

ANDRÉ TAKAKI ESCUDEIRO

ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO BIM EM UMA EMPRESA AUTOMOBÍLISTICA COM  
O ENFOQUE NO PROCESSO DE CONTRATAÇÃO E GESTÃO DE QUALIDADE  
DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO

São Paulo

2019

ANDRÉ TAKAKI ESCUDEIRO

ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO BIM EM UMA EMPRESA AUTOMOBÍLISTICA COM  
O ENFOQUE NO PROCESSO DE CONTRATAÇÃO E GESTÃO DE QUALIDADE  
DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO

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

Orientador:

Professor Doutor Leonardo Manzione

São Paulo

2019

Catálogo na publicação

<http://www3.poli.usp.br/pt/bibliotecas/servicos/ficha-catalografica.html>

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram durante a trajetória, serviram de incentivo em momentos cruciais promovendo comentários e opiniões que foram fundamentais para a conclusão desta pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Leonardo Manzione, à minha esposa, aos meus pais, aos colegas de trabalho, pelo apoio e inspiração ao trabalho de conclusão de curso. Suas contribuições, orientações, opiniões e questionamentos contribuíram direcionando a minha reflexão sobre o trabalho ajudando no amadurecimento ao longo da pesquisa.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda”

Paulo Freire

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo analisar a metodologia de contratação de parceiros de construção civil realizada por uma empresa do setor automobilístico, identificando como se deu o processo de contratação dos prestadores de serviços e averiguando os resultados obtidos através das obras objetivando identificar como a modelagem da informação da construção BIM pode contribuir para a melhoria dos projetos.

O início dos trabalhos se deu através da revisão bibliográfica visando a compreensão do funcionamento da metodologia BIM, seguindo para uma investigação rápida do perfil da empresa estudada e do cenário atual da indústria da construção civil. Uma vez concluídas estas análises o próximo passo foi identificar como funcionam os modelos de negócios existentes atualmente no Brasil, partindo em seguida para o entendimento do funcionamento da modelagem de informação da construção entendendo como ele surgiu e os benefícios que este modelo pode trazer para os projetos de construção civil.

São destacados os desafios da implementação do modelo de informação na construção relacionados a mudança cultural, capacitação dos usuários, equipamentos e programas apropriados para o gerenciamento de informações. A necessidade de o contratante entender e saber os propósitos, objetivos e prazos a serem atingidos no empreendimento a ser desenvolvido e a clareza com que estas informações são repassadas para os projetistas.

Por fim, foi elaborado o estudo de caso baseado na análise de dois projetos em plantas situadas em localidades distintas que em seu processo de reforma e ampliação contrataram parceiros o qual o escopo solicitava a aplicação da modelagem da informação da construção. Foi uma averiguação de como se deram estes processos de contratação e seus resultados obtidos, realizando ainda um diagnóstico dos pontos positivos alcançados com esta iniciativa além de sugerir melhorias para as próximas contratações de modelagem da informação da construção.

**Palavras Chave:** Modelagem da Informação da construção BIM, Gerenciamento de Informações, Detalhamento dos Dados

## ABSTRACT

This undergraduate thesis aims to analyze the methodology of contracting partners in civil construction performed by a company from automotive sector, identifying how the process of contracting service providers was done, analyzing the results obtained through the works in two specific plants aiming to identify as the modeling of information in construction can contribute to improve the projects.

The analysis started by reviewing the bibliography of the matter to understand the operation of the BIM methodology, followed by a quick analysis of the profile of the studied company and the current scenario of the building construction industry.

Once the analysis was completed, the next step was to identify the current business models in Brazil, starting with the understanding of the operation of information modeling in construction, understanding how it emerged, the benefits that this model can bring to the civil construction projects. It was highlighted the challenges of implementing the information model in construction related to a cultural change, users training, appropriated equipment and programs for information management. The need of the contractor in understand and know the purposes, objectives and deadlines to be achieved in the project to be developed and the clarity with which this information is passed on to the designers.

Finally, a case study was created based on this company from the automotive sector, through the analysis of two projects in distinct plants that in their process of rebuild, and expansion had contracted partners where the scope had requested the application of information modeling in the construction projects. It was an analysis of how this hiring process took place, the results obtained, also making a diagnosis of the positive points reached with this initiative, besides suggesting improvements for the future hiring of information modeling providers in construction.

**Key Words:** Construction Information Modeling, Information Management, Data detailing.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Compartilhamento e troca de modelos BIM.....	52
<b>Figura 2:</b> Nível de desenvolvimento.....	54
<b>Figura 3:</b> Estágios do BIM.....	72
<b>Figura 4:</b> Nova edificação no local da antiga edificação.....	89
<b>Figura 5:</b> Interligação das utilidades através de estrutura metálica da nova edificação com o prédio dos Moinhos.....	90
<b>Figura 6:</b> Escritório elevado com laje técnica com equipamentos de IT e sistema de ventilação do escritório dentro da nova edificação.....	91
<b>Figura 7:</b> Piso com canaletas com utilidades para alimentação das novas injetoras .....	92
<b>Figura 8:</b> Escada de acesso ao escritório.....	93
<b>Figura 9:</b> Vista externa da estrutura da edificação.....	93
<b>Figura 10:</b> Níveis de certificação LEED.....	95
<b>Figura 11:</b> Colisões - Iluminação e HVAC – entre eixos 16 e 15 .....	100
<b>Figura 12:</b> Colisões - Iluminação e HVAC – entre eixos 18´ e 18.....	101
<b>Figura 13:</b> Colisões – Iluminação e estrutura metálica auxiliar – eixo 22.....	101
<b>Figura 14:</b> Colisões – Iluminação e estrutura metálica auxiliar – eixo L.....	102
<b>Figura 15:</b> Colisões – Iluminação e estrutura metálica auxiliar ao longo do eixo A.....	102
<b>Figura 16:</b> Colisões – sistema de proteção contra incêndio e estrutura metálica auxiliar – eixo 22 .....	103
<b>Figura 17:</b> Colisões – sistema de proteção contra incêndio e estrutura metálica auxiliar – entre eixo 19 e 19´.....	103
<b>Figura 18:</b> Colisões - sistema de proteção contra incêndio e estrutura metálica auxiliar – entre eixo L e 14.....	104

<b>Figura 19:</b> Colisões - Guarda corpo de plataforma, estrutura metálica e dutos de ventilação (HVAC) – eixo 17.....	104
<b>Figura 20:</b> Colisões - Sistema de água de resfriamento e estrutura metálica auxiliar (pipe rack) – entre eixo E e 14 .....	105
<b>Figura 21:</b> Solução apresentada pela contratada do segundo edital.....	106
<b>Figura 22:</b> Solução apresentada pela contratada do segundo edital.....	107
<b>Figura 23:</b> Casa de máquina do sistema de água gelada ou “air tempirie” compatibilizada com demais interferências I.....	107
<b>Figura 24:</b> Casa de máquina do sistema de água gelada ou “air tempirie” compatibilizada com demais interferências I.....	107

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1:</b> Crescimento dos Setores e Subsetores da economia nacional.....	29
<b>Tabela 2:</b> Comparativo Contratação DBB X EPC.....	43
<b>Tabela 3:</b> Comparativo DBB X EPC X Aliança Estratégica.....	45
<b>Tabela 4:</b> Principais características do sistema IPD.....	47
<b>Tabela 5:</b> Evolução do IFC.....	49
<b>Tabela 6:</b> ND - Nível de Desenvolvimento (Especificações e usos do BIM) .....	55
<b>Tabela 7:</b> Quinze tabelas OmniClass.....	60
<b>Tabela 8:</b> Correlação entre tabelas OmniClass e Uniclass.....	64
<b>Tabela 9:</b> Organograma do departamento de Facilidades.....	77
<b>Tabela 10:</b> Comparativo entre antiga e nova edificação.....	81
<b>Tabela 11:</b> Solicitações contidas no edital e nos esclarecimentos de São Paulo .....	110
<b>Tabela 12:</b> Diagnóstico macro.....	118

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Evolução da produtividade do trabalho na construção civil entre 2000 e 2013, em (%) ao ano .....	28
<b>Gráfico 2:</b> Softwares BIM no mundo compatíveis com IFC.....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AEC</b>	Arquitetura, Engenharia e Construção
<b>AIA</b>	<i>American Institute of Architects</i> . Traduzido como: Instituto Americano dos Arquitetos
<b>API</b>	<i>Application Programming Interface</i> . Traduzido como: Interface de Programação de Aplicativos
<b>AsBEA</b>	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
<b>ASTM</b>	<i>American Society for Tests and Material</i> . Traduzido como: Sociedade Americana de Testes e Materiais
<b>BAS</b>	<i>Building Automation System</i> . Traduzido como: Sistema de Automação Predial
<b>BCF</b>	<i>BIM Collaboration Format</i> . Traduzido como: Formato de Colaboração BIM
<b>BDS</b>	<i>Building Description System</i> . Traduzido como: Sistema de Descrição de Construção
<b>BEP</b>	Plano de Execução BIM
<b>BIM</b>	<i>Building Information Modeling</i> . Traduzido como: Modelagem da Informação da Construção
<b>BOOT</b>	<i>Builder Owner Operate Transfer</i> .
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i> . Traduzido como: Projeto Assistido por Computador
<b>CPIC</b>	<i>Construction Project Information Committee</i> . Traduzido como: Comitê de informação de projeto da construção
<b>CBIC</b>	Câmara Brasileira da Indústria da Construção

<b>CD</b>	<i>Construction Document.</i> Traduzido como: Documento de Construção
<b>CSC</b>	<i>Construction Specifications Canada.</i> Traduzido como: Especificações de Construção do Canadá
<b>CSI</b>	<i>Construction Specifications Institute.</i> Traduzido como: Instituto de Especificações para Construção
<b>DB</b>	<i>Design Building.</i> Traduzido como: Projeto e Construção
<b>DBB</b>	<i>Design Bid Build.</i> Traduzido como: Projeto BID- Construção
<b>DBO</b>	<i>Design Build Operate.</i>
<b>EAR</b>	<i>Engineer at Risk.</i>
<b>EPC</b>	<i>Engineering Procurement Construction.</i> Traduzido como: Gestão de Compras e Construção
<b>EPIC</b>	<i>Electronic Product Information Cooperation.</i> Traduzido como: Cooperação entre Informações Eletrônicas em Produtos
<b>FIESP</b>	Federação das Industriais do Estado de São Paulo
<b>IAI</b>	<i>International Alianz for Interoperability.</i> Traduzido como: Aliança Internacional para Interoperabilidade
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICIS</b>	<i>International Construction Information Society.</i> Traduzido como: Sociedade Internacional de Informação da Construção
<b>IFC</b>	<i>Industry Foundation Process.</i> Traduzido como: Processo de Fundação da Indústria
<b>IPD</b>	<i>Integrated Project Delivery.</i> Traduzido como: Entrega Integrada de Projetos
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization.</i> Traduzido como: Organização Internacional para Padronização

<b>LEED</b>	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> . Traduzido como: Liderança em Energia e Design Ambiental
<b>LOD</b>	<i>Level Of Development</i> . Traduzido como: Nível De Desenvolvimento
<b>LOI</b>	<i>Level Of Information</i> . Traduzido como: Nível De Informação
<b>MBS</b>	<i>Model Breakdown Structure</i> . Traduzido como: Estrutura de Divisão do Modelo
<b>ND</b>	Nível de Desenvolvimento do Modelo
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>NIST</b>	<i>National Institute of Standards and Technology</i> . Traduzido como: Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia
<b>OCCS</b>	<i>OmniClass Construction Classification System</i> . Traduzido como: Sistema de Classificação de construção OmniClass
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PMBok</b>	<i>Project Management Body of Knowledge</i> . Traduzido como: Corpo de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos
<b>PROINFRA</b>	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas
<b>SINDUSCON</b>	Sindicato das indústrias da Construção Civil
<b>SPG</b>	Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação
<b>WAN</b>	<i>Wide Area Network</i> . Traduzido como: Rede de longa Distância
<b>WBS</b>	<i>Work Breakdown Structure</i> . Traduzido como: Estrutura Analítica de Projetos (EAP)
<b>WHC</b>	<i>Wildlife Habitat Council</i> . Traduzido como: Conselho de Habitats Naturais

## GLOSSÁRIO

**Building Smart** Segundo o *Smart Buildings Institute*, dos Estados Unidos, este conceito visa melhorar o desempenho dos edifícios, facilitando as operações durante o seu ciclo de vida. O principal objetivo é reduzir custos de longo prazo, beneficiando os proprietários, ocupantes e também o meio ambiente, por meio de sistemas integrados.

**CIM Steel Integration Standard** - É um formato de arquivo criado especificamente para o intercâmbio de dados eletrônicos para informações de projetos estruturais metálicos. Ele facilita e viabiliza este intercâmbio por meio de softwares aparentemente independentes, como, por exemplo, soluções utilizadas para análises estruturais, CAD e soluções específicas de detalhamento, possibilitando que esses diferentes softwares se comuniquem uns com os outros.

**Editais** – Documento que torna notório o interesse em contratar uma empresa para realizar determinado tipo de serviço. Esse edital especificará com detalhes e rigor técnico qual a dimensão e o tipo de serviço necessitado e quais os critérios que serão adotados para selecionar uma empresa se candidatar.

**Energia fotovoltaica** – É a energia obtida através da conversão direta da luz do sol em eletricidade, isso ocorre através de um efeito chamado fotovoltaico que é o aparecimento de uma diferença de potencial nas extremidades de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental para este processo.

**Engenharia de Valor** – Sistemática que tem por objetivo reduzir custos e prevenir eventuais custos desnecessários antes de produzir o produto ou serviço. Assim, ela busca eliminar custos que não agregam valor ao produto ou serviço.

**Sistema Grooved** – É um sistema de acoplamentos através de ranhuras para união de tubos em aço carbono ou inox com possibilidade de ajustes durante a execução em campo.

**Hardware** – Componentes que fazem parte da estrutura física de um computador.

**In Loco** – Expressão em latim que significa “no lugar” ou “no próprio local”.



**Key User** – traduzido como: Usuário Chave – Pessoa que representará o departamento que será o responsável por centralizar todos os assuntos referentes ao projeto em questão.

**MasterFormat** - Sistema de classificação dos itens construtivos que auxiliaria na confecção das bibliotecas de itens que estabelece modelos/formatos para vários tipos de documentos, nomeadamente para especificações, para registro/arquivamento de dados, para averiguação de custos e para registro/arquivamento de projetos.

**Osmose reversa** - É um processo de separação em que um solvente é separado de um soluto de baixa massa molecular por uma membrana permeável ao solvente e impermeável ao soluto. Isso ocorre quando se aplica uma grande pressão sobre este meio aquoso, o que contraria o fluxo natural da osmose. Por essa razão o processo é denominado osmose reversa.

**Omniclass** - Padrão organizacional de classificação que permite e adiciona certeza às informações comunicadas entre as partes interessadas de um projeto.

**Projetista** – Profissional que elabora desenhos de projetos, relativos a instalação, equipamentos e máquinas através de especificações técnicas, instrumentos e softwares disponíveis.

**Software** – Sequência de instruções escritas para serem interpretadas por um computador com o objetivo de executar tarefas específicas. Também pode ser definido como os programas que comandam o funcionamento de um computador.

**Sistema de Sprinklers** – é um sistema de rede de tubulação fixa com água pressurizada com chuveiros automáticos dimensionados e distribuídos no teto ou na parede na edificação estrategicamente posicionados de forma a proteger uma determinada área contra o incêndio. Quando há o aumento do calor, o chuveiro é acionado de acordo com cada tipo de solução de sprinkler, liberando a água pressurizada.

**Subempreiteiros** – Empreiteiro que se encarrega de executar em todo ou em parte um trabalho concedido ao empreiteiro principal.

**Templates** – traduzido como: modelo - Modelo a ser seguido, com uma estrutura predefinida que facilita o desenvolvimento/criação de um conteúdo a partir de algo.

**Tecnologia *Two-Tier*** - É uma tecnologia na qual dois sistemas integrados são executados simultaneamente. Um sistema é usado no nível corporativo e o outro sistema é utilizado no nível subsidiário.

***Uniclass*** - Classificação Unificada para a Indústria da Construção.

***Uniformat*** – Sistema de classificação de informação que fornece um método padrão para a organização de informações de construção, organizada em torno de partes físicas de um mecanismo chamado sistemas e montagens.

***Upgrade*** – Atualização dos componentes de *hardware* ou *software* de um computador.

***WAN*** – *Wide Area Network* é uma rede de computadores interligados para uma grande área geográfica (País ou Continente).

***Microstation*** – plataforma de software CAD 2D/3D para projetos de arquitetura e engenharia desenvolvido pela empresa *Bentley Systems Incorporated*.

