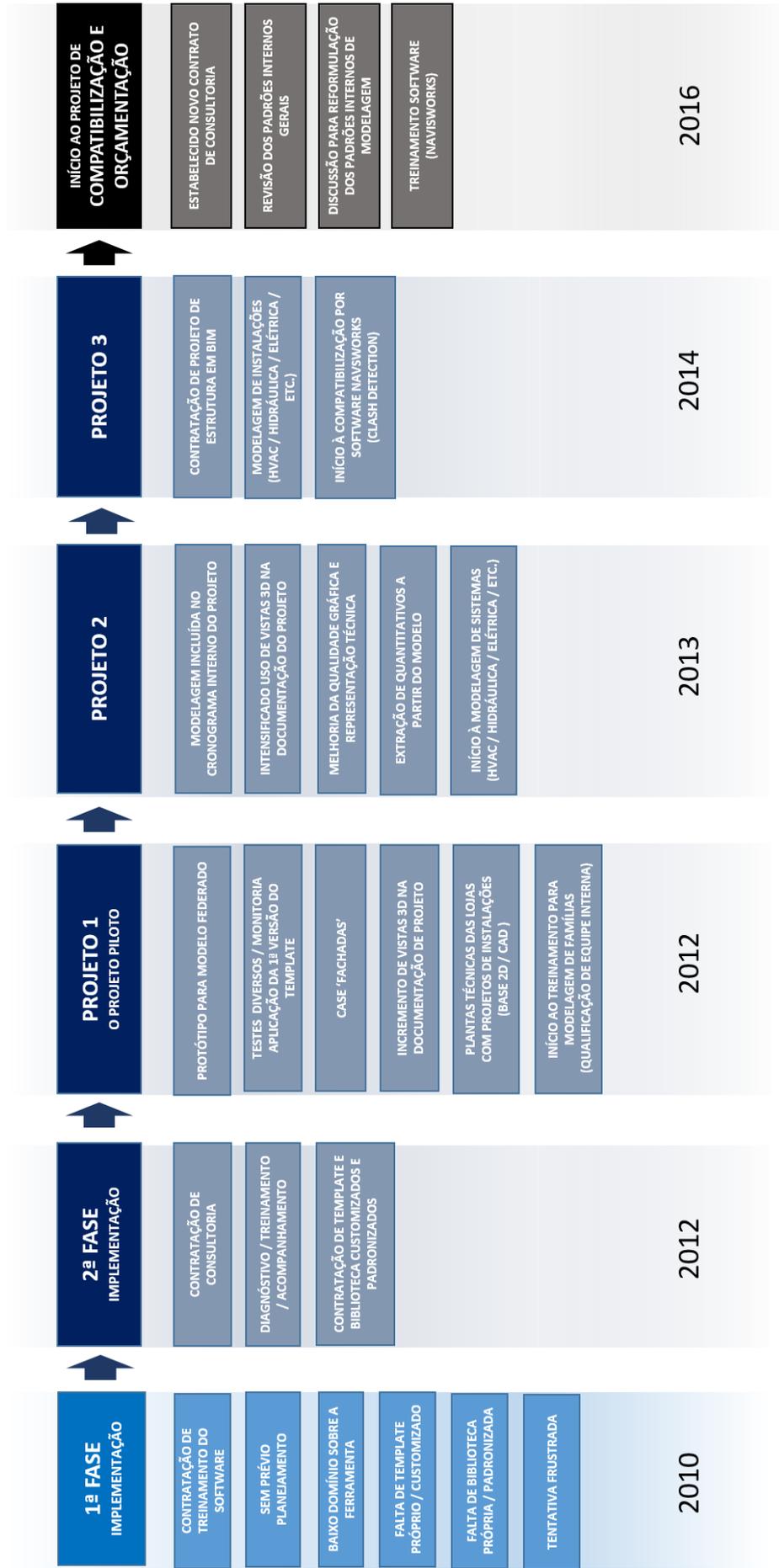
*O processo colaborativo com as demais disciplinas de projeto - estrutura e sistemas prediais – evoluirá a compreensão técnica do arquiteto quando estes projetos forem visualizados em três dimensões. Neste caso a etapa de recomposição mental de informações fragmentadas e não usuais ao arquiteto, será facilitada por meio da visualização tridimensional e tornará os profissionais mais capacitados para análises críticas e busca por soluções conjuntas e integradas. (COELHO, 2017).*