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	22
1.1	Objetivo.....	22
1.2	Justificativa.....	22
1.3	Metodologia.....	24
2	Perfil da empresa analisada .....	26
3	Cenário atual da Construção Civil.....	28
3.1	Modelos de negócios da indústria da construção.....	31
4	O que é BIM.....	32
4.1	3D X BIM.....	34
4.2	Contratação BIM.....	35
4.3	Tipos de contratação.....	37
4.3.1	Modalidade <i>DBB – Design-Bid-Build</i> .....	39
4.3.2	Modalidade <i>DB – Design-Build</i> .....	40
4.3.3	Modalidade <i>EAR – Engineer-At-Risk</i> .....	41
4.3.4	Modalidade <i>DBO – Design-Build-Operate</i> .....	41
4.3.5	Modalidade <i>BOOT – Builder-Owner-Transfer</i> .....	42
4.3.6	Modalidade <i>EPC – Engineering-Procurement-Construction</i> .....	42
4.3.7	Modalidade Aliança estratégica.....	44
4.3.8	Modalidade <i>IPD – Integrated-Project-Delivery</i> .....	46
4.3.9	Modalidade Contratual com Adoção de BIM.....	48
4.4	Interoperabilidade.....	48
4.5	Compartilhamento e troca de modelos BIM.....	50
4.6	Nível de desenvolvimento.....	53
4.7	OmniClass.....	57
4.7.1	MasterFormat.....	62

4.7.2	Unifomat.....	62
4.7.3	EPIC (Cooperação Eletrônica de Informação de Produto) .....	62
4.8	Uniclass.....	63
4.9	Entregáveis BIM.....	64
4.9.1	Na fase de concepção, conceituação e verificação de viabilidade do projeto.....	65
4.9.2	Em fase de projeto.....	66
4.9.3	Em fase de construção.....	67
4.9.4	Uso, operação, manutenção e monitoramento.....	68
4.10	Implementação BIM.....	69
4.11	Direitos e Responsabilidades do BIM.....	72
4.12	Propriedade dos modelos BIM e dos dados.....	73
4.13	Alocação de riscos.....	74
4.14	Privacidade contratual e confiança em terceiros.....	74
4.15	Responsabilidade dos arquitetos e engenheiros autorais.....	75
5	Implantação BIM na área de Facilidades da empresa automobilística objeto de análise.....	76
6	Estudo de caso .....	79
6.1	Estudo de caso 1 - Planta de Polímeros .....	79
6.1.1	Escopo do Projeto .....	79
6.1.2	Surgimento do BIM na empresa estudada.....	82
6.1.3	Equipe de Projeto e acompanhamento de obra.....	84
6.2	Estudo de caso 2 – Planta de Santa Catarina.....	94
6.2.1	Surgimento da Planta de Santa Catarina e certificação LEED.....	94
6.2.2	Escopo do projeto.....	96
6.2.3	Troca de informações.....	99
6.2.4	Entrega da Modelagem.....	108

7	Diagnóstico.....	111
7.1	Níveis de Detalhamento.....	111
7.2	Escolha dos Proponentes da Concorrência.....	112
7.3	Tipo de Contratação.....	113
7.4	Definição dos entregáveis BIM.....	114
7.5	Interoperabilidade.....	115
7.6	Fase de crescimento.....	115
7.7	Primeira Reunião com a Contratada.....	116
7.8	Projeto e Acompanhamento de Projeto.....	116
7.9	Avaliação do Contratado pelo Contratante.....	117
8	Conclusão.....	119
	Referências Bibliográficas.....	120
	Anexo I.....	126
	Anexo II .....	129

## **1 Introdução**

### **1.1 Objetivo**

O objetivo deste trabalho é analisar a metodologia de contratação de parceiros de construção civil, realizada por uma empresa do setor automobilístico para seus projetos de reforma e ampliação, verificando a aplicabilidade da modelagem da informação da construção a projetos estudando a eficiência alcançada ao longo do processo.

Esta análise se deu especificamente através do acompanhamento e análise de dois estudos de caso observando pontos fracos e unindo todas as informações da pesquisa pretendendo inferir sugestões de melhorias no fluxo de contratação e no acompanhamento das obras através da modelagem da informação da construção.

### **1.2 Justificativa**

Em virtude das diferentes fontes de informações e interações em uma obra, advindas de diversos parceiros de construção, e dos diferentes dados que compõem um projeto, faz-se necessário planejar e controlar todos os fatores que possam impactar a obra, a fim de garantir que todas as partes interessadas tenham visibilidade das inclusões e modificações realizadas no projeto, motivo pelo qual a modelagem da informação da construção pode facilitar o processo de gestão de projeto desde do estabelecimento de escopo até metas, recursos, parâmetros, comunicação e prazos que devem ser aplicados no planejamento com consistência de informações a todos os envolvidos reduzindo o desperdício e otimizando o tempo e recursos alocados na obra.

O guia de boas práticas em BIM publicado pela Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura AsBEA, menciona que a modelagem da informação da construção pressupõe o seguinte (AsBea 2013, p. 6).:

Todas as informações relativas à construção, nas diversas fases de seu ciclo de vida, sejam alocadas em um só modelo integrado, paramétrico, intercambiável e passível de simulação, que poderá ser utilizado desde a

concepção dos projetos, durante as obras e até durante toda vida útil do espaço construído.

A organização e gerenciamento dos processos de comunicação por meio da padronização da apresentação das informações visa a mitigação dos riscos oriundos de ações internas ou externas e torna necessário o monitoramento constante das atividades para garantir que seu curso transcorra conforme esperado.

Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um projeto e construção mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos". (EASTMAN, TELCHOLZ, SACKS e LISTON, 2014, p.1).

Dito isso, fazem parte também do processo de gerenciamento da obra o conhecimento sobre as ferramentas e etapas que levam até a conclusão do projeto, o que requer uma organização do fluxo de trabalho que passa não só pela elaboração de *templates* com formas e padrões pré-determinados, mas requer também que os envolvidos no projeto, principalmente aqueles responsáveis pelo seu controle tenham a mentalidade de que a integração das informações tem a função de auxiliar na qualidade e eficiência do processo.

Especificamente no caso da indústria automobilística, o processo de contratação tem um fator complicador, pois este tipo de atividade por muitas vezes pode fazer com que vários projetos de diferentes participantes estejam sendo executados ao mesmo tempo em uma mesma planta em virtude de remodelações internas da linha de produção decorrentes de novos veículos e modelos de automóveis que serão produzidos, ou até mesmo por necessidades de modernizações constantes nos espaços onde são realizadas as atividades produtivas, o que torna o processo de gerenciamento de projetos ainda mais complexo.

Muitos dos colaboradores do departamento de facilidades conhecem ou já ouviram falar sobre a modelagem da informação da construção, mas desconhecem todas as funcionalidades, recursos e como efetuar verificação das modelagens recebidas além dos correlacionamentos entre as informações proporcionadas pelo

BIM. Esta falta de conhecimento pode resultar no recebimento do BIM aquém de suas possibilidades.

Diante deste cenário, a modelagem da informação da construção deve ser encarada pelos colaboradores da companhia como ferramenta facilitadora no processo de controle e gestão da obra e de seus recursos em virtude de todos os aspectos já mencionados acima. O que reforça ainda mais a importância na mudança de mentalidade de gerenciamento de projetos, visando um maior conhecimento e aplicação dos conceitos e práticas do BIM em todos os processos do projeto, garantindo agilidade, eficiência e qualidade no resultado final.

### **1.3 Metodologia**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho se divide em duas partes, primeiramente a revisão bibliográfica na qual foram analisados livros, teses, dissertações, guias, fascículos e artigos científicos visando o entendimento do tema e a comparação de diferentes fontes de informação a respeito da modelagem da informação da construção focado no processo de contratação.

Ainda a respeito da revisão bibliográfica, o Manual de BIM foi amplamente utilizado para compreensão dos conceitos e ferramentas aplicáveis na metodologia da modelagem da informação da construção. Os autores Eastman, Telcholz, Sacks e Liston explicam e consolidam as questões comerciais e organizacionais associadas a implementação do BIM além dos impactos que sua utilização proporciona aos membros da equipe de projeto e diferenciam da execução tradicional de um projeto e um projeto modelado em BIM.

Outro fator importante que levou à utilização do Manual BIM para escolha deste trabalho é a relevância dos temas abordados pelos autores Eastman, Telcholz, Sacks, Liston, tais como: Introdução ao manual de BIM e Ferramentas BIM e modelagem paramétrica e BIM para proprietários.

As pesquisas efetuadas a partir do material da CBIC e da AsBEA também serviram como fonte de informação para o embasamento deste projeto de pesquisa. Através da utilização de guias de boas práticas, estudo de caso e pesquisas de dados



envolvendo o PIB da indústria da construção civil brasileira baseados em dados oficiais divulgados pelo IBGE.

Já a segunda parte, foi realizada através de pesquisas dos processos internos do departamento de Facilidades da empresa analisada e processos externos de contratados, além de entrevistas e observações realizadas em loco ao longo do processo de execução dos projetos dos dois estudos de caso.

Um dos estudos de caso foi estruturado com base na vivência do pesquisador em uma indústria automobilística situada no município de São Caetano do Sul na grande São Paulo. Devido à facilidade de acesso às informações e processos da empresa, estabeleceu-se um método de observação e pesquisa “in loco” objetivando aprofundar os procedimentos internos existentes e o fluxo de trabalho do time de projetos desta indústria.

Já o estudo de caso 2 contou com entrevistas com colaboradores do mesmo departamento de facilidades e profissionais da empresa contratada responsáveis para elaboração do projeto e execução da obra.

Considerou-se ainda como forma de pesquisa para os dois estudos formulários, controles, editais, dentre outros documentos.

Observou-se ainda o histórico da empresa no que diz respeito às contratações de seus parceiros de projeto, no qual foi realizada a análise de editais, considerando os fatores chave que fizeram com que determinada empresa fosse a vencedora da concorrência, analisando o grau de detalhamento, atributos e níveis de desenvolvimentos dos elementos abordados nas propostas recebidas.

## 2 Perfil da empresa analisada

Fundada em 1911, em Detroit, a empresa analisada é uma das maiores marcas de veículos no mundo, com negócios em mais de 115 países e vendas anuais de aproximadamente mais de 4,8 milhões de veículos. No Brasil, estabeleceu-se em 1925, inicialmente em um galpão no bairro do Ipiranga onde fazia a montagem de veículos com as peças importadas dos Estados Unidos. Posteriormente, em 1930 se estabeleceu em definitivo em São Caetano do Sul, tornando-se a sede da companhia no País.

Atualmente o complexo situado neste município conta com 4 plantas que somadas possuem mais de 290 mil m<sup>2</sup>, com capacidade de produção superior a 50 veículos por hora e conta com aproximadamente 9,3 mil funcionários. Possui também fábricas em diversos municípios do estado de São Paulo, como Mogi das Cruzes, São José dos Campos, Cruz Alta, Sorocaba, e também nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Em virtude dos 89 anos de suas instalações, na fábrica de São Caetano do Sul a empresa já passou por diversas expansões para poder acompanhar o processo de modernização de sua produção, contudo continuam constantes as demandas por manutenção estrutural e adequação dos espaços existentes para a acomodação de novos processos.

Tratando-se da planta de Santa Catarina, destaca-se o fato de a edificação possuir a certificação global LEED. Inaugurada no início de 2013, esta indústria possui iniciativas voltadas para a sustentabilidade com geração de energia fotovoltaica, tratamento de efluentes e esgoto por meio de jardins filtrantes, reciclagem de resíduos industriais e reciclagem da água industrial por osmose reversa, sendo estes alguns dos itens que motivaram o reconhecimento da certificação LEED.

Devido às constantes remodelagens, renovações ou criações de novas tecnologias ou produtos são geradas demandas de aumento de espaços ou adequações dentro de suas fábricas, sendo demolições, reconstruções e construção de novos galpões, adaptações para estruturas auxiliares e instalações para o recebimento de novos equipamentos e processos. Todas estas intervenções devem se dar sem interromper o processo de produção de veículos, o que gera um desafio a mais no gerenciamento das obras executadas.

A empresa também possui no município de São Caetano do Sul um centro tecnológico, que tem por objetivo atender as necessidades das filiais na América do Sul através de projetos liderados pela equipe de Facilidades, que em conjunto com seus contratados elaboraram o escopo, efetuam o desenvolvimento do projeto e acompanham a execução até a entrega obra.

Devido aos fatores mencionados acima e por possuir plantas em diferentes localidades, é muito comum que vários projetos diferentes estejam sendo implementados simultaneamente, cada um contendo suas características, com diferentes necessidades e objetivos.

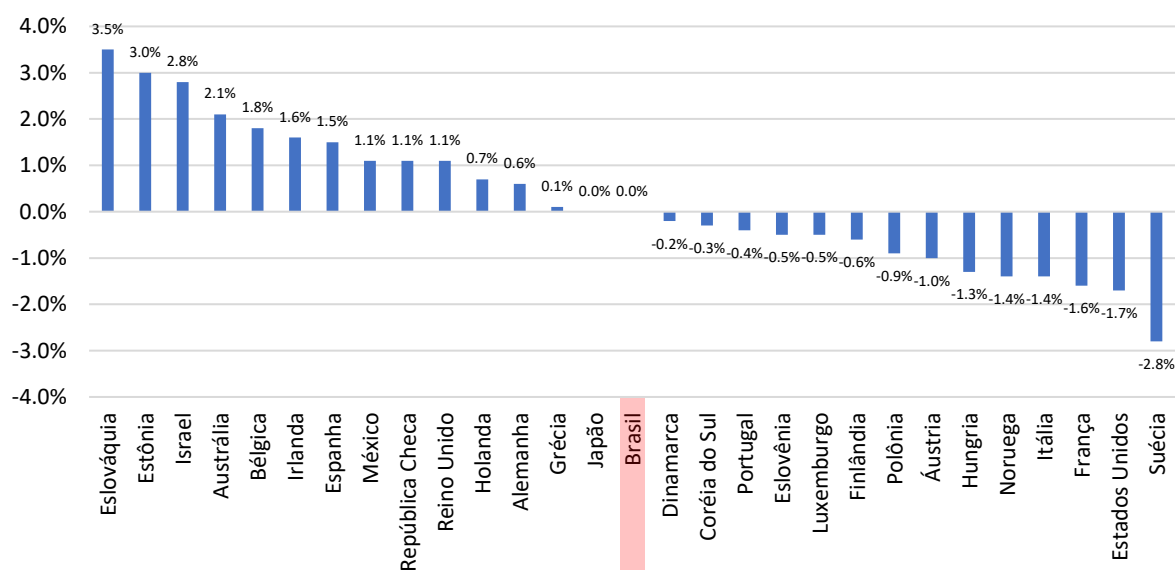
### 3 Cenário atual da construção Civil

Segundo Oliveira e Melhado (2006, p.7), em geral, no cenário mundial a construção civil é um dos setores que menos evoluíram em comparação com outros setores industriais, conforme descrito a seguir:

O setor da construção civil no Brasil, sobretudo quando trata-se do segmento de edificações, ainda é rotulado como atrasado, quando comparado a outros setores industriais, devido à sua baixa produtividade, em função, principalmente, de seu baixo nível de industrialização, elevado desperdício de materiais e reduzida qualificação de seus profissionais, o que resulta, também, na baixa qualidade do seu produto final.

De acordo com estudo da FIESP (2016), no Brasil a evolução da produtividade nos últimos anos é mais baixa do que em muitos outros países. Mesmo em anos de forte crescimento das atividades da construção civil no Brasil, não houve o reflexo no desenvolvimento da produtividade, e por se tratar de um país em desenvolvimento e com carência em infraestrutura, os números abaixo mostram que nossa indústria da construção civil está muito aquém de suas possibilidades.

**Gráfico 1:** Evolução da produtividade do trabalho na construção civil entre 2000 e 2013, em (%) ao ano



**Fonte:** Extraído de (FIESP.2016, et al OECDSTAT e IBGE. Elaborado por Ex Ante Consultoria Econômica.)

O gráfico abaixo elaborado pelo CBIC (2018) destaca ainda, que dentre os diversos setores da indústria nacional a construção civil apresentou significativa retração do crescimento nos últimos cinco anos se comparado com outros setores da economia nacional.

**Tabela 1:** Crescimento dos Setores e Subsetores da economia nacional.

Ano	Extr. Mineral	Transf. e energia	Constr. Civil	Produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana	Comércio	Transp., armazen. e correio	Serv. de inform.	Interm. financeira, seguros, previdência compl. e serviços relativos	Adm., saúde e educação públicas	Ativid. imob. e aluguel	Outros serv.	Serv.	Agropec.
1997	5,0	2,5	7,6	5,9	3,9	6,1	5,2	3,3	0,0	2,5	2,8	2,5	0,8
1998	3,6	(4,8)	1,6	1,2	(1,9)	0,7	7,9	(1,5)	2,9	2,6	1,1	1,4	3,4
1999	(4,4)	(1,9)	(4,9)	0,5	(2,2)	(4,0)	13,0	0,3	3,3	2,3	1,2	1,8	6,5
2000	9,1	5,7	1,4	4,2	4,5	5,7	16,6	2,2	1,7	4,0	3,3	3,8	2,7
2001	5,4	0,7	(1,6)	(7,7)	1,8	0,2	6,5	1,2	3,6	3,2	(0,4)	2,1	5,2
2002	15,2	2,1	4,8	4,3	(2,4)	4,0	6,3	3,8	2,7	3,9	4,5	3,1	8,0
2003	4,6	2,7	(8,9)	3,7	(0,4)	(2,2)	2,3	(3,2)	3,2	3,9	(0,1)	1,0	8,3
2004	(0,5)	9,1	10,7	6,0	9,3	5,4	4,3	3,8	4,1	5,5	3,7	5,0	2,0
2005	6,8	2,2	(2,1)	3,1	3,1	3,6	5,8	5,8	1,0	4,2	4,9	3,7	1,1
2006	6,5	1,2	0,3	4,1	5,0	2,5	0,8	8,2	3,9	4,7	3,8	4,3	4,6
2007	2,9	6,1	9,2	6,1	8,3	5,1	6,4	15,1	2,2	6,0	3,6	5,8	3,2
2008	4,1	4,1	4,9	2,6	5,3	7,6	9,8	13,2	0,6	1,4	4,7	4,8	5,8
2009	(2,1)	(9,3)	7,0	0,7	(2,3)	(4,4)	0,0	8,8	3,4	3,0	3,0	2,1	(3,7)
2010	14,9	9,2	13,1	6,3	11,1	11,2	5,4	9,3	2,2	4,9	3,3	5,8	6,7

2011	3,5	2,2	8,2	5,6	2,3	4,3	6,5	6,2	1,9	1,9	4,6	3,5	5,6
2012	(1,9)	(2,4)	3,2	0,7	2,4	2,0	7,0	1,5	1,3	5,1	3,6	2,9	(3,1)
2013	(3,2)	3,0	4,5	1,6	3,4	2,6	4,0	1,8	2,2	5,1	1,6	2,8	8,4
2014	9,1	(4,7)	(2,1)	(1,9)	0,6	1,5	5,3	(0,6)	0,1	0,7	1,9	1,0	2,8
2015	5,7	(8,5)	(9,0)	(0,4)	(7,3)	(4,3)	(0,9)	(1,2)	0,2	(0,4)	(3,7)	(2,7)	3,3
2016	(2,7)	(5,6)	(5,6)	7,1	(6,1)	(6,8)	(3,2)	(3,3)	0,6	0,2	(3,2)	(2,6)	(4,3)
2017	4,3	1,7	(5,0)	0,9	1,8	0,9	(1,1)	(1,3)	(0,6)	1,1	0,4	0,3	13,0
2018	(1,9)	4,0	(2,2)	0,6	4,5	2,8	(3,3)	0,1	0,6	2,8	0,9	1,5	(2,6)

Taxa (%) de crescimento - setores e subsetores

**Fonte:** (CBIC, 2018 – Banco de Dados – PIB Brasil e Construção Civil)

Melhado (2001) destaca ainda a existência da reduzida produtividade que também é ocasionada pela pulverização das atividades ao longo do projeto e a utilização de gestões ultrapassadas.

A baixa produtividade durante o projeto na construção civil associada a um cenário econômico desfavorável resulta no afastamento de novas construções. Segundo o Sinduscon de Minas Gerais (2018), o índice de confiança do empresário da indústria da construção no segundo semestre em Minas Gerais recuou, apresentando uma queda da confiança devido a fatores como o aumento do custo de construção tanto nos materiais como na mão de obra, redução do índice de emprego no setor e as perspectivas macroeconômicas do País.

Em se tratando do estado de Santa Catarina, de acordo com a confederação nacional da indústria – CNI, Santa Catarina possui um PIB industrial equivalente a 5,1% da indústria nacional, sendo o sétimo maior PIB do Brasil. E na indústria da construção civil representa 21,4% do valor da transformação industrial das indústrias extrativas e de transformação, frente a 23,9% deste setor em todo o Brasil.

### **3.1 Modelos de negócios da indústria da construção**

De acordo com Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2014) a maioria dos modelos atuais de negócios de projeto na indústria da construção civil em utilização trazem erros e omissões resultando em custos imprevistos, atrasos e eventuais processos jurídicos além de atritos entre as partes interessadas. Outrora, esforços crescentes pulverizados surgem diariamente na tentativa de mitigar esses problemas através de contratos de projeto e construção, uso de tecnologias de compartilhamento em tempo real, uso do desenho em 3D, entre outros. Todavia, mesmo com métodos, ferramentas e compartilhamento oportuno de informações, isoladamente não são suficientes para garantir a eficiência e a eficácia de um projeto, tendo em vista a dificuldade de alinhar as informações em tempo hábil, o que representa uma barreira para o sucesso de um projeto.

Oliveira e Melhado (2006, p.11) destacam ainda que é imprescindível um gerenciamento suficiente das informações compartilhadas conforme descrito a seguir:

É necessária, portanto, a eficaz coordenação das informações trocadas entre empreendedores, projetistas e construtores para que esse processo transcorra de maneira mais integrada. As falhas nas comunicações constituem uma das maiores causas de insatisfação com relação aos projetos, gerando retrabalhos e conseqüentemente desperdício de tempo.

Outro fator de impacto observado nos modelos de negócios atuais é a pouca participação dos construtores nas etapas de projeto, da mesma forma os projetistas têm apresentado reduzida participação na fase de execução do projeto o que ocasiona perda de vínculo, resultando em menor integração entre os participantes, gerando desperdícios de tempo e custo

#### 4 O que é BIM

De acordo com a SIENGE, (2016) – *software* de Gestão, o *Building Information Modeling* (BIM), em português, modelagem da informação da construção, é o conceito que trata de projetos para construções. Distinto do desenho usual em 2D, que é uma representação planificada do que será construído, a modelagem com o conceito BIM trabalha com modelos 3D mais fáceis de assimilar informações parametrizadas e mais fiéis ao produto final, conforme veremos com mais detalhes a seguir.

Historicamente, segundo a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (SAEPRO, 2018) em 1974 o Professor Charles M. Eastman, juntamente com a equipe de estudiosos do Instituto de Tecnologia da Georgia criou o conceito de BDS (*Building Description System*), que trata sobre sistema de construção. Este sistema foi criado com o objetivo de mostrar uma descrição de um edifício em computador, possibilitando replicar e melhorar os pontos fortes de desenhos, sendo eficaz desde a elaboração de um projeto, na sua construção e em sua operação, tornando-se uma ferramenta capaz de evidenciar as fraquezas e pontos a serem melhorados.

Com esta iniciativa, foi aberta a possibilidade de utilização de uma nova tratativa na metodologia de construção, facilitando o processo de elaboração de projetos, que a partir daí poderiam ser feitos em computador, através de *softwares* específicos, e não mais em papel, o que facilitou a criação de processos associados, por meio do CAD -*Computer Aided Design* (Projeto Assistido por Computador).

O SAEPRO (2018), destaca ainda que em 1992 Eastman, G.A. van Nederveen e F.P. Tolman escreveram um artigo com o enfoque em dar múltiplas visões da modelagem da informação da construção, estruturando seu estudo baseando-se nos pontos de vista das diferentes partes interessadas em um projeto. A partir daí foi aberto espaço para o *Building Information Module* gerando um novo modelo de gerenciamento do projeto possibilitando a integração política, de processo e tecnologias nas partes do processo de produção.

Desde então o BIM tornou-se uma ferramenta muito importante para gerenciar a base do processo de produção e os dados do projeto em formato digital, desde o início até o fim do projeto e ao longo do ciclo de vida da construção. A partir daí criou-se um banco de dados com todas as plantas e desenhos, em CAD e em papel que se tornarão parte integrante de um projeto. O objetivo deste banco de dados foi viabilizar



a integração entre as informações em um ambiente virtual estreitando a comunicação e troca de informações entre as partes interessadas gerando maior eficiência no resultado final.

A secretaria de infraestrutura e logística do Paraná, através do Laboratório BIM do Paraná (LIMA, VACCARI e YAMADA, 2017, p. 1) menciona ainda que o BIM como sendo:

A Modelagem da Informação da Construção é uma metodologia de trabalho baseada em processos colaborativos, multi e interdisciplinares - envolvendo profissionais de diversas disciplinas como arquitetura, engenharias, tecnologia da informação, entre outros.

O referido laboratório destaca também que é fundamental o detalhamento do nível de informação existente em cada processo de modelagem de um projeto, pois isto garante a precisão e localização das informações trazendo consistência nos dados que serão estudados pelas diferentes frentes de atuação.

Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014) detalham ainda o conceito de BIM como uma forma de definição de elementos de maneira interativa que pode ou não resultar em seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos onde qualquer alteração é realizada uma única vez, refletindo em todos os desenhos futuros garantindo a coerência de todos os desenhos provenientes da mesma disposição de elementos, facilitando as estimativas de custos e quantidades, compondo um único banco de dados com a coesão de análises visuais e quantitativas. Em outras palavras, se utilizarmos este conceito, vários profissionais podem trabalhar em um mesmo projeto ao mesmo tempo utilizando o mesmo arquivo, incluindo informações inerentes à sua especialidade visualizando interações realizadas no modelo em tempo real.

O BIM, proporciona recursos que possibilitam o detalhamento do desenho. Se criado desde do início de maneira adequada permite maior previsibilidade de todas as fases da obra reduzindo o desperdício e retrabalho, trazendo como consequência maior lucratividade. Cálculos dimensionais podem ser incluídos, informações relacionadas a quantidade de insumos, mão de obra utilizada, fabricante do material, custos, propriedades térmicas, cronogramas também fazem parte do conjunto de

informações que podem ser inseridas no projeto. Tendo em vista a complexidade de gerenciar a colaboração multidisciplinar de um projeto, a integração de informações proporcionada pelo BIM torna o planejamento mais assertivo possibilitando programar atividades com mais segurança e assertividade.

Em contrapartida Mariano (2017) destaca que apesar de diversos benefícios ao projeto, existem obstáculos e desafios a serem enfrentados. Primeiramente os projetistas devem estar dispostos a mudanças de processos e estarem engajados e comprometidos em receber treinamentos para capacitá-los afim de operar corretamente novos “*softwares*”. Além da capacitação profissional é preciso investir em licenças de *softwares* e, se necessário, fazer a atualização dos computadores utilizados já que os programas de gerenciamento e modelagem exigem mais do computador.

Complementando esta questão o Guia AsBEA (2015) destaca a necessidade da alta liderança à frente da decisão, direção e envolvimento na implementação da modelagem da informação da construção, afim de conscientizar e motivar a equipe a superar os desafios gradualmente, preparando-os para obter a maturidade suficiente para saírem da zona de conforto e ter motivação durante o processo de desenvolvimento e evolução da implementação.

#### **4.1 3D X BIM**

O sistema 3D tem por objetivo a substituição do lápis e papel ou da geração de desenhos 2D promovendo maior eficiência na modelagem dos projetos, onde o desenho é criado em um espaço virtual com precisão matemática não possuindo inteligência ao nível do objeto e não oferecendo suporte para integração de informações e análise de projeto. Trata-se apenas de uma mudança na produção gráfica do projeto.

Segundo a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (SAEPRO, 2018), o 3D, apesar de ser um expressivo progresso e uma importante ferramenta capaz de reduzir a ocorrência de erros, diminuir o tempo despendido no desenho e proporcionar maior facilidade na inclusão de modificações agregando eficiência na modelagem, o

resultado final para fins de representação é basicamente o mesmo do desenho em papel ou 2D, pois não existe integração com outras frentes ou informações do projeto.

O conceito BIM prevê a construção em ambiente 3D virtuais de objetos característicos e não apenas a sua representação, uma vez que a tecnologia BIM permite a utilização de “objetos parametrizáveis” com a inclusão das informações. Sendo assim, cada desenho incluído no modelo passa a permitir parâmetros e informações que agregam ao trabalho de outros profissionais que não sejam apenas os projetistas.

Em definição da própria Universidade do Rio Grande do Sul, (SAEPRO, 2018), o BIM não contém apenas linhas e textos para representar elementos e sim os próprios objetos que fazem parte do empreendimento. Sendo assim, o BIM fornece toda informação requerida aos desenhos, desde da fase inicial do projeto, até a término do empreendimento. Como consequência, os dados para a validação do projeto são automaticamente associados a cada um dos elementos que o constituem.

O SIENGE (2016), destaca também que quanto mais próximo da realidade o planejamento da obra estiver, maiores são as chances de sucesso do empreendimento no futuro, uma vez que as tecnologias que utilizam BIM produziram soluções para que a visualização prévia das edificações seja ainda mais assertiva, viabilizando projetos ainda mais concisos.

Muitas pessoas entendem que o BIM é o 3D, mas o BIM é uma mudança de cultura conceitual bem mais abrangente do uso da informação. No BIM, o conjunto dos objetos paramétricos faz com que essas informações associadas possibilitem gerar análises construtivas, etapas de trabalhos, prazos de execução, estimativa de custos, simulações, verificações de luz natural, carga térmica, ventilação natural da edificação além de efetuar simplesmente compatibilizações de disciplinas.

## **4.2 Contratação BIM**

Melhado e Silva (2014) afirmam que é comum no mercado dentro do processo de elaboração do projeto, os problemas aparecem logo no início das contratações, devido a falta de premissas por parte do cliente e as diferentes formas de entendimento, conhecimento técnico e interesses comerciais entre os clientes e os

projetistas. Os referidos autores complementam ainda que no âmbito macro é comum existir por parte do cliente, falta de esclarecimento sobre os propósitos e objetivos a serem atingidos, gerando incertezas e perda de tempo por parte do projetista, o qual tenta buscar uma melhor solução com intuito de satisfazer o cliente sem estar certo de que está seguindo no caminho correto. Fatores como esse aumentam a probabilidade de ocorrer retrabalhos, aumento de custo e reprocessamento de informações.

Em virtude da rápida evolução tecnológica no setor da construção, a complexidade técnica e os desafios também crescem no mesmo ritmo, o que demanda diferentes formas de contratação. Devido a isso, os diferentes tipos de contratação têm o propósito de atender a estas necessidades distintas. Melhado, (2014, p. 45 apud Grillo, Melhado, 2002) comenta que cada tipo de contratação desempenha uma influência diferente na gestão de projetos e caso seja selecionado o tipo de contratação inadequada, como consequência podem ocorrer acréscimos aos custos, retrocessos no processo, reivindicações tardias e disputas legais que podem resultar na perda de qualidade.

Antes de qualquer início de elaboração de um contrato é importante o contratante definir os detalhes, necessidades, prazos, recursos financeiros, técnicas de pessoal disponível para acompanhar o projeto. Observa-se também que muitas empresas querem obter e receber um projeto BIM, mas não tem o conhecimento, capacitação técnica de análise para verificar e coordenar o processo de um projeto em BIM. Além disso, o contratante deve saber as responsabilidades de todos os envolvidos no processo a fim de montar um modelo de contratação e poder acompanhar melhor o projeto. Os principais documentos de base para uma contratação BIM que devem ser inseridas no edital são o plano de execução BIM e o fluxograma geral do processo do projeto.

O contratante tem um papel fundamental no processo do BIM pois deve informar as especificações e as premissas do projeto ao contratado. Assim o contratado terá as necessidades bem definidas e poderá desenvolver um projeto de acordo com a expectativa do cliente. Deve-se selecionar previamente o fornecedor ou os fornecedores em caso de uma concorrência levando em consideração o grau de maturidade e experiência, não somente nos usos gerais dos *softwares*, mas também no gerenciamento do projeto com a modelagem da informação da construção.

Inicialmente, o contratante deve definir o tipo de contrato a ser utilizado. Existem diversos tipos de contratos tais como *DBB - Design-Bid-Build* e *DB – Design-Build*, entre outros que falaremos mais adiante.

“Quanto mais cedo o modelo puder ser desenvolvido e compartilhado, mais útil ele será”. (EASTMAN, TEICHOLS, SACKS e LISTON (2014; P.7).

### **4.3 Tipos de contratação**

A CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção, criou uma coletânea de implementação do BIM para construtoras e incorporadoras (CBIC, 2016), que trata sobre as formas de contratação BIM.

Neste documento ela menciona a falta de hábito da medição estatística, de planejamento das atividades e processos, o que também agrava os custos na construção civil em virtude de alguns fatores sendo eles, a concorrência na fase de apresentação das alternativas com curto prazo para preparação por partes das construtoras, a ausência de foco e baixa valorização no desenvolvimento do projeto, a falta de compartilhamento das ferramentas de planejamento de gestão de projeto que geram imprecisão nas informações corroborando para a identificação tardia de influência negativa e problemas que dificultam a solução conjunta, além de conflitos entre as diferentes equipes que executam a obra e a equipe de gerenciamento do projeto. Todos estes fatores, somados ou isoladamente, ocasionam ruídos no processo de comunicação oriundos da falta de clareza, que geram por consequência falhas e omissões na documentação utilizada no projeto resultando em desgastes, imprevistos, atrasos, prejuízos e conflitos na obra.

Por outro lado, Silva e Melhado, (2014, p. 45 apud Grillo, Melhado, 2002) destacam que devido ao crescimento da complexidade técnica e gerencial de empreendimentos imobiliários, novas formas de contratação tem surgido ao redor do mundo e se traduzem em sistemas inovadores, que possibilitam melhores resultados na construção ocasionando maior interação e sinergia entre projetistas, construtores e clientes.

Ao optar pela contratação dos envolvidos no projeto deve-se ter em mente as diferentes modalidades de contratação que podem impactar significativamente nos

aspectos mencionados anteriormente, além de garantir a correta relação entre as partes envolvidas considerando os interesses de todos os agentes envolvidos.

Silva e Melhado (2014, P.45) elencam ainda o ciclo de contratação conforme destacado a seguir:

O ciclo inicia-se com a assinatura do contrato entre o comprador e o vendedor, termina com a sua liquidação e compõe-se de todas as ações envolvidas na entrega e aceitação de obras e serviços.

De acordo com os referidos autores, objetivando garantir que o contrato foi executado em concordância com o que foi requerido, a medição deve ser feita por meio de planejamento elaborado previamente à assinatura do contrato, e deve envolver o estudo do risco de execução do empreendimento.

O uso de sistemas contratuais inadequados, ainda segundo Silva e Melhado, (2014, p. 46 apud Grillo, Melhado, 2002) resultam em elevação dos custos e atrasos, reclamações e disputas judiciais além de redução da qualidade do investimento nos empreendimentos. Por isso a importância no momento de escolher qual o melhor modelo de contrato a ser adotado. Deve-se levar em conta também a complexidade do empreendimento, atributos do cliente, riscos, prazos e requerimentos apontados pelo contratante.

Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014) destacam que nos Estados Unidos existem duas principais modalidades de contratação: O Projeto-Concorrência-Construção também conhecido como *DBB (Design-BID-Build)* e o Projeto e Construção ou *DB (Design-Build)*. Segundo Gómez (2010) informa que há outros quatro tipos de contratação que são frequentemente adotadas em grandes empreendimentos, são elas: *EAR (Engineer-at-Risk)*, *DBO (Design-Build-Operate)*, *BOOT (Builder-Owner-Operate-Transfer)* e *EPC (Engineering-Procurement-Construction)*. Foram identificados outros três tipos de contratação que são relevantes, são elas: Aliança estratégica, *IPD (Integrated Project Delivery)* e a Modalidade Contratual com Adoção de BIM.

### **4.3.1 Modalidade *DBB – Design-Bid-Build***

*DBB – Design Bid Build* ou Projeto, Concorrência e Construção é a modalidade uma das mais comumente utilizada no segmento de edificações no Brasil e nos Estados Unidos. De acordo com Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014, P.3), os benefícios dessa modalidade consistem em:

Licitações mais competitivas para alcançar o menor preço possível para o proprietário e menor pressão política para selecionar os empreiteiros (esta última é particularmente importante para empreendimentos públicos).

Inicialmente, os responsáveis pela obra procuram por um parceiro, e contratam um arquiteto que desenvolve um programa, em seguida, um projeto conceitual preliminar, passa para a fase de desenvolvimento do projeto e finalmente cria a documentação contratual do empreendimento que se deseja construir. Em seguida o arquiteto seleciona os engenheiros embasado na proposta de menor valor objetivando o desenvolvimento de um plano de fundações, estrutura, instalações, entre outros, que resultarão em desenhos que devem ser coordenados para refletir todas as interações.

E via de regra, o próprio arquiteto se encarrega de monitorar estas etapas do projeto. De acordo com Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014) pelo fato de uma potencial responsabilidade por erros, o arquiteto pode optar por incluir poucos detalhes nos desenhos ou até mesmo incluir informações com imprecisão. Isto pode ocasionar disputas com as construtoras, visto que estas ações podem resultar em custos extras que serão realocados.

Em seguida, uma construtora é selecionada também com base no menor valor de cotação. No momento da licitação cada construtora recebe um conjunto de desenhos e especificações que são usados para compilar um levantamento de quantidades independentes. Segundo Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014). estes documentos são utilizados para estimar um orçamento. Do mesmo modo, a construtora também contrata subempreiteiros com base nos menores valores de contratações.