Este novo processo, ao qual foi dado início de implementação na empresa, permanece em andamento até o presente trabalho acadêmico elaborado pela autora. Embora não aprofundado, dá abertura a oportunidades futuras de abordagem, para novos estudos e análises.

Sucintamente, sua implementação pela empresa objetiva facilitar a coordenação e controle sobre o modelo, estabelecer um maior controle de qualidade sobre os produtos elaborados (modelagem e projeto), incluir a análise de interferências e a conseguinte emissão de relatórios periódicos de compatibilização, de forma a promover reuniões mais embasadas e aprofundadas.

De modo simplificado, a Figura 47 esquematiza as principais atividades que configuraram a implementação de BIM na empresa de projetos de arquitetura em questão:

Figura 47 - Esquema simplificado das principais atividades de implementação de BIM no estudo de caso.



FONTE: Autora.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência descrita de implantação do BIM – Modelagem da Informação da Construção – na empresa de projeto de arquitetura em questão, serviu desde seu início como um laboratório efetivo, o qual possibilitou profundo aprendizado. O conhecimento adquirido não foi puramente relativo à ferramenta (software) utilizada no processo de elaboração e desenvolvimento de projetos, por meio do uso de BIM em comparação com a tecnologia convencional, mas também foi possível identificar alguns problemas dentro do processo, já provenientes desde antes da implementação, e que já se apresentavam em outros projetos dentro da empresa, elaborados por meio de plataformas convencionais.

A partir do estudo relatado e das experiências promovidas, e principalmente quando analisada a primeira fase de implementação que se deu na empresa objeto deste estudo, foi possível evidenciar a importância da gestão dentro das empresas de projetos de arquitetura. Coelho (2017) salienta que a deficiência no campo administrativo é capaz de inviabilizar ou comprometer a implantação da modelagem da informação da construção.

*A falta de conhecimento de gestão administrativa nas empresas de arquitetura se mostra, neste caso, como uma grande barreira para a implementação de novas tecnologias, principalmente a da modelagem da informação da construção. A avaliação das ferramentas BIM como potencial para melhoria dos processos internos da empresa e como estratégia competitiva obriga a empresa a rever e inovar suas práticas de gestão, já deficientes. (COELHO, 2017).*

Dentre os principais pontos evidenciados, podem-se destacar:

- A implantação do BIM traz impactos não apenas voltados às ferramentas utilizadas, mas também no processo de projeto propriamente dito;
- Com a implementação, cujo processo se deu de forma assistida e monitorada, foi possível observar e diagnosticar problemas de processo recorrentes na empresa;

- A vivência permitiu um rico aprendizado em cada etapa do percurso; foram agregados conhecimentos técnicos, sobre a ferramenta, e sobre o processo de projeto;
- Identificou-se que alguns dos principais pontos de melhoria observados nos projetos tiveram muito mais relação com a organização do processo de projeto do que diretamente com a implantação do BIM dentro da empresa;
- O método investigativo, em que houve a análise e diagnóstico das principais atividades e demandas no decorrer das entregas de projeto, foi essencial para que se chegasse às medidas e práticas adotadas;
- O avanço constatado no processo de projeto foi relevante e significativo. A partir dos resultados, pode-se afirmar que a experiência serve de exemplo e como modelo para implementações futuras que venham a ocorrer em empresas de projeto.

O estudo de caso demonstrou como a empresa fez uso da tecnologia como ferramenta para melhorar o processo de projeto, e como ela se posicionou estrategicamente frente à implementação do novo processo.