O fator desfavorável desta modalidade de contratação refere-se às diversas modificações que são feitas no projeto em virtude de erros e omissões que não foram previamente conhecidos no momento da elaboração da proposta, além da mudança

na disponibilidade de materiais, dentre outros. Estas modificações e resoluções, são adicionalmente indicadas por Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014) como fatores que podem levar a obter resultados inesperados. De acordo com Beck (2002), a modalidade DBB, o proprietário corre mais riscos em relação ao resultado final, pois o mesmo assumi a responsabilidade de conduzir e gerenciar a execução, já que a integração entre o projetista e a execução fica a cargo do contratante.

O aumento nos custos pode derivar de um orçamento mal elaborado ou de um orçamento tendo em vista principal a intenção do ganho da licitação, a construtora pode usar este artifício intencionalmente requerendo modificações no projeto e apresentando adicionais ao contratante afim de recuperar as possíveis perdas decorrentes do orçamento de baixo valor.

#### **4.3.2 Modalidade *DB – Design-Build***

Em contraste com a modalidade DBB citada anteriormente, o proprietário do empreendimento que seleciona a modalidade *DB – Design Build* ou Projeto e contratação, contrata uma empresa de Construção e Projetos que tem por objetivo consolidar a responsabilidade pelo desenvolvimento do projeto executivo e execução embasada nas condições delimitadas pelo proprietário através de um projeto básico, visando simplificar a administração de tarefas para o proprietário.

A empresa de Projeto & Construção por sua vez, escolhe seus subempreiteiros em virtude dos requisitos do projeto e de suas experiências prévias também amparada pelo preço mais reduzido.

O empreiteiro estima o custo total e o tempo necessário para finalizar o empreendimento. O proprietário avalia e faz suas considerações e requerimentos finais, o projeto e seu respectivo plano de construção são aprovados e o custo final é estabelecido. O Proprietário acompanha a construção diretamente ou através de um agente, o que reduz em muito disputas e reivindicações.

A vantagem deste modelo, conforme Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014) está em admitir alterações no projeto da construção em sua fase inicial, e conseqüentemente o montante em valor, e o tempo despendido para incorporar as modificações identificadas se torna reduzido.



O modelo de contratação DB tem por premissas a fixação e o foco em um valor global para a concretização da obra, com a execução integrada do empreendimento, onde já estão inclusos o fornecimento de todos os materiais, equipamentos e mão de obra. Também é estabelecido um prazo máximo para a finalização e entrega do empreendimento, em condições de operação e segurança atendendo a todos os requisitos anteriormente estipulados pelo contratante.

Como consequência destas premissas o preço total do empreendimento é valorizado pelo contratado para antever riscos adicionais uma vez que a responsabilidade está centralizada em um único agente. Após todas as avaliações, e o início da construção, qualquer modificação futura no projeto que não seja originada pelo contratante será responsabilidade do empreiteiro.

Como ponto negativo, este modelo gera uma visibilidade reduzida das atividades que estão sendo executadas pelo contratante, reduzindo a transparência do processo de construção. Eastman, Telcholz, Sacks e Liston (2014) citam ainda a menor flexibilidade que o proprietário tem em fazer alterações após o projeto inicial ser aprovado.

Gómez (2006) informa que o contratado deve ser responsável pela obtenção de licenças para implantação do empreendimento. Uma alternativa é o contratante assumir a responsabilidade imolando o projeto e troca da diminuição do custo.

#### **4.3.3 Modalidade *EAR – Engineer-At-Risk***

É uma variação da modalidade *DB – Design-Building* com critérios e projeto básico pré-definidos antecipadamente, aonde o risco é quase totalmente assumido pelo contratante. A contratação resulta em uma combinação de qualificações e preços pré-estabelecidos e de responsabilidade do contratante.

#### **4.3.4 Modalidade *DBO - Design-Build-Operate***

Conforme Gómez (2006), nesta modalidade, o *DBO – Design-Build-Operate*, o contratante é responsável pela contratação do projeto, construção e operação. O

contratado é responsável sobre tudo, desde do projeto, execução, testes de aceitação e operação no prazo estabelecido.

Para o contratante, a modalidade contém inúmeros benefícios, já que o contratado é o único responsável para todas as etapas do projeto, construção e operação, a comunicação entre as partes interessadas se torna mais rápida e consistente reduzindo prazos e custos.

Todavia existem alguns pontos de desvantagem neste tipo de modalidade de contratação que devem observados e ter maior atenção, tais como os detalhes da construção pois a visibilidade fica a cargo do contratado, altos custos do projeto e a permanença do proprietário longe do projeto e execução.

#### **4.3.5 Modalidade *BOOT – Builder-Owner-Transfer***

Conforme Gómez neste tipo de modalidade de contratação o vendedor financia o projeto se pagando pelo contrato, tendo ou não a utilização do produto, sendo a principal diferença entre a modalidade de *DBO – Design Build Operate*, os riscos ficam a cargo do vendedor.

#### **4.3.6 Modalidade *EPC – Engineering-Procurement-Construction***

De acordo com Wade (2005), esta modalidade tem por utilização o regime de *Turnkey*, ou seja, o contratante informa a necessidade para o contratado o que deve ser projetado e construído com valores pré-definidos estabelecidos no processo de contratação (preço global) com as seguintes características:

- O *Design* é de responsabilidade da contratada;
- Os requisitos e especificações são providos pelo contratante;
- Projeto e execução provendo equipamentos em pleno funcionamento prontas para execução;
- Contratado tipo global.

Para melhor entendimento o contratante se responsabiliza pelo projeto básico, já a contratada tem por responsabilidade o detalhamento através do projeto executivo, aquisição dos equipamentos e materiais para a construção da edificação e das

montagens de equipamentos adquiridos. Posteriormente, a contratada tem por obrigação efetuar o comissionamento para finalmente o contratante efetuar a operação assistida.

A tabela a seguir elaborada pelo CBIC (2016), destaca as diferenças entre os tipos de contratação DBB e EPC evidenciando a abordagem de engenharia de valor:

**Tabela 2: Comparativo Contratação DBB X EPC**

DBB (Design-Bid-Build) PCC (Projeto-Concorrência-Construção)	EPC (Engineering-Procurement-Construction) ECC (Engenharia-Compras-Construção)
<b>CONSTRUÇÃO</b>	
1940 - 1990	1990 - 2000
<p>1) Direito da construção está vinculado ao Direito administrativo; 2) O principal contratante é o poder público; 3) Nenhum incentivo ao chamado "value engineering" (Engenharia de valor);</p>	<p>1) Nova lei das Licitações; 2) Lei da Arbitragem; 3) Programa de privatização; 4) PROINFRA para incentivo de PCHs; 5) Introdução de modelos estrangeiros de contratação especialmente o EPCs); 6) Alguns incentivos ao chamado "value engineering" (engenharia de valor);</p>

Fonte: Extraído de (CBIC, 2016)

#### **4.3.7 Modalidade Aliança estratégica**

O Manual de contratação do CBIC (2016) destaca adicionalmente que o modelo de contratação baseado na Aliança estratégica começou a ser verificado na década de 90 e inicialmente tinha aplicabilidade em contratações com operações no exterior. Sua premissa inicial era a confiança mútua e transparência, utilizando planos de contabilidades abertos, compartilhando riscos, custos e ganhos.

Esta modalidade atualmente é pautada pela compatibilidade de princípios e visões de todos os envolvidos, que concluem que juntos tem maior possibilidade de mitigar suas deficiências e potencializar seus pontos fortes gerando mais valor e competitividade ampliando suas chances de sucesso.

O modelo de Aliança Estratégica tem uma duração indeterminada, baseado na confiança mútua, que tem por finalidade obter a máxima cooperação e transparência entre as empresas, compartilhando riscos, responsabilidades e decisões na implementação de um empreendimento, o que significa que as empresas aliadas são responsáveis conjuntas por todo e qualquer problema detectado na execução do empreendimento, e devem estar alinhadas na resolução de dificuldades sem envolvimento de terceiros.

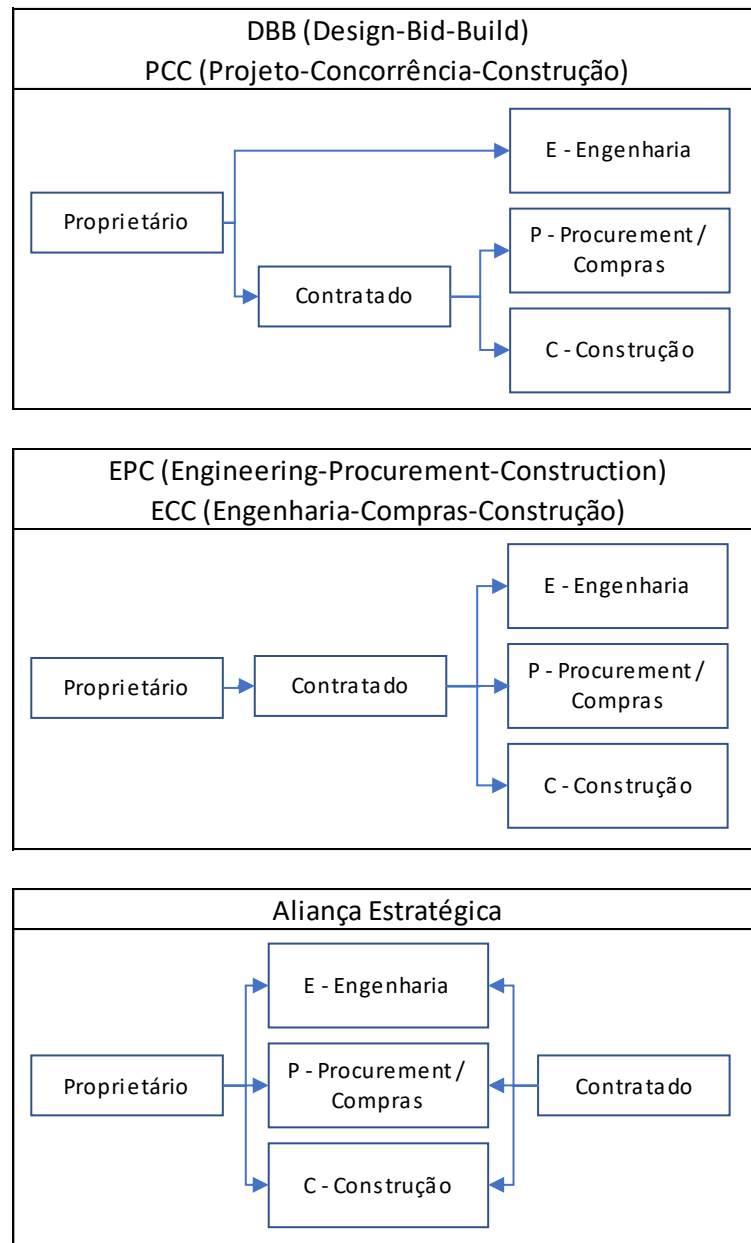
A vantagem desta modalidade na visão de Silva e Melhado (2014), é o balanceamento entre o prazo, qualidade e custo do projeto, com riscos compartilhados, estimulando o progresso da performance do empreendimento.

Este modelo de contratação segundo a CBIC (2016), exige um esforço adicional na escolha dos parceiros que farão parte da aliança, pois exige um alinhamento entre todos os envolvidos.

Os pontos negativos deste modelo de contratação dependem muito do cumprimento dos princípios estabelecidos pela aliança visto que caso não sejam seguidos à risca isto comprometerá a realização do empreendimento. Silva e Melhado (2014) observam ainda outra limitação que este modelo de contratação oferece por não assegurar ao contratante o custo final do projeto tendo em vista que cabe às partes envolvidas prepararem um orçamento com o valor contratado cujos serviços podem possuir condições especiais de remuneração embasadas em cláusulas de ônus e bônus.

Comparando os três modelos de contratação mencionados até o momento temos a tabela 3 abaixo, que ilustra três diferentes esquemas de tratativas dedicadas a engenharia e correspondentes às modalidades de contratação *Design-Bid-Build* (DBB), *Engineering-Procurement* (EPC) e Aliança Estratégica:

**Tabela 3:** Comparativo DBB X EPC X Aliança Estratégica



Fonte: Extraído de (CBIC, 2016)

#### **4.3.8 Modalidade *IPD* – *Integrated-Project-Delivery***

O Manual de contratação publicado pelo CBIC (2016) destaca ainda que o IPD tem uma grande semelhança com o modelo de contratação baseado em Alianças Estratégicas, pois é uma modalidade de contrato que requer grande confiança entre todos os envolvidos no empreendimento. Mas a diferença fundamental é a quantidade de agentes envolvidos, que não se refere apenas a duas empresas que possuem visões e valores alinhados, mas sim um conglomerado de participantes.

Conforme mencionado anteriormente, esta modalidade de contratação não é muito difundida no Brasil em virtude de questões culturais. Basicamente, neste modelo todos os participantes inicialmente informam seus custos reais de operação relacionados ao esforço empregado na execução do empreendimento. O lucro, por sua vez, é auferido somente após a conclusão do projeto, e ele é proporcional aos resultados obtidos ao final do empreendimento.

Dentre as premissas do IPD destacam-se a necessidade de respeito e confiança mútua entre todos os participantes do projeto, unindo esforços para o desenvolvimento e uso de inovações fundamentadas pelo compartilhamento do processo de tomada de decisões, o que viabiliza o envolvimento antecipado de todos os participantes do empreendimento, com aumento da capacidade de comunicação e alinhamento entre todos os envolvidos no projeto com definição clara de papéis, responsabilidades e escopos dos serviços, o que irá propiciar o compartilhamento da remuneração e dos benefícios que se dará somente após a conclusão e entrega do empreendimento.

Como pontos negativos deste modelo, podemos destacar além das questões culturais, a dificuldade em alinhar o cálculo da lucratividade conjunta do empreendimento, além de questões legais que tratam de relações contratuais distintas dos modelos tradicionalmente observados no Brasil

A tabela abaixo elaborada pelo CBIC (2016), e divulgada no manual de contratação compara os diferentes aspectos entre a contratação tradicional e a contratação pelo modelo IPD

**Tabela 4:** Principais características do sistema IPD

ASPECTO	PROCESSO TRADICIONAL	IPD
Equipes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmentadas</li> <li>• Montadas de acordo com as necessidades específicas</li> <li>• Equipes dimensionadas com os mínimos recursos imprescindíveis</li> <li>• Organizadas com hierarquia rígida</li> <li>• Bastante controladas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uma equipe integrada composta por representantes de todos os principais envolvidos</li> <li>• Equipe montada desde as fases mais iniciais do projeto</li> <li>• Equipe aberta</li> <li>• Equipe focada no trabalho colaborativo</li> </ul>
Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear</li> <li>• Específicos</li> <li>• Segregados</li> <li>• Conhecimentos acessados conforme as necessidades específicas</li> <li>• Informações acumuladas</li> <li>• Silos de conhecimento e especialidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concorrente e combinado entre os diferentes níveis</li> <li>• Antecipação das contribuições de especialidades e conhecimento</li> <li>• Informações compartilhadas abertamente</li> <li>• Respeito e confiança mútua entre os participantes</li> </ul>
Riscos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciada de forma individual</li> <li>• Transferidos para a maior extensão possível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciados coletivamente</li> <li>• Apropriadamente divididos entre os participantes</li> </ul>
Remuneração/ Compensação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perseguida individualmente</li> <li>• Baseado no emprego do mínimo esforço para a obtenção do máximo retorno</li> <li>• Em geral, baseado principalmente nos custos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O sucesso da equipe é condicionado diretamente ao sucesso do empreendimento</li> <li>• Baseado em valor agregado</li> </ul>
Comunicações /Tecnologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos baseados em documentos</li> <li>• Desenhos desenvolvidos em CAD 2D</li> <li>• Analógicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos baseados em informações digitais, construção virtual</li> <li>• BIM – Building Information Modeling, abrangendo 3, 4 ou 5 dimensões</li> </ul>
Acordos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encoraja esforços unilaterais</li> <li>• Aloca e transfere riscos</li> <li>• Sem compartilhamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promove, estimula e apoia o compartilhamento multilateral e o trabalho colaborativo</li> <li>• Riscos compartilhados</li> </ul>

Fonte: Extraído de (CBIC, 2016)

### 4.3.9 Modalidade Contratual com Adoção de BIM

Este modelo tem aplicação em todos os modelos de contratação mencionados até o momento, mas destaca-se pela maior usabilidade no modelo de Alianças Estratégicas em virtude do IPD – *Integrated Project Delivery* (Entrega Integrada de Projetos). O IPD propicia auferir os benefícios da adoção da modelagem da informação da construção de forma mais abrangente, entretanto, é pouco difundido no Brasil tendo em vista as barreiras culturais que dificultam a sua adoção.

As dificuldades de utilização do IPD são oriundas da mudança na cultura de trabalho dos empresários, que requer a adoção de um padrão contratual colaborativo e a criação de uma equipe de trabalho integrada.

## 4.4 Interoperabilidade

Em 2004 Howell e Batcheler inferiram que a interoperabilidade é uma peça chave para o desenvolvimento e o sucesso do BIM. A necessidade de padrões de dados abertos e o acesso “não proprietário” para os dados do BIM é uma prioridade urgente para evitar problemas recorrentes de troca de informação. Com o uso o IFC, o reuso de informações de projeto irá garantir a consistência, acessibilidade e acuracidade entre os modelos e a toda equipe de projeto evitando assim atrasos, retrabalhos e custos adicionais não previstos.

Atualmente, os *softwares* de modelagem da informação da construção possuem seus formatos proprietários, restringindo as possibilidades da modelagem da informação na construção, mas em sua grande maioria tem participação no consorcio *Building Smart*, que antes de 2006 era conhecida como IAI (*International Alianz for Interoperability*).

Seu objetivo desde sua fundação, consiste na criação de um padrão que permita a interoperabilidade de dados entre os *softwares* de modelagem da indústria da construção sendo fragmentado e distribuído em várias disciplinas tais como: arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica, entre outros. Sendo assim, ela criou um padrão chamado de IFC (*Industry Foundation Process*) conforme demonstrado na tabela abaixo, que desde 1997 vem apresentando diversas e significativas evoluções até 2016.