Desta forma, foi possível verificar alguns aspectos ligados à modelagem da informação da construção (BIM), por meio da análise de seu processo de implementação e do relato dos projetos e situações que foram também abordados. Foi possível observar como se deu a gestão sob diversos aspectos dentro desta empresa estudada, e do uso da tecnologia para suporte ao desenvolvimento e à concepção de seus projetos.

Ainda que os projetos apresentados venham a se constituir uma amostra delimitada e fracionada, acredita-se que seu estudo apresente relevante importância enquanto modelo e referência para empresas que igualmente venham a implementar o BIM em seu processo de trabalho.

O relato da evolução e maturação do uso da tecnologia dentro da empresa possibilitou verificar os potenciais da utilização da modelagem da informação da construção, ora averiguando seus benefícios, e ora destacando as dificuldades decorrentes da implementação.

Foi possível notar que a empresa acabou por colher mais benefícios do que aqueles esperados. Eastman et al. (2008) defendem que as empresas que acabam por realizar a implementação do *Building Information Modeling* (BIM), adotando-o em seus processos, têm ganhos consideráveis.

Foram possíveis o acompanhamento e a análise do método pelo qual se estruturaram a organização e o estabelecimento de parâmetros para o controle do processo de implantação do conceito BIM na empresa de projetos de arquitetura. Permitiu-se acompanhar um modelo de Implantação BIM por seus estágios, com o relato de anos de implementação e evolução, e assim foi possível identificar os benefícios e as implicações que o mesmo trouxe ao processo de projeto.

Com a consultoria contratada, e por meio de seu acompanhamento contínuo pelos anos como relatado anteriormente no estudo de caso, e posteriormente com a implementação de uma nova fase que até a finalização deste trabalho acadêmico permanece em curso, a empresa objeto deste estudo passou por um processo de amadurecimento, tanto quanto à utilização da ferramenta, quanto à mentalidade e uso do processo BIM, que chegou em nível de alinhamento interno e padronização, aliados ao domínio da ferramenta e do processo a ela vinculado, de forma a gerar material e documentação de projeto mais eficaz e rapidamente, com indiscutível avanço na qualidade gráfica de sua apresentação, e grau mais elevado de detalhamento e representações construtivas, por intermédio dos modelos elaborados.

A empresa de consultoria, como parte da contratação de monitoria, viabilizou também um processo interno de instrução e qualificação da equipe, com intuito de viabilizar a 'quantificação' da construção, por meio da extração das quantidades dos elementos construídos (modelados) – permitida pelo nível de detalhamento e afinamento do modelo, e qualificação da equipe interna para as habilidades que a ferramenta (software) possibilita.

Cabe relatar que o processo e os meios de compatibilização adotados até então pela empresa, eram embasados em documentos 2D, recebidos pelas outras frentes de projeto, conforme a Figura 36. Inicialmente, os dados 2D eram vinculados pela equipe de arquitetura às vistas de seu modelo 3D, para a leitura do todo e identificação dos pontos de conflito, os quais eram reportados aos projetistas e à gerenciadora da obra.

De forma sucinta, pode-se afirmar que a implementação da Modelagem da Informação da Construção em uma empresa de projetos traz consigo o potencial de revolucionar as principais práticas adotadas por ela, como mencionam Souza, Abaurre e Melhado (2013), e repercutir em certo sentido nas outras frentes relacionadas (outros projetos ou sistemas), práticas estas não somente vinculadas à tecnologia da informação, mas também a processos internos. Souza, Abaurre e Melhado (2013) referem-se bem à necessidade de reavaliar as práticas vigentes nos processos dos empreendimentos.