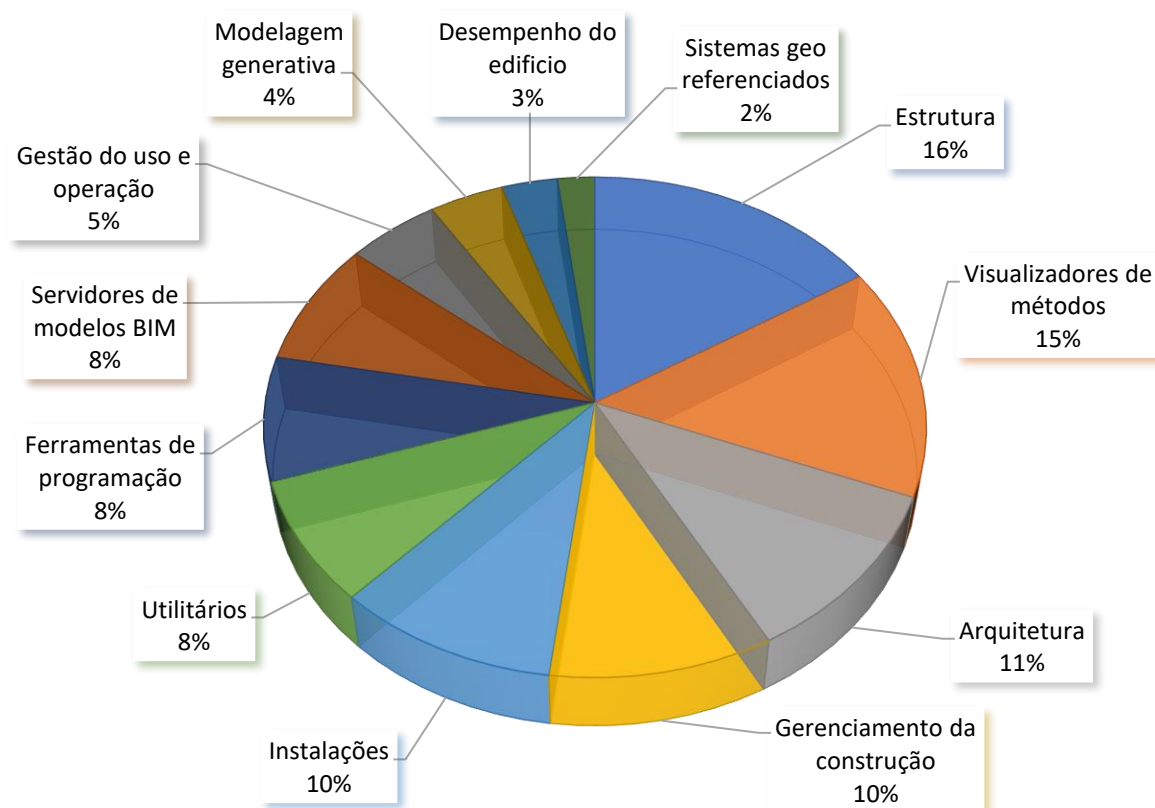
**Tabela 5:** Evolução do IFC

1997	IFC 1.0
1998	IFC 1.5
1999	IFC 2.0
2000	IFC 2X
2001	
2002	PAS16739
2003	IFC 2X2
2004	
2005	PAS16739
2006	IFC 2X3
2007	IFC 2X3 TC1
2008	16739NWI
2009	
2010	16739NWI (reconfirmation)
2011	16739 CD
2012	16739 DIS
2013	IFC4
2014	
2015	IFC4 ADD1
2016	IFC4 ADD2

Fonte adaptada de (IAI 1996 -2016, apud Takagaki 2016)

De acordo com Thein 2011, o IFC “*Industry Foundation Classes*”, é um formato e padrão que permite capturar as relações, propriedades e geometrias de um objeto facilitando a troca de informações entre diferentes *softwares*.

Em 2016, a BuildingSmart organizou e criou um banco de dados de 203 *softwares* compatíveis com o IFC ao redor do mundo. Esta divulgação, conforme demonstrado no gráfico abaixo, evidencia a quantidade de programas disponíveis no mercado que aumentam a possibilidade de escolher o melhor *software* de acordo com sua finalidade ou disciplina.

**Gráfico 2:** Softwares BIM no mundo compatíveis com IFC

Fonte: Extraído de (COORDENAR, 2016)

#### 4.5 Compartilhamento e troca de modelos BIM

De acordo com Manzione (2015) a colaboração de informação entre as partes interessadas durante a modelagem da informação da construção deve estar disponível a todos os envolvidos quando necessário, possibilitando o acompanhamento da evolução do projeto e também evidenciam se os requisitos do cliente estão sendo atendidos. Todavia existem diversos tipos de troca e compartilhamento de informações, dos mais simples até os mais refinados e ágeis.

Os métodos podem ser divididos em diversas categorias de troca de arquivos ou na plataforma empregada, podendo se utilizar combinações entre as duas. As diferentes formas de troca de informação são:

1. API;
2. Formatos de exportação proprietários;

3. Formatos de exportação públicos;
4. Esquemas baseados em XML;
5. Arquivos físicos com modelos separados;
6. Modelo federado;
7. Servidores de modelos;

1. API é uma forma de integração entre sistemas com benefícios de segurança dos dados, facilidades na troca entre linguagens de programação e acessos. De acordo com Eastman (2008, apud Manzione, 2015) trata-se de um método de ligação direta entre ferramentas específicas em BIM geralmente efetuado através da tecnologia *two-tier*;

2. Os formatos de exportação proprietários de acordo com Eastman (2008, apud Manzione, 2015) são utilizados para trocas de informações envolvendo aspectos geométricos dos modelos, é mencionado ainda que a troca com um formato de exportação é implementada através de um arquivo em formato de texto compreensível para seus usuários;

3. A troca de dados através de formatos de exportação públicos conforme Eastman (2008, apud Manzione, 2015) destaca que apenas o IFC e o *CIM Steel Integration Standards (CIS/2)* para estrutura metálicas, conforme NIST (2012), são formatos públicos e normatizados. Este método é utilizado por usuários que procuram integração entre diferentes *softwares* de diferentes disciplinas os quais tem a liberdade de buscar as melhores soluções que cada programa tem disponível ou conhecimento de manuseio do *software* por parte do usuário;

4. Troca de dados através de esquemas baseados em XML, conforme Eastman (2008, apud Manzione, 2015) dão suporte a informações distintas entre aplicações e são indicados para troca de pequenos volumes de dados. Como por exemplo transferência de esquemas de análises energéticas preliminares, catálogos de materiais e listas de quantidades.

5. Troca de dados através de arquivos físicos com modelos separados podendo ser efetuados através de mídia físicas como DVD ou pen drive, intranets, extranets, ou outros meios via *web*.

6. Troca de dados através de modelo federado como cita Manzione (2015) é um modelo que se caracteriza como um conjunto de bancos de dados associados com uma coordenação de um aplicativo com o objetivo de manter consistências e compatibilidades das informações geradas por modelos individuais propiciando ajustes finos e ganhos na modelagem.

7. Servidores de modelos – de acordo com Vishal, Ning e Xiangyu (2011, apud Manzione, 2015) é um conjunto de bancos de dados relacionados à uma fonte unificada que possibilita diferentes tipos de acesso pelas partes interessadas auxiliando-as na integração das informações e na melhoria da colaboração entre elas, por meio do compartilhamento de dados ao longo de todo o ciclo do projeto podendo incluir a manutenibilidade da facilidade com repositórios de informações permitindo a inclusão, leitura, exclusão e atualização dos dados por meio de acesso aos servidores.

**Figura 1:** Compartilhamento e troca de modelos BIM



**Fonte:** Extraído de (MANZIONE, 2015)

Ainda de acordo com Beetz (2011, apud Manzione, 2015) existem duas categorias de tipos de servidores de modelo:

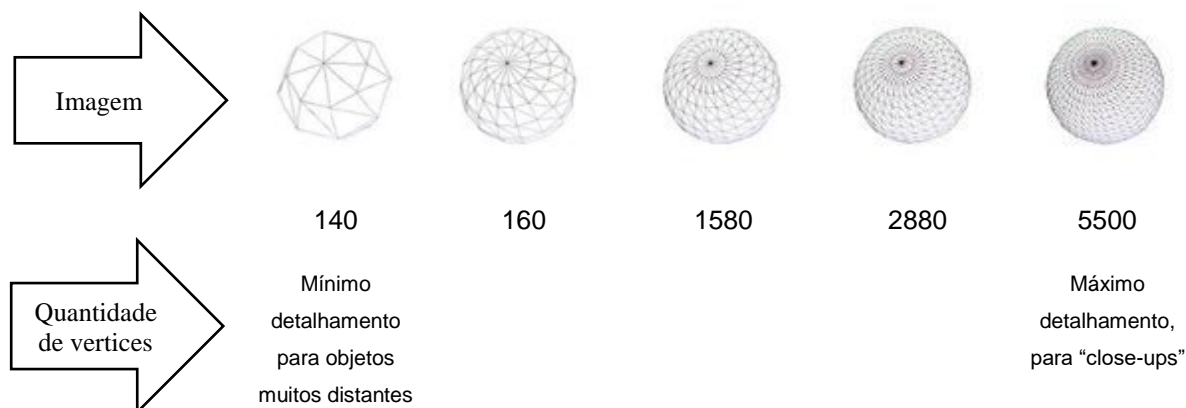
a. Servidores exclusivos para ferramentas de formatos proprietários com capacidade para controle de versões e múltiplos usuários – exigindo alta qualidade de importação e exportação.

b. Servidores para formatos abertos e não proprietários originados de aplicações de diferentes fabricantes.

#### **4.6 Nível de desenvolvimento**

O nível de desenvolvimento é reconhecido internacionalmente como LOD - *Level of Development*. O termo concebido pela AIA – *American Institute of Architects* passou a ser utilizado amplamente em todo mundo. Inicialmente ele foi compreendido e disseminado como *Level of Details* – LOD e posteriormente, o termo mais utilizado e mais citado como *Level of Development* – LOD. O *Level of Detail* ou nível de detalhamento era focado na quantidade de detalhes e já estava inserido nos elementos de um modelo BIM porém já no conceito do *Level of Development*, o enfoque é direcionado de acordo com o nível e confiança que os usuários podem ter sobre as informações da modelagem da informação da construção.

Segundo a AIA, o LOD identifica ainda, o grau de completude para um nível de evolução de um elemento do modelo paralelamente com o progresso das fases de um projeto. E de acordo com a CBIC, o conceito do LOD, provavelmente pode ter surgido quando começaram a se atentar para a existência de diferentes formas de representações gráficas de um elemento.

**Figura 2: Nível de desenvolvimento**

**Fonte:** Extraído de (CBIC, 2016) Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras – Parte 1 Fundamentos BIM.

O nível de evolução de um elemento, de acordo com Manzione (2013), é representado por uma escala crescente a qual ocorre progressivamente e associada ao longo das fases de um projeto. É nas fases de gestão que se torna possível detectar a forma da evolução dos elementos ao longo de todas as fases do projeto.

Na tabela abaixo está resumida a definição das escalas do nível de desenvolvimento ou LOD *Level of Development* do ND100 até ND500.

**Tabela 6: ND - Nível de Desenvolvimento (Especificações e usos do BIM)**

Níveis	100	200	300	400	500
Conteúdo do Modelo	Conceitual	Geometria aproximada	Geometria precisa	Execução-Fabricação	As-Built
Projeto e Coordenação	Estudos de massa, volumes, zonas, modelados em 3 dimensões ou representados	Os elementos são modelados de forma genérica e aproximados de suas dimensões, peso,	Os elementos são modelados de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e	Os elementos são modelados com o objetivo de montagem, de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades,	Os elementos são modelados conforme construídos com informações precisas e exatas das dimensões, peso, quantidades,

	por outros dados	quantidades, orientações e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo.	localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo.	orientações e localização contendo o detalhamento completo de fabricação e montagem. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	orientações e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo
Usos recomendados					
Planejamento	Duração global da obra, Macro-planejamento, Fases e maiores elementos	Escala de tempo, apresentação ordenada dos elementos principais.	Apresentação ordenada pelo tempo das atividades principais e de conjuntos detalhadas	Fabricação e detalhes de montagem, incluindo meios e métodos de construção (gruas, elevadores, escoramentos, etc)	
Estimativa de Custos	Custos estimados, exemplo: R\$/m <sup>2</sup> de área de construção R\$/quarto de hotel	Custo estimado baseado em dimensões de elementos genéricos como paredes, lajes, etc.	Custos baseados em dimensões precisas e especificações completas e detalhadas	Preço confirmados em propostas de fornecedores	Custos realizados
Cumprimento de programa de necessidades	Áreas brutas dos diversos setores	Requisitos específicos de cada um dos ambientes	Casos específicos, instalações e conexões		

Materiais sustentáveis	Estratégias para atendimento dos requisitos LEED	Quantidades aproximadas de materiais organizados pelas categorias LEED	Quantidades precisas de materiais com porcentagem de materiais reciclados	Seleção dos fornecedores específicos	Documentação das compras e especificações
Análises e simulações de iluminação, uso de energia, fluxos de ar	Estratégia e critérios de desempenho baseado em áreas e volumes	Projeto conceitual baseado na geometria aproximada em predefinições de sistemas	Simulação aproximada baseada em sistemas projetados	Simulação precisa baseada nas especificações dos fabricantes e em detalhes dos componentes dos sistemas	Comissionamento e registro dos resultados obtidos
Outros usos que podem ser desenvolvidos					
Circulação, rotas de fuga, acessibilidade					
Atendimento de requisitos de normas					

Fonte: adaptado de MANZIONE (2013) – Metodologia de Cálculo do Nível de Desenvolvimento de um projeto em BIM.

De acordo com o CBIC (2016) é importante que o contratante sabia definir e delinear suas necessidades dentro do escopo de contratação da modelagem da informação da construção incluindo uma especificação clara dos níveis de LOD esperados dos principais elementos tendo como principal objetivo a definição de entregáveis afim de evitar perda de tempo com alinhamentos entre as partes interessadas e que os mesmos possam confiar nas informações inclusas nos modelos.



De acordo com Manzione (2013) o nível de detalhamento se inicia a partir do ND0, que se refere à concepção do produto, o nível de detalhamento do projeto decorre de novas informações durante o processo da modelagem. As informações são acrescentadas e acumuladas progressivamente durante a passagem de todos os níveis de desenvolvimento até o último nível, o ND500, que reflete o modelo conforme construído ou *As Built* em termos de dimensões, forma, localização, quantidade, posição, dados técnicos, fabricante, entre outros.

O próprio SPG (2014, p.15) – Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina, no Caderno de apresentação de projetos em BIM, destaca a importância da gestão das fases de projeto:

Dentre as fases e etapas estão compreendidas as atividades de levantamento de um conjunto de informações jurídicas, legais, técnicas e programáticas para definição ou estabelecimento das restrições/exigências, passando pelo desenvolvimento do partido arquitetônico e demais elementos necessários à verificação de sua viabilidade física, legal e econômica, permitindo assim, a realização das análises de riscos sobre o objeto, bem como execução do detalhamento de todos os elementos do objeto inicialmente proposto.

#### **4.7 OmniClass**

As demandas por um padrão organizacional que apresente o escopo completo das informações de um empreendimento ao longo do seu ciclo de vida abriram portas para a criação do OmniClass, que se constitui em um padrão organizacional de classificação que permite e adiciona certeza às informações comunicadas entre as partes interessadas de um projeto.

O OmniClass.org (2006) apresenta um detalhamento da origem, e aplicabilidade do Sistema de Classificação de Construção OmniClass (OCCS) no qual o conceito do OmniClass é derivado de padrões internacionalmente aceitos que foram desenvolvidos pelos subcomitês e grupos de trabalho da *International Organization for Standardization* (ISO) e da *International Construction Information Society* (ICIS) desde o início da década de 1990 até o presente.

O Coordenar.com (2015), também cita especificamente a norma ISO-12006-3 (2007) traduzida na ABNT-NBR-ISO-12006-2 (2010) como “Construção de edificação: Organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para classificação de informação”, como sendo base do Omniclass. Adicionalmente, Brodt (2016) destaca que a intenção por trás do desenvolvimento da OmniClass é combinar vários sistemas de classificação existentes para muitos assuntos em um único sistema unificado baseado na ISO 12006-2.

Este sistema é caracterizado como sendo uma padronização que objetiva organizar todas as informações de um empreendimento, recuperando informações em programas embasados em banco de dados relacionais, capacitando ferramentas para harmonizar e classificar dados, através da reutilização de informações para várias finalidades, gerando economia de valor e redução do custo do empreendimento, sendo acessível a todas as partes interessadas propiciando a expansão do conteúdo ao longo do tempo para atender as necessidades à medida que surgirem. Brodt (2016), menciona que o OmniClass suporta a demanda por informações de produtos altamente articuladas no formato BIM e pode normalizar e categorizar atributos / propriedades detalhadas e processos desenvolvidos e apoiados pelo Padrão Nacional BIM e Entrega Integrada de Projetos.

A OmniClass™ (2006) pontua também que seu escopo é projetado para abranger objetos em todas as escalas, em todo o ambiente construído, desde estruturas completas, projetos amplos e complexos de múltiplas estruturas até produtos individuais e materiais de componentes, tendo sido projetado para atender a todas as formas de construção. Em um intervalo de muitos dos sistemas que o precederam, o OmniClass também aborda ações, pessoas, ferramentas e informações que são usadas ou participam do projeto, construção, manutenção e ocupação dessas instalações.

Uma das vantagens da utilização do OminiClass consiste na disponibilização de todas as informações geradas durante o desenvolvimento e conclusão de um projeto de construção civil, na qual os proprietários ou gerentes de projeto poderão visualizar os dados históricos e terão maior embasamento na tomada de decisões, o que garantirá um melhor gerenciamento de suas instalações, permitindo ainda transmiti-las aos futuros proprietários gerando assim valor agregado. Isto se torna possível, pois de acordo com o Coordenar.com (2018, p.1).

O Sistema OmniClass mescla elementos e componentes a sistemas e conjuntos, fornecendo uma estrutura para base de dados que aborda desde a organização de bibliotecas de materiais e produtos até a organização sobre o projeto.

A indústria da construção tradicionalmente se concentra na organização de segmentos de informações de construção, uma parte e uma disciplina de cada vez. O OmniClass possibilita abordar todos os aspectos da coleta de informações, manutenção de registros e requisitos de licitação e contratação, e servirá para agilizar o processo de gerenciamento contínuo das instalações, de forma realista possibilitando o armazenamento unificado e a troca facilitada desta informação.

O Comitê de Desenvolvimento do Sistema de Classificação de Construção da OmniClass (OCCS) acredita que seguir esses padrões ISO promoverá a capacidade de mapeamento entre sistemas de classificação desenvolvidos em todo o mundo. O Coordenar.com (2018) cita ainda, que a OmniClass é formada por 15 tabelas hierárquicas, cada qual representando um aspecto diferente da informação na construção que pode ser utilizado de forma independente ou combinado com informações de outras tabelas para assuntos de maior complexidade. Cujas tabelas OmniClass possuem as seguintes finalidades:

- Tabelas 11 a 22 para organizar os resultados da construção;
- Tabelas 23, 33, 34 e 35 e, em menor escala, 36 e 41, para organizar recursos de construção;
- Tabelas 31 e 32 para classificar os processos de construção, incluindo as fases dos ciclos de vida das entidades de construção;

As quinze tabelas do OmniClass também mapeiam as tabelas sugeridas na Seção 4 da ISO 12006-2 conforme destacado na tabela 7 a seguir:

ISO/PAS 12006-3: Organização de informações sobre obras da construção – Parte 3: estrutura para as informações orientadas a objetos implementa a abordagem básica da ISO 12006-2, mas usa as entradas das tabelas como os pontos definidores (ou características) para organização da informação orientada ao objeto. A

abordagem orientada a objetos descreve as características dos itens sem transmitir uma preferência de agrupamento ou ordem hierárquica.

**Tabela 7:** Quinze tabelas OmniClass

1	Tabela 11 do OmniClass – Entidades de construção por função	Tabela 4.2 da ISO – Entidades de construção (por função ou por atividade do usuário)  Tabela 4.3 da ISO – Complexos de construção (por função ou por atividade do usuário)  Tabela 4.6 da ISO – Facilidades (complexos de construção, entidades de construção e espaços por função ou atividade do usuário)
2	Tabela 12 do OmniClass – Entidades de construção por formato	Tabela 4.1 da ISO – Entidades de construção (por formato)
3	Tabela 13 do OmniClass – Espaços por função	Tabela 4.5 da ISO – Espaços (por função ou atividades do usuário)
4	Tabela 14 do OmniClass – Espaços por formato	Tabela 4.4 da ISO – Espaços (por grau de involucro)
5	Tabela 21 do OmniClass – Elementos (incluindo elementos dos desenhos)	Tabela 4.7 da ISO – Elementos (por característica que predomina funções da entidade da construção)  Tabela 4.8 da ISO – Elementos desenhados (elemento por tipo de trabalho)
6	Tabela 22 do OmniClass – Resultados do trabalho	Tabela 4.9 da ISO – resultados do trabalho (por tipo de trabalho)
7	Tabela 23 do OmniClass – Produtos	Tabela 4.13 da ISO – Produtos de construção (por função)
8	Tabela 31 do OmniClass – Fases	Tabela 4.11 da ISO – Estágios do ciclo de vida da entidade de construção (pela característica geral dos processos durante o estágio)
9	Tabela 32 do OmniClass – Serviços	Tabela 4.10 da ISO – Processos de gerenciamento (por tipo de processo)
10	Tabela 33 do OmniClass – Disciplinas	Tabela 4.15 da ISO – agentes de construção (por disciplina)

		(Tabela 33 do OmniClass e a tabela 34 são ambos desenhados de diferentes facetas da tabela 4.15, que pode ser combinadas para classificação)
11	Tabela 34 do OmniClass – Funções organizacionais	Tabela 4.15 da ISO – agentes de construção (por disciplina)
12	Tabela 35 do OmniClass – Ferramentas	Tabela 4.14 da ISO – ajuda de construção (por função)
13	Tabela 36 do OmniClass – Informação	Tabela 4.16 da ISO - informação da construção (por tipo de medio)
14	Tabela 41 do OmniClass – Materiais	Tabela 4.17 da ISO – propriedades e características (por tipo)
15	Tabela 49 do OmniClass – Propriedades	Tabela 4.17 da ISO – propriedades e características (por tipo)

**Fonte:** Extraído de (OMNICLASS™, 2016)

Um dos princípios orientadores adotados pelo Comitê de Desenvolvimento do OCCS, segundo o OmniClass™ (2006), foi “Utilizar sistemas existentes e iniciativas compatíveis para evitar a duplicação de esforços”. Os usuários dos sistemas de classificação existentes passaram a confiar no que fornecem, e as necessidades desses usuários geralmente são atendidas por uma fonte legada. Além disso, todos esses sistemas foram desenvolvidos e aperfeiçoados ao longo de muitos anos e com a contribuição de muitos.

O Coordenar.com (2015) destaca também que o OmniClass é compreendido como sendo uma classificação multifacetada, tendo em vista que agrega dados e conceitos de outros sistemas de classificação para criar suas tabelas: sendo eles os sistemas:

- MasterFormat - classificar os resultados do trabalho;
- Uniformat - classificar os sistemas e componentes de um edifício;
- EPIC - os produtos.

Resumidamente temos a seguir uma breve descrição de cada um destes sistemas:

#### **4.7.1 MasterFormat**

*MasterFormat™* é citado pelo *OmniClass™* (2006) como sendo de extrema importância para a organização de especificações de construção comercial e institucional na América do Norte. Inicialmente publicado em 1963 pelo *Construction Specifications Institute* (CSI) e *Construction Specifications Canada* (CSC), ele foi revisado várias vezes desde então e tem sido usado em todos os setores da indústria da construção para arquivar e organizar especificações, dados do produto e outras informações de construção. Em 2004 houve um importante aumento da sua cobertura, tornando-se fonte de arquivo para o conteúdo da Tabela 22 - Trabalho Resultados. O *MasterFormat 2004 Edition* também foi o primeiro aplicativo publicado do *OmniClass* Integrando informações de outras tabelas no *OmniClass*.

#### **4.7.2 UniFormat**

O *UniFormat™* fornece um método padrão para organizar as informações de construção, reunidas em torno das partes físicas de uma instalação, chamadas de sistemas e montagens. De acordo com o *OmniClass™* (2006), esses sistemas e conjuntos são caracterizados por sua função sem identificar as soluções técnicas ou de design que podem compor. A edição atual da *UniFormat*, publicada pela primeira vez em 1998, foi desenvolvida em conjunto pela ASTM International (antiga Sociedade Americana de Testes e Materiais), CSI e CSC. Como o *UniFormat* organiza as estruturas no ambiente construído por seus elementos componentes. Uma versão modificada deste sistema foi utilizada como uma fonte legada para a organização básica e o conteúdo da Tabela 21 - Elementos.

#### **4.7.3 EPIC (Cooperação Eletrônica de Informação de Produto)**

O EPIC é um padrão internacional para compartilhamento de informações entre bancos de dados de produtos de construção, desenvolvido como resultado de um acordo de 1990 entre representantes de dez países europeus.

O *OmniClass™* (2006) destaca que embora a norma EPIC tenha deixado de ser atualizada, o Comitê de Desenvolvimento do OCCS optou por usar o EPIC como base para a Tabela 23 - Produtos da *OmniClass*. A organização da Tabela 41 -

Materiais e Tabela 49 - Propriedades também foi aprimorada e informada pelos Atributos do Produto EPIC, Tabelas X e Y, respectivamente.

Brodt (2016), pontua que a atual edição da "Tabela 23 - Produtos" abrange quase 7000 produtos utilizados na construção e operação de edifícios enfatizando que essa tabela é fundamental para os gerentes de projetos, uma vez que esses são os produtos que devem ser mantidos, rastreados, reparados, substituídos e operados durante o ciclo de vida completo do edifício. Suas especificações e instruções de manutenção são usadas para estabelecer os cronogramas de manutenção. Suas listas de peças de reposição são usadas para configurar os requisitos de peças de estoque e estabelecer cadeias de suprimentos.

#### **4.8 Uniclass**

Criado pelo Comitê de Informações do Projeto da Indústria da Construção – CPIC, do Reino Unido, um equivalente a *OmniClass*. De acordo com *OmniClass™*, este é um sistema de classificação facetado projetado dentro dos parâmetros da ISO/PAS12006-2 e ISO/PAS 12006-3. Tendo sido adotado pelos membros da ICIS em seu programa *Lexicon*, e ambas as normas são seguidas por grupos em vários outros países que estão desenvolvendo padrões de classificação similares, dentre eles, a Noruega, Holanda, Reino Unido e outros países da Europa, também alinhada junto ao Centro de Informação do Japão (JACIC), que atualmente trabalha para desenvolver o Sistema de Classificação de Construção Japonês (JCCS), modelado em parte no *Omniclass*.

Ainda de acordo com o *OmniClass™* (2016) O Comitê de Desenvolvimento da OCCS esteve em contato com os desenvolvedores da *Uniclass*, em um esforço para desenvolver a *OmniClass*, tendo recebido permissão para realizar adaptações livres e usar parte da estrutura da *Uniclass*, de acordo com suas necessidades para desenvolver a *OmniClass*. Criando uma referência cruzada o que também beneficiou o *Uniclass*, por poder usar o *OmniClass*, como recurso para refinar ainda mais seu documento, aproximando os dois documentos de um padrão internacional harmonizado. A tabela 8 abaixo exemplifica como algumas tabelas *OmniClass* também são extraídas ou correlacionadas em parte às tabelas *Uniclass*.

**Tabela 8 - Correlação entre tabelas *OmniClass* e *Uniclass***

OmniClass Tabela 11 - Entidades de Construção por Função	Uniclass Tabela D - Facilidades
OmniClass Tabela 12 - Entidades de Construção pela Forma	Uniclass Tabela E - Entidades de Construção
OmniClass Tabela 13 - Espaços por Função	Uniclass Tabela F - Spaces
OmniClass Tabela 14 - Espaços pela Forma	Uniclass Tabela F - Spaces
OmniClass Tabela 21- Ementamentos	Uniclass Tabela G - Elementos para Construção Uniclass Tabela H - Elementos para trabalhos de Engenharia Civi
OmniClass Tabela 22 - Resultados de Trabalho	Uniclass Tabela J - Seções de trabalho para Construções Uniclass Tabela K - Seções de trabalho para Engenharia Civil
OmniClass Tabela 23 - Produtos	Uniclass Tabela L - Produtos de Contrução
OmniClass Tabela 31 - Fases	Uniclass Tabela C - Gerenciamento (em parte)
OmniClass Tabela 32 - Serviços	Uniclass Tabela B - Assunto das Disciplinas
OmniClass Tabela 33 - Disciplinas	Uniclass Tabela B - Assunto das Disciplinas
OmniClass Tabela 34 - Funções Organizacionais	Uniclass Tabela C - Gerenciamento (em parte)
OmniClass Tabela 35 - Ferramentas	Uniclass Tabela M - Auxiliares de Construção
OmniClass Tabela 36 - Informação	Uniclass Tabela A - Formas da Informação
OmniClass Tabela 41 - Materiais	Uniclass Tabela P - Materiais
OmniClass Tabela 49 - Propriedades	Uniclass Tabela N Propriedades e Características

Fonte: Extraído de (OMNICLASS™, 2016)

#### 4.9 Entregáveis BIM

Como já mencionamos anteriormente, a modelagem da informação da construção traz diversos benefícios ao projeto e possibilita uma ampla quantidade de entregáveis ao cliente. Entretanto, por diversas vezes os clientes não obtêm o



conhecimento dessas possibilidades, acarretando a falta de definição ou explicação da necessidade de entregáveis nos editais.

A CBIC (2016) em sua coletânea denominada Formas de Contratação BIM, informa uma ampla quantidade de entregáveis possíveis que o cliente pode solicitar a sua proponente, que são mencionados abaixo, segregados de acordo com o ciclo de vida de um projeto:

#### **4.9.1 Na fase de concepção, conceituação e verificação de viabilidade do projeto**

a. BIM1 Condições existentes – utilizada para obter informações e representar condições atuais com possibilidade de estudo, simulação e análises da área ou construção existente;

b. BIM2 Estimativa de Custos – Um modelo macro para extrair informações mínimas em relação à quantidade e especificações para extração de quantidade gerando planilhas preliminares com a intenção de uma estimativa de custo do projeto. Nesta fase é possível ensaiar alternativas incluindo, excluindo e modificando o modelo macro com o intuito de chegar mais próximo da satisfação das partes interessadas pensando não somente no custo da realização do projeto, mas também no custo do uso, operação e manutenção da edificação;

c. BIM9 Análise energética – modelo com estudo preliminar da eficiência energética de uma edificação contendo informações que vão desde materiais aplicados, geometrias até equipamentos envolvidos e como esses itens interagem entre si, possibilitando uma observação e simulação da modelagem com o intuito de modificar, definir e alcançar a melhor solução.

d. BIM20 Modelagem de registros – modelagem dos registros com informações das condições físicas do ambiente com possibilidade da solicitação do englobamento de ensaios e simulações;

e. BIM3 Planejamento de Fases (ou modelagem 4D) – modelagem associada ao tempo de execução de início e conclusão de cada etapa de trabalho dentro do cronograma. Podendo ser utilizada para estudo, simulações e planejamento do plano de ataque da obra ajudando as partes interessadas a verificar antecipadamente a melhor estratégia de atendimento ao cronograma. A CBIC menciona que a modelagem 4D é um recurso poderoso que garante por vezes a

melhor compreensão e alinhamento entre os envolvidos e ajuda na busca da melhor estratégia nos planos de construção;

f. BIM4 Programação – modelagem com informação mínima para geração de *layout*, desenvolvido com a intenção de verificação de espaços, comportamentos de processo no ambiente, adequação junto às leis, normas, regras e padrões podendo ser efetuadas simulações e estudo visuais.

g. BIM5 Análises de locais – São coletadas e modeladas informações mínimas com a finalidade de um estudo para uma ótima localização objetivando posterior obtenção de conhecimento para decidir a melhor forma de posicionar e construir a edificação;

#### **4.9.2 Em fase de projeto**

h. BIM7 Projeto Autoral – modelagem de informação baseada em projeto autoral relacionada a banco de dados de propriedade, quantidades, métodos, custos e cronogramas podendo ser utilizada para coordenação, revisão, simulações e análises de projetos;

i. BIM8 Análise Estrutural – modelagem de informações baseada em premissas que são utilizadas para dimensionamento, estudos, simulações e análises estruturais. É destinado investigar e definir a melhor solução estrutural da edificação;

j. BIM9 Análise energética – modelagem de informações com premissas para desenvolvimento, cálculo e investigação de consumo de energia;

k. BIM10 Análise luminotécnica – modelagem de informações para estudos e simulações de iluminação natural e artificial atrelados ou não com aspectos de consumo de energia e sustentabilidade;

l. BIM11 Análise Mecânica – modelagem de informação através de premissas de projeto em relação as estruturas mecânicas investigando, simulando e estudando a melhor eficiência e desempenho das estruturas mecânicas envolvidas na edificação;

m. BIM12 Análise de outras Engenharias – modelagem de informação sobre outros aspectos de engenharia com solicitações de pouca frequência, e/ou não habituais, como estudos, simulações e estudos sobre ruídos, vibrações e outros.

n. BIM13 Avaliação LEED de sustentabilidade – modelagem de informação de encontro com aspectos de sustentabilidade LEED. Estudo, planejamento e desenvolvimento efetuado dentro de todo o ciclo de vida de um empreendimento para obter nível de certificação LEED, verificando aspectos como soluções de iluminação e ventilação natural e artificial, consumo de energias, reciclagem de resíduos, sistemas construtivos, operacionalidade de equipamentos, dentre outros;

o. BIM14 Validação de códigos – modelagem de informações com regras pré-programadas, condições ou códigos específicos que garantam conformidades solicitadas em projeto;

p. BIM6 Revisão de projetos - modelagem com o objetivo de informar as partes interessadas o cumprimento do programa, definição de critérios de *layout*, iluminação, acústica, ventilação, segurança, dentre outros.;

q. BIM15 Coordenação espacial 3D – modelagem de informação com a consolidação de múltiplas disciplinas (arquitetura, estrutural, rede de água gelada, pluvial, gás e outros) com o intuito da detecção, verificação, análise e a eliminação de interferências com geração de relatórios das tomadas das decisões e históricos;

#### **4.9.3 Em fase de construção**

r. BIM16 Planejamento de utilização – informações sobre componentes, equipamentos, maquinário, recursos de canteiro que serão utilizados na obra podendo associar cada item ao cronograma e possíveis localizações verificando otimizações de espaço, melhorias ao acesso a obra e elaborar planos de ataques mais eficientes e eficazes;

s. BIM17 Projeto do sistema de construção – modelagem detalhada de um ou mais sistemas construtivos específico com plantas, cortes, vistas, conexões, tipos, quantidade de materiais e outras informações suficientes para o entendimento do sistema construtivo.

t. BIM18 Fabricação digital – informações organizadas e divididas em partes retiradas diretamente de uma modelagem para serem carregadas em equipamentos de produção;

u. BIM19 Planejamento e controle 3D – modelagem de informação com geração de desenhos, *layouts* ou modelo afim de facilitar aos colaboradores na execução, montagem das utilidades e na construção da edificação;

#### **4.9.4 Uso, operação, manutenção e monitoramento**

v. BIM21 Planejamento de manutenção – modelagem de informações que possibilitam e facilitam a gestão da manutenção de uma edificação incluindo suas instalações. Planos de manutenções preventivas, registros sobre ações de manutenção corretiva relacionados a itens como paredes, pisos, tetos, equipamentos, tubulações, sistemas e etc. São itens incorporados na modelagem da informação, melhoram o gerenciamento e desempenho da edificação;

w. BIM22 Análise do sistema de construção – modelagem de informações detalhadas sobre os sistemas construtivos avaliando o desempenho total da edificação verificando aspectos desde da ventilação forçada ou natural, sistemas de iluminação natural ou artificial, estudos de insolação, radiação, aspectos arquitetônicos que podem surtir influência no desempenho da edificação;

x. BIM23 Gestão de ativos – modelagem dos sistemas e subsistemas existentes da edificação para gestão da manutenibilidade, planos futuros e atualizações de dados. Facilita a gestão podendo inserir aspectos de vida útil de equipamentos e peças, planos e controles de manutenção de sistemas e subsistemas podendo até calcular futuros impactos de custos;

y. BIM24 Gerenciamento de espaços / Rastreamento – utilizado para gerenciamento e mapeamento do *layout* da edificação verificando espaços e recursos relacionados. Possibilita a administração da edificação analisando os espaços existentes afim de determinar a melhor solução para gerenciar a edificação ou gerar futuras mudanças;

z. BIM25 Planejamento contra Desastres – modelagem da informação em se tratando em aspectos emergenciais, com definições de rotas de emergência, divisões existentes, *layout* da área com possibilidade de integração de sistemas BAS.