*No entanto, o conceito de Modelagem da Informação da Construção tem o potencial de revolucionar as práticas predominantes, uma vez que as tecnologias associadas ao conceito auxiliam significativamente os processos dos empreendimentos ao longo de todo o seu ciclo de vida. Isto posto, a potencialização do uso do conceito requer uma reavaliação das práticas vigentes em cada um dos processos.  
(SOUZA; ABAURRE; MELHADO, 2013).*

Espera-se que este trabalho, com base no estudo de caso, possa incentivar o desenvolvimento de estudos novos e próximas pesquisas no âmbito desta monografia. Como alternativas para trabalhos futuros, sugerem-se as abordagens que se seguem:

- Estudo de caso em BIM: implementação de software de compatibilização e detecção de interferências em empresa de projetos de arquitetura – como continuidade ao estudo de caso da empresa objeto deste estudo, cujo processo de implementação de software de compatibilização foi abordado não tão profundamente, tendo em vista que permaneceu em curso e em desenvolvimento até a finalização desta monografia;
- Mudanças na forma de contratação e análise de perfil profissional para empresas de arquitetura que trabalham em BIM;
- O papel profissional e a função do BIM Manager dentro das empresas de projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, D. A. E. **Integração de modelos BIM com redes de sensores num edifício**, 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.

BALLEJOS, L.C.; MONTAGNA, J.M., Modeling stakeholders for information systems design processes. Londres: 2010.

CBIC. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e**

**Incorporadoras**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016. 1 v.

COELHO, K. M. **A Implementação e o Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura**. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2017.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2nd ed. Ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

EASTMAN, C. et al. **The BIM Handbook**. 1a. edição. Wiley&Sons, 2008, 504 p.

FLEURY et al. **As pessoas na organização**. São Paulo: Editora Gente, 2002.

GUIA AsBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM. Fascículo I. Disponível em: [www.asbea.org.br](http://www.asbea.org.br). Acesso em: Maio de 2018.

GSA. **BIM Guide Series 01 - The National 3D-4D-BIM Program Office of the Chief Architect Public Buildings Service**. Washington, 2007.

ISIKDAG, U.; UNDERWOOD, J. Two design patterns for facilitating Building Information Model-based synchronous collaboration. **Automation in Construction**, v.19, n.5, p.544-553, 2010.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.

MANZIONE, L. et al. **Desafios para a Implementação do Processo de Projeto Colaborativo: Análise do Fator Humano**. TIC. Salvador: [s.n.]. 2011.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**. 1994. 310 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. NIBS: National Building Information Modeling Standard version 1 - Part 1: Overview, principles, and methodologies. 2008.

**NATSPEC National BIM Guide – v.01**. 2011. Construction Information Systems Limited ABN 20 117 574 606. Disponível em: [www.bim.natspec.org](http://www.bim.natspec.org). Acesso em: Maio de 2018.

NEDERVEEN, S.; BEHESHTI, R.; GIELINGH, W. **Modelling concepts for BIM. Building information modeling and construction informatics - concepts and technologies**. New York: Information Science Reference, 2010.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DE QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais...Fortaleza, 2001.CD-ROM.

RODRIGUEZ, M. A. A. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. Florianópolis, 2005. 170p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina.

SANTOS, E. T. **Introdução ao BIM**. São Paulo: Poli Integra, 2015. Material didático. n.p.

SANTOS, E. T.; BARISON, M. B. O desafio para as Universidades. **Construção Mercado**: Especial BIM, São Paulo, n. 115, p. 49-50, fev. 2011.

SEBRAE/ SINDUSCON – PR (Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas e Micro Empresas do Paraná) **Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos**. Curitiba, 1995, 120p.

SOUZA, F. R. D. **A Gestão do Processo de Projeto em Empresas Incorporadoras e Construtoras**. Tese de Doutorado. São Paulo. 2016.

SOUZA, F. R. D.; ABAURRE, M.W.; MELHADO, S. B. **As Responsabilidades do Coordenador de Projetos no Processo de Modelagem da Informação da Construção**. TIC. Campinas: [s.n.]. 2013.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. **Automation in Construction**, Australia, 2009.

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Preface: being lost or becoming lost. Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies**. 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.