#### 4.10 Implementação BIM

O BIM pode ser compreendido por alguns profissionais da construção civil como sendo um processo complexo e de difícil aprendizagem que gera custos elevados durante o período de transição. Contudo, para minimizar os impactos advindos da implementação do BIM é fundamental eleger alguns profissionais da equipe para serem os *Key Users* deste processo de transição, visando proporcionar a eles um conhecimento um pouco mais aprofundado e crítico, capacitando-os a participar ativamente do processo de implementação e desenho do fluxo de trabalho, o que envolve também uma mudança na mentalidade de trabalho, sendo de suma importância que estas pessoas chave estejam motivadas e tenham um treinamento adicional e diferenciado para poder suportar o restante da equipe no processo de implementação do BIM.

O *Website* Mundo BIM (2018) destaca que estes usuários têm o papel fundamental de ajudar a integrar o restante da equipe com o processo de mudança incentivando, estimulando, influenciando e promovendo a participação de todo o time na etapa de transição, garantindo que todos estarão a par da nova metodologia, integrados e alinhados com os objetivos e metas estabelecidos. Quanto mais cedo o time entender que as mudanças virão para facilitar o processo e agregar qualidade aos projetos mais fácil será o processo de transição.

Entender como funcionam os programas interligados e colaborativos do BIM também é fator preponderante no sucesso de sua implementação, e em virtude disso é fundamental ter o domínio sobre quais os requisitos necessários para o funcionamento destes programas, aplicando todas as atualizações recomendadas pelo fabricante, e garantindo a capacidade de processamento das máquinas que estão sendo empregadas, utilizando equipamentos de qualidade que suportem a execução destas ferramentas.

O planejamento das fases de implementação também é muito importante pois ele garante a criação de um fluxo de trabalho detalhado que assegura a correta execução das etapas do processo, e visa facilitar a compreensão e execução de todas as etapas de implementação. Este fluxo deve ser vivo, ajustável e maleável, para que ao longo do processo sejam feitas adaptações, incluídos novos temas ou sugestões propostas pelo time.

Este planejamento cria um comprometimento maior da equipe que se sente parte integrante do processo, abrindo portas para a criação de novas maneiras de trabalho aumentando as oportunidades de sucesso.

A implementação do BIM, iniciada por meio de um projeto piloto, traz mais segurança e confiança ao time que está participando da implementação, tendo em vista que a equipe de *key users* poderá vivenciar esta experiência, aprendendo e crescendo por meio desta iniciativa, ao invés de substituir de imediato todas as metodologias de projeto de uma vez só.

Desta forma existirá maior flexibilidade para mudanças e ajustes ao longo do processo. Esta equipe piloto poderá suportar os demais times a medida que a implementação do BIM ocorrer nos demais projetos.

Caso este projeto piloto seja aberto, a equipe terá a autonomia de documentar os processos de acordo com suas preferências, encaixando suas necessidades à metodologia BIM, simplificando o entendimento da metodologia de integração de informações. Aos poucos estes registros do processo ajudarão a equipe a lapidar e ajustar os procedimentos tornando-os mais eficientes no futuro.

Este faseamento contribui para evitar que os usuários que foram capacitados através de cursos demorem para ter contato com a ferramenta, ou demorem a utilizar os conhecimentos adquiridos evitando desta forma, que esqueçam os conceitos aprendidos. Por este motivo a execução de treinamentos faseados, acompanhando e priorizando os projetos a serem implementados, podem ser mais produtivos.

Conforme o time for treinado, praticar e implementar os conhecimentos adquiridos, sua capacidade de visão de oportunidades, análise crítica e coordenação dos projetos vai se desenvolvendo cada vez mais. Todos estes fatores juntos promovem o encorajamento e autonomia da equipe para inovar e a capacidade do time em buscar as melhores práticas de trabalho torna-se cada vez maior.

Tecnicamente falando, Succar (2010) define o recurso BIM como sendo a capacidade básica de realizar uma tarefa, fornece um serviço ou gerar um produto.

Succar define o modelo de implementação do BIM dividido em estágios que podem ser alcançados por equipes e empresas à medida que adotam processos e conceitos BIM. Os estágios do BIM incluem tecnologia, processo e componentes de

políticas que à medida que se desenvolvem os indicadores de desempenho abordados por Succar alcançam níveis de estágios cada vez mais elevados.

Conforme Manzione (2015) a implementação BIM inicia-se a partir do estágio zero ou pré-BIM baseado ainda em desenhos CAD 2D e 3D sem integração entre as documentações, com características de diversas dificuldades ao longo do projeto. Do Pré bim para o Estágio 1, no qual a modelagem baseada em objeto inclui tecnologias, processos e políticas individuais para cada disciplina do projeto. Se caracteriza em modelos baseados em objetos criando possibilidades de estudos mais fidedignos das representatividades em 2D e abrindo oportunidades de simulações de acordo com objetivo a ser atingido, tais como simular uma iluminação natural ou artificial, térmicas, comportamentos estruturais. Entretanto não há interação colaborativa entre os colaboradores do projeto.

Do Estágio 1 para o Estágio 2 com características do Estágio 1 com grau de habilidade maior dentro de sua disciplina adicionado às características de colaboração de tecnologias, processos e políticas a todas partes interessadas do projeto compartilhando seus arquivos de sua disciplina abrindo a possibilidade de alcançar com mais facilidade, velocidade e qualidade seus objetivos individuais e do projeto. As trocas de informações entre as disciplinas são efetuadas em formatos proprietários ou através do formato IFC.

Já o Estágio 3 se caracteriza do Estágio 2 adicionado às características de integração em rede com tecnologias, processos e políticas que possibilitam as partes interessadas a trabalharem em tempo real sem a obrigatoriedade de estarem no mesmo local. Estágio 4, engloba o Estágio 3 mais os princípios do IPD.

Estágios BIM são definidos, de acordo com Succar (2010), por seus requisitos mínimos. Por exemplo, para uma empresa ser considerada no Estágio 1 de capacidades BIM, ela precisa ter implantado uma ferramenta de *software* de modelagem baseada em objeto.

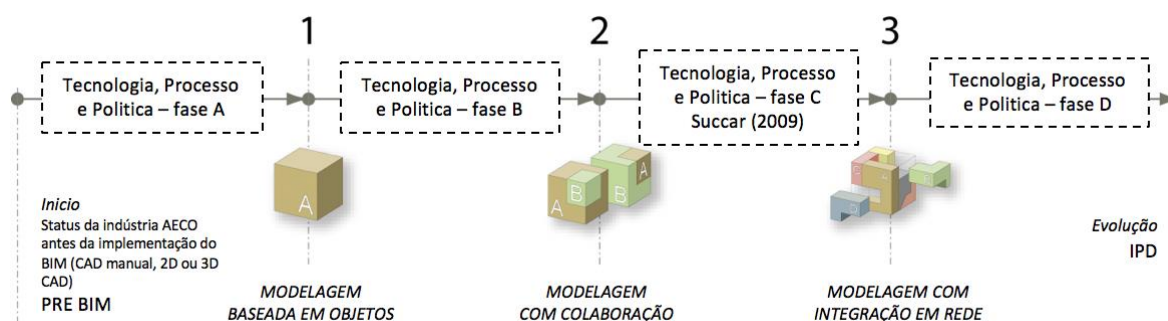
Da mesma forma para o Estágio 2 de capacidades BIM, uma empresa precisa fazer parte de um projeto colaborativo baseado em modelo multidisciplinar.

Para ser considerado no estágio 3 de capacidades BIM, uma empresa deve estar usando uma solução baseada em rede (como um servidor modelo) para compartilhar modelos baseados em objetos com pelo menos duas outras disciplinas.

Succar (2010) destaca ainda que entre a etapa de pré-BIM até a entrega final do projeto integrado existem diferentes etapas e que estas etapas são complementares entre si fazendo delas, etapas incrementais e evolutivas, sendo de fundamental importância identificar e seguir estes passos na implementação do BIM para permitir que a entidade e os colaboradores aumentem sua capacidade e maturidade BIM de maneira sistemática.

Cada Estágio BIM de acordo com Succar (2010), possui seus próprios requisitos e entregas, caracterizando inúmeras fases de entregáveis do BIM, agrupando estes entregáveis em conjuntos de acordo com sua localização, conforme demonstrado na figura abaixo:

**Figura 3:** Estágios do BIM



**Fonte:** Adaptado (SUCCAR,2010)

#### 4.11 Direitos e responsabilidades do BIM

Pelo fato de possuir uma metodologia colaborativa de informações, e ainda não ser amplamente utilizado no Brasil, o BIM pode trazer consigo alguns conflitos no que diz respeito a direitos e responsabilidades. Segundo a CBIC (2016) o sistema legal tem foco e preocupação principal nos direitos e responsabilidades dos indivíduos, entretanto, um dos principais pilares do BIM é o trabalho em conjunto desenvolvido por diversas empresas e/ou colaboradores simultaneamente.



No perfil tradicional uma determinada empresa procura se proteger e restringir ao máximo sua dependência com relação a terceiros, e nem sempre o espírito colaborativo de compartilhamento de informações é aplicado, principalmente quando se trata de informações chave, ou consideradas como determinantes e confidenciais por parte da empresa. Esta postura vai de encontro com a modelagem BIM que visa o constante compartilhamento de informações, integração entre todos os responsáveis dependendo fundamentalmente da confiança mútua envolvendo os participantes do empreendimento em sua totalidade.

Diante desses conflitos, a CBIC (2016) menciona que algumas questões importantes que podem estar diretamente relacionadas a direitos e responsabilidades ligadas ao BIM, podendo ser de ordem comercial, técnica e legais, que veremos resumidamente nos capítulos a seguir.

#### **4.12 Propriedade dos modelos BIM e dos dados**

Culturalmente, e em virtude da dificuldade de auferir com precisão custos e valores, muitas empresas por exemplo, não se sentem confortáveis em compartilhar informações com os demais participantes da obra, tendo em vista que estes dados, em sua visão, podem gerar desgastes e disputas que podem colocar em cheque a sua capacidade organizacional, mostrar sua lucratividade, suas deficiências e enfraquecer sua reputação.

Há momentos que o BIM pode expor os arquitetos e/ou engenheiros responsáveis por sua criação, já que os níveis de detalhamento podem ser encontrados no modelo, evidenciando suas capacidades técnicas e organizacionais. Isso se dá devido ao compartilhamento de informações a todos os envolvidos, além das empresas demonstrarem soluções técnicas próprias utilizadas dentro do projeto.

Todavia, a utilização de *softwares* BIM, além de favorecer a melhora da precisão das informações deve ser encarada como uma aliada no cálculo de dados, e certamente irá adicionar valor a um estabelecimento, viabilizando seu planejamento, possibilitando a precisão e eficiência no cálculo, rastreabilidade e ajustes de informações ao longo de vida da edificação.

Mesmo com a utilização do BIM, os direitos e obrigações sobre um projeto continuam a cargo do arquiteto ou engenheiro responsável pelo empreendimento, entretanto o BIM, por conter uma maior organização e detalhamento das informações pode contribuir para a conservação da edificação, contribuindo positivamente para a manutenção do seu ciclo de vida.

Por ser uma ferramenta pouco difundida no Brasil e relativamente nova no restante do mundo, questões jurídicas relacionadas a esta intensa troca de informações causam muita controvérsia e disputas judiciais, uma vez que, segundo a CBIC (2016) a facilidade de compartilhamento de informações e os riscos e disputas associados a abertura de informações sigilosas que frequentemente podem esbarrar em questões como segredos comerciais ou processos patenteados que podem cair nas mãos de concorrentes.

#### **4.13 Alocação de riscos**

Em virtude do aumento da colaboração e compartilhamento de informações entre todos os envolvidos, e à medida que cada uma das partes envolvidas se beneficia do compartilhamento de informações os riscos inerentes a estas atividades precisam ser alocados de forma racional considerando os benefícios que cada parte envolvida está usufruindo por seu uso.

Entretanto, segundo a CBIC (2016), o BIM não altera as responsabilidades principais dos membros de uma equipe de desenvolvimento, ou seja, subempreiteiros continuarão sendo responsáveis por repassar seu entendimento do projeto para seus responsáveis, continuarão também a coordenar suas subcontratadas, e assim por diante.

#### **4.14 Privacidade contratual e confiança em terceiros**

A CBIC (2016) destaca ainda que a facilidade em compartilhar informações acarreta o risco de que alguma construtora ou agente participante do projeto consiga comprovar eventuais danos e/ou prejuízos causados pela confiança que tiveram ao compartilhar suas informações confidenciais em um modelo BIM. Devido a isso vem a importância e necessidade de criação de cláusula contratual que especifique a

renúncia a possíveis danos, ou impetração de ações de responsabilidades ocasionadas por eventuais erros existentes nos modelos BIM. Esta cláusula contratual objetivará resguardar os responsáveis pelo empreendimento de possíveis questionamentos judiciais.

#### **4.15. Responsabilidade dos arquitetos e engenheiros autorais**

Atualmente, de acordo com a CBIC (2016), alguns estados regulam as práticas de profissionais de engenharia e arquitetura e, em virtude disto alguns estados têm como requerimento a apresentação ou explicitação do número de registro da obra nos desenhos e em frente ao empreendimento. Contudo, com o modelo de compartilhamento de informações BIM, nem todos os profissionais que estão fornecendo informações para o modelo obrigatoriamente respondem diretamente para estes profissionais. Em outras palavras, o processo de tomada de decisão nem sempre será feito pela empresa responsável pelo projeto, mas também por entidades ligadas à construção.

## **5 Implantação BIM na área de Facilidades da empresa automobilística objeto de análise.**

O departamento de engenharia de Facilidades da indústria automobilística objeto deste estudo de caso fica situado em São Paulo, no município de São Caetano do Sul e atende diversas plantas em diferentes Estados do Brasil, e na Argentina atende a planta situada na cidade de Rosário.

Diferentes tipos de clientes internos solicitam estudos, análises e serviços ao departamento de engenharia de facilidades, eles são basicamente departamentos internos das plantas, engenharia da manufatura, engenharia industrial, dentre outros.

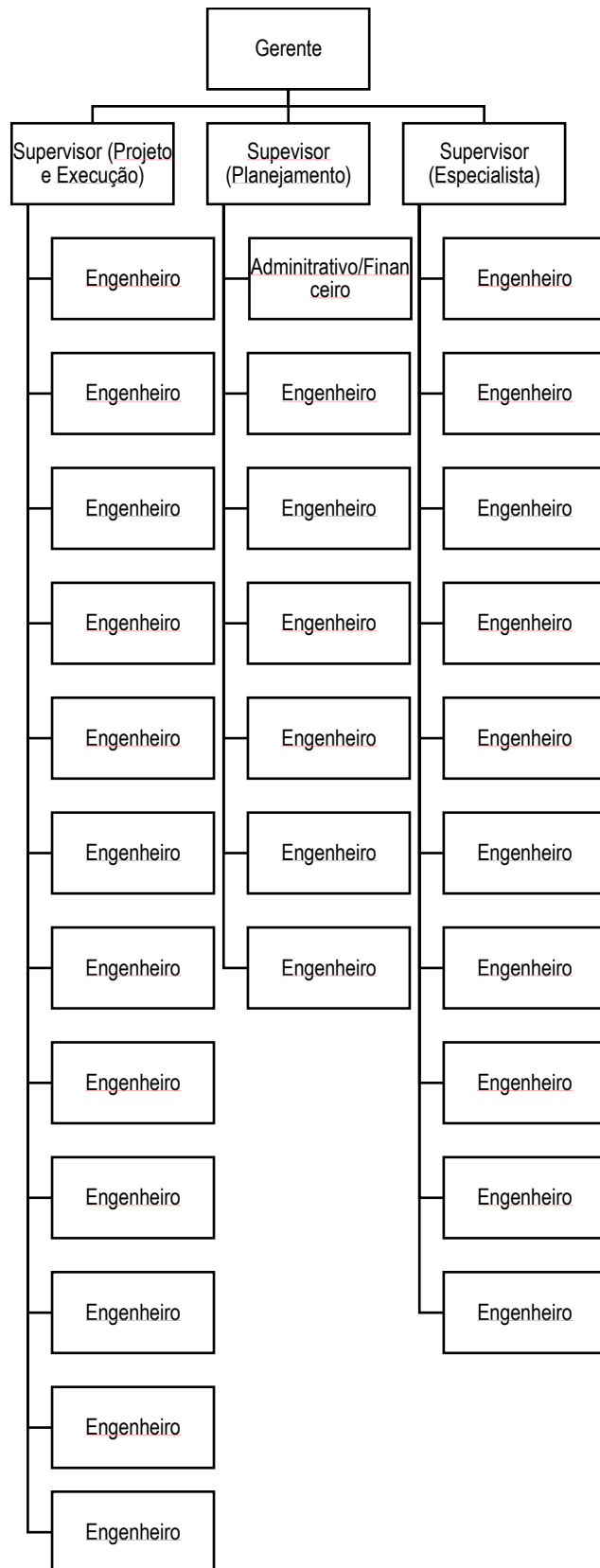
A equipe do departamento de Facilidades é formada por profissionais com graduação em engenharia mecânica, elétrica e civil, além de um profissional administrativo com ênfase no financeiro.

Ao longo dos anos, a quantidade de profissionais no departamento diminuiu drasticamente, projetistas e calculistas não existem mais. Os profissionais que permaneceram, ficaram com a incumbência de criar anteprojetos, elaborar editais, acompanhar o processo de licitação, efetuar interface entre o departamento de facilidades e os demais departamentos internos, que também têm por responsabilidade analisar e aprovar projetos enviados por terceiros e acompanhar a execução da obra em campo.

A maioria das empresas no mundo seguiu esta mesma estratégia assegurando somente o corpo técnico atrelado ao negócio principal da empresa e terceirizando ao máximo os profissionais que estão mais distantes do produto final.

Abaixo organograma do departamento de engenharia de Facilidades:

**Tabela 9:** Organograma do departamento de Facilidades



Fonte: o próprio autor

Resumidamente, o fluxo de informação se faz através do recebimento de uma solicitação de serviço, advinda do departamento de layout que é enviada para o departamento de engenharia de facilidades através de um formulário eletrônico contendo uma descrição das atividades a serem efetuadas, podendo haver ou não um anexo com um layout em planta com cortes para melhor entendimento.

Nem sempre o departamento de layout envia as solicitações ao departamento de engenharia de Facilidades, por vezes o cliente submete suas necessidades diretamente a engenharia de Facilidades e é um dos fatores que corroboram com a ausência de padronização dos requerimentos recebidos.

Esta falta de padronização faz com que por muitas vezes os requerimentos não sejam claros, e por consequência isso exigirá do engenheiro um esforço adicional na troca de informação com o cliente para que ele possa desenvolver o conceito mais completo possível objetivando embasar sua solicitação de fundos para a contratação do serviço de engenharia e execução.

Quando o engenheiro obtém as informações de forma satisfatória e suficiente para a contratação o mesmo, juntamente com outros colaboradores do departamento de facilidades, decide qual a melhor forma de contratação para o projeto, que atualmente consiste na contratação por meio de projeto concorrência construção (DBB) ou por projeto & Construção (DB).

Por muitas vezes, o grupo escolhe a forma de contratação levando em conta a data de entrega do produto estipulada pelo cliente, que por vezes, acaba optando pela forma de contratação projeto & construção (DB). Em virtude dos prazos serem agressivos e pelo fator cultural no qual ainda acredita-se que há demora demasiada em contratar projeto separado e posteriormente contratar a execução.

No que diz respeito a Modelagem da informação da construção identificou-se que a oportunidade para utilizar e implementar o processo BIM surgiu no ano de 2016, e esta demanda se deu dentro do departamento de Facilidades, através do projeto de uma nova edificação que segundo seus requisitos iniciais teria em torno de 7.000m<sup>2</sup>, e cujo histórico é destacado no capítulo a seguir.

## **6 Estudo de Caso**

### **6.1 Estudo de caso 1 – Planta de Polímeros**

#### **6.1.1 Escopo do Projeto**

O projeto nasceu através da necessidade do departamento de polímeros da empresa automobilística, o qual se baseava em modernizar seus processos de injeção de peças plásticas com intuito de aumentar a capacidade e a qualidade das peças produzidas.

Na ocasião, o prédio onde seria realizada a intervenção não estava adequado ao novo processo e não comportaria os novos equipamentos dentro da planta. Uma vez que tal adequação era indispensável à corporação. Sendo assim, o departamento de engenharia de facilidades foi acionado.

A planta de polímeros consiste em 5 edificações interligadas totalizando aproximadamente 48.000m<sup>2</sup>. A necessidade de recebimento e instalação dos novos equipamentos se daria somente em 7.000m<sup>2</sup> dos 48.000 m<sup>2</sup>. A antiga edificação não estava preparada para receber o novo processo, que consistia em adquirir e instalar duas novas pontes rolantes com capacidade de 40 toneladas para troca de moldes de injeção ao longo de uma área nova de armazenamento de moldes e injetoras de alta capacidade de produção com sistema robotizado para manipulação de peças.

Para que este processo fosse viabilizado, seria necessária uma nova estrutura predial com um pé direito maior do que o existente e ser desenvolvida exclusivamente para a instalação de dois rolamentos para as novas pontes rolantes. As novas injetoras e os novos moldes a serem recebidos na edificação não seriam suportados pelo antigo piso existente, pois testes e análises foram efetuados comprovando que o piso não suportaria as sobrecargas a serem utilizadas na nova área.

Tendo em vista que a política interna da corporação se preocupa com questões ambientais, o processo de desconstrução dos 7.000 m<sup>2</sup> deveria seguir recomendações minuciosas do departamento ambiental interno, como por exemplo, as telhas de fibrocimento com amianto deveriam ser desmontadas, embaladas e

destinadas ao decomissionamento, as lâmpadas deveriam ser separadas das luminárias, divididas e embaladas individualmente, o concreto proveniente da demolição do piso, paredes e muro de arrimo deveriam ser demolidos e separados da armação e posteriormente reutilizados no reforço do subleito do novo piso. O restante dos materiais também deveria ser separado e identificado pela contratada para que o setor de reciclagem interno destinasse estes resíduos para o reaproveitamento.

Já a nova edificação deveria prover alimentações de ar comprimido, elétrica, dados, gás liquefeito de petróleo, água industrial, água potável além de uma nova iluminação predial em LED de acordo com a quantidade de luz necessária para a operação, ou seja, houve grande demanda de intervenções, derivações e ajustes nas novas instalações nas subestações, torre de resfriamento e anéis de utilidades.

A tabela abaixo contém um comparativo entre as características da antiga e nova edificação visando o melhor entendimento das alterações.



**Tabela 10:** Comparativo entre antiga e nova edificação

	Antiga Edificação	Nova Edificação
Área	7.000m <sup>2</sup>	7.000m <sup>2</sup>
Pé direito	Aproximadamente 11 metros	Aproximadamente 17 metros
Ponte Rolante	Não possuía	2 novas pontes (capacidade de 40 toneladas)
Piso	Piso de estoque de materiais	Piso com 30cm de concreto de espessura polido com $f_{ck} \geq 35\text{mpa}$ com endurecedor de superfície, com armadura dupla com capacidade mínima de 10 toneladas por metro quadrado, 10cm de espessura de BGS e 20 cm de espessura de concreto proveniente da demolição da antiga edificação.
Utilidades	Iluminação predial (área de manuseio de materiais)	Iluminação em LED com sistema automático dimerizável, ar comprimido, Gás, água de resfriamento, água potável,
Fechamento Lateral	Em alvenaria (1,20m) e o restante em telha de fibro cimento	Em alvenaria de 0,60m, venezianas metálicas com reguladores de abertura, telha metálica simples de 0,50mm e telha de policarbonato para iluminação natural (3:1)
Cobertura	Telha de fibro cimento	Telha dupla sanduiche com isolamento em lâ de rocha e 5 Lanternins.

**Fonte:** O próprio autor

Os principais desafios deste projeto consistiam em desconstruir a antiga edificação, efetuar modificações no subleito construindo uma nova fundação para o novo piso, além da necessidade de realização da montagem de uma nova estrutura metálica predial com fechamento de cobertura e lateral em uma área na qual havia intenso tráfego de materiais em todo seu perímetro, e uma das premissas do projeto

era não interromper a logística existente na planta para não parar pontos de operação da fábrica.

Travamentos de fontes de energia na planta seriam necessários para realização dos descomissionamentos ou adequações das utilidades antigas afim de viabilizar a desconstrução do galpão e instalações das novas utilidades para a alimentação dos novos equipamentos de injeção de peças plásticas e robôs.

Todas estas intervenções eram agravadas pelo fato da planta operar em mais de um turno, restringindo atividades de maiores riscos ou ocupação de espaço por equipamentos e maquinários no entorno da obra, como por exemplo, atividades de içamento de estruturas, perfurações com hélice contínua, descarregamentos de materiais dentre outras atividades.

Outro fator que intensificou o grau de dificuldade da obra, foi que as atividades do projeto a serem executadas nos finais de semana não podiam ser planejadas com antecedência e por consequência geravam menor eficiência, tendo em vista que, a escala de atividades industriais da planta era recebida poucos dias antes do final de semana dificultando o planejamento, a logística, a segurança e a execução.

### **6.1.2 Surgimento do BIM na empresa estudada**

Parte do departamento e da liderança tinham conhecimento superficial a respeito das vantagens do BIM sendo o suficiente para despertar a curiosidade da sua aplicação, culminando em uma ótima oportunidade para a corporação investir e verificar se os benefícios advindos do BIM seriam satisfatórios na melhoria dos processos internos de gerenciamento de projetos junto às contratadas, seja no recebimento de melhores representações de projeto ou na redução dos problemas constatados durante a execução da obra.

O resultado principal esperado da implementação da modelagem da informação da construção era redução de retrabalho, diminuição de adicionais e dos riscos para atendimento dos prazos de entrega dos projetos.

Por se tratar de uma empresa multinacional, sua sede nos Estados Unidos já se beneficiava dos recursos e vantagens da modelagem da informação da construção, este foi mais um fator que favoreceu o engajamento da liderança a disponibilizar

alguns recursos dentro do departamento de engenharia de facilidades no Brasil para a implementação da modelagem da informação da construção.

Com o apoio gerencial e de mais alguns colaboradores do departamento foram iniciados os trabalhos de análise e preparação da equipe para uma reestruturação organizacional interna com o objetivo de que a implementação fosse viável. O departamento era composto por pessoas com diferentes funções nas áreas administrativas com ênfase em finanças, projetos, acompanhamento de obra e planejamento.

Devido a área dos especialistas ter maior influência, e em virtude de desenvolver editais de contratação e analisar projetos, foi de comum acordo selecionar duas pessoas dentro do time de especialistas com a incumbência de entender melhor o processo de modelagem da informação da construção com a intenção da verificação da viabilidade da sua implementação.

Houve um treinamento básico com uma empresa de consultoria de modelagem da informação da construção aos dois membros designados pelo departamento de especialistas. Pesquisas e reuniões também foram realizadas com os demais integrantes do departamento fomentando o assunto para melhor entendimento, encorajamento e conseqüente engajamento do time para tal mudança, já que o time estava acostumado com o processo de análise de desenhos e memoriais de cálculo via arquivos 2D.

Seguindo o conselho da empresa de consultoria em BIM, dois notebooks foram substituídos por novos equipamentos com maior capacidade de processamento de dados, armazenamento e com a memória superior aos antigos, os quais foram disponibilizados aos dois pontos focais. Quatro novas licenças foram solicitadas ao departamento de IT interno da corporação, sendo dois *softwares* de *Revit* e dois *softwares* de *Navisworks*.

A modalidade escolhida para este projeto foi o modelo EPC (Engenharia-Compras-Construção), tipo de contratação mais comum efetuado pela empresa automobilística, ou seja, o proprietário escolhe uma empresa de projeto & construção com base nos seus próprios requisitos. O contratado desenvolve o projeto desde do início, o proprietário aprova o projeto, o cronograma físico e financeiro e o contratado executa a obra juntamente com seus subempreiteiros até a entrega final do projeto.

Já o edital foi elaborado pela equipe de projeto e execução do departamento de Facilidades com o acompanhamento e ajuda pela equipe de especialistas internos designados. No processo de elaboração do edital não foi consultado nenhum especialista externo pelo contratante, a escolha por esta opção poderia direcionar a melhor forma de contratação de um projeto com modelagem de informação da construção.

O edital explanava quais eram as especificações a serem seguidas pelo contratado, um cronograma macro, processos internos de segurança e ambientais, possíveis jornadas de trabalhos e demais documentações para facilitar aos proponentes o entendimento do escopo buscando a melhor orçamentação e a averiguação interna da participação ou não do proponente no processo de concorrência.

Durante o processo de concorrência, os proponentes enviaram os habituais esclarecimentos que são efetuados neste processo e, mais especificamente sobre a modelagem da informação da construção, não houve dúvidas ou pontos a serem esclarecidos.

### **6.1.3 Equipe de Projeto e acompanhamento de obra**

A equipe de projeto e execução de obra foi formada por três engenheiros, sendo um engenheiro elétrico, um engenheiro mecânico e um engenheiro civil. Resumidamente, é um time encarregado de elaborar os editais multidisciplinares enviados para concorrência de acordo com a necessidade da empresa; com atividades também de analisar, comentar e aprovar projetos enviados pelos contratados; além de gerenciar a execução da obra juntamente com o contratado junto aos líderes das áreas internas e ao departamento de manutenção, atividade que exige conhecimento técnico para intervir em momentos onde existe a necessidade da garantia das boas práticas de engenharia, segurança e ambiental durante a execução.

Devido a estratégia interna já adotada por anos, o projeto foi dividido em 2 editais, um contemplando as disciplinas de civil, iluminação predial e proteção contra incêndio e o outro incluindo os demais serviços de elétrica e mecânica, como água

industrial, sistema de ventilação e ar condicionado, ar comprimido e gás liquefeito de petróleo.

O ganhador do contrato do primeiro edital (Civil, iluminação predial e proteção contra incêndio) nunca havia trabalhado na planta de São Caetano do Sul. O contrato seria iniciado em Julho de 2016 e terminaria em Agosto de 2017 totalizando 13 meses de projeto e execução, já o outro ganhador do segundo edital (elétrica e mecânica) também não tinha experiência nesta planta, e o contrato se iniciaria em Outubro de 2016 e terminaria em Setembro de 2017, totalizando 11 meses para projeto e execução.

Para surpresa de todos, após a contratação houve a constatação de que as duas empresas contratadas não possuíam experiência em modelagem da informação da construção e nem possuíam parcerias com empresas de projetistas com experiência em modelagem da informação da construção.

Conforme já citado anteriormente dois colaboradores da empresa automobilística já tinham efetuados alguns treinamentos e durante o processo de aprendizagem, tiveram acesso a algumas empresas projetistas com experiência em modelagem da informação da construção. Diante da situação encontrada, os colaboradores forneceram contatos de algumas empresas de modelagem para as contratadas subcontratarem o serviço de modelagem da informação da construção das disciplinas de civil, mecânica e elétrica.

Durante o processo de licitação, tanto no edital quanto nos esclarecimentos enviados, não houve nenhuma exigência ou verificação se os proponentes tinham alguma comprovação de competência em modelagem da informação da construção e nenhuma consultoria para auxiliar na elaboração dos dois editais.

Identificou-se através de entrevistas feitas para o desenvolvimento deste estudo de caso que questões como verificar se os proponentes tinham participações em palestras, se possuíam projetos antigos já desenvolvidos em BIM, ou até mesmo, se existia alguma comprovação das qualificações técnicas de seus colaboradores e parceiros não foram averiguadas e muito menos aprofundadas.

Tendo em vista a falta de experiência ou até mesmo a falta de compreensão e conhecimento da atual situação do mercado brasileiro, onde muitas empresas

projetistas não estão preparadas para a modelagem ou que outras empresas do mesmo setor ainda estão em fase de amadurecimento, o contratante não teve o cuidado de averiguar se os proponentes eram maduros suficientes para atender uma modelagem de informação da construção.

Todavia as duas contratadas subcontrataram uma das empresas de projetos sugerida pelo contratante. Logo no início dos contratos, surgiram diversas dúvidas que poderiam ter sido esclarecidas durante o processo de concorrência, tais como: troca de informações, nível de desenvolvimento, entregáveis BIM, cronograma do projeto e aspectos de direitos, responsabilidades, papéis, entre outros.

Na época, a quantidade de projetos em outras plantas era grande, a carga de trabalho estava acima da capacidade dos colaboradores existentes no departamento, tendo como resultado uma sobrecarga de atividades. Atividades como desenvolvimento de novos editais, avaliação de projetos recebidos pelas empresas projetistas, acompanhamento de obra, além do gerenciamento do projeto perante os líderes das áreas, técnicos de segurança e ambiental internos e demais assuntos inerentes a interface entre o contratado e as partes interessadas da corporação estavam acima do normal.

Portanto, a época não estava adequada ou favorável para uma mudança departamental, devido ao vago conhecimento sobre o tema ou mesmo a amplitude da mudança.

**Tabela 11:** Solicitações contidas no edital e nos esclarecimentos de São Paulo

Edital e Esclarecimentos	
Forma de contratação	EPC – Engineering Procurement Construction (Engenharia – Compras – Construção)
Entregáveis BIM	Sem especificação
Interoperabilidade	Deve ser desenvolvido em Revit
Verificação da procedência de empresa projetista em BIM da proponente	Sem especificação
Direitos e responsabilidades	Sem detalhamento sobre direitos e responsabilidades
Controle de qualidade	Sem controle
Níveis de desenvolvimento	Sem especificação
Níveis de desenvolvimento entregue por fases de projeto associado com o cronograma físico e financeiro	Sem especificação

Fonte: O próprio autor

A falta de entendimento da contratada sobre o formato a ser recebido, não proveu discussões durante o processo inicial de elaboração do projeto. Somente após a subcontratação da empresa de projetos pela contratada, as dúvidas foram esclarecidas pelo contratante.

A subcontratada incumbida de desenvolver a modelagem da informação da construção compatibilizada, recebeu os mais variados desenhos de cada disciplina.

Disciplinas de utilidades foram desenvolvidas em 2D, a estrutura metálica foi em *Microstation* e a arquitetura em Revit. Posteriormente os desenhos em 2D foram modelados em Revit e os desenhos em *Microstation* foram exportados via IFC para Revit.

Na especificação descrita no edital do contratante a modelagem deveria ser recebida em Revit, restringindo a modelagem em um único *software*, sendo assim, as possibilidades de projetistas diminuiriam e obrigatoriamente alguns tiveram que

aprender a modelar em Revit ao longo da elaboração do projeto demandando maior tempo e necessidades de ajustes.

A versão atual do Revit na corporação é de 2016, o que também limitou a possibilidade do recebimento de objetos modelados de bibliotecas mais atuais de empresas que estão mantendo ou criando bibliotecas neste meio tempo em versões de software mais atuais.

Como os níveis de desenvolvimento não foram definidos pelo contratante, o subcontratado de projetos ficou livre para definir os níveis de modelagem para cada tipo de objeto de cada disciplina. Alguns detalhamentos gráficos não foram desenvolvidos para itens como por exemplo, os parafusos utilizados para as ligações entre as estruturas metálicas, as fechaduras e dobradiças das portas do prédio e do escritório, as juntas em *grooved* das tubulações de proteção contra incêndio também foram itens que não foram modelados.

Como as contratadas tinham pouca experiência no processo da modelagem da informação da construção e não se sentiam confortáveis com este fato, as mesmas subcontrataram outros projetistas além dos projetistas de modelagem, afim de gerar os desenhos em 2D e suas respectivas memórias de cálculo como vinham efetuando ao longo de seus habituais processos de desenvolvimento de projetos. Em seguida, os desenhos aprovados eram enviados para a outra subcontratada de projetos responsável pela modelagem e inserção dos parâmetros de cada objeto.

Durante o processo de modelagem houve entregas parciais, contudo, no processo de contratação e durante os esclarecimentos da concorrência não foi especificada a periodicidade de entrega ou reuniões de compatibilização junto ao contratante. As datas em que as referidas reuniões deveriam acontecer, ficaram a cargo da contratada, o que ocasionou um grande espaçamento entre uma reunião e outra e, por consequência, retrabalhos que afetaram por vezes muitas disciplinas dispendendo maior tempo para as correções.

As entregas eram efetuadas em reuniões marcadas pelo contratado juntamente com o projetista responsável pela modelagem da informação da construção e seus contratantes.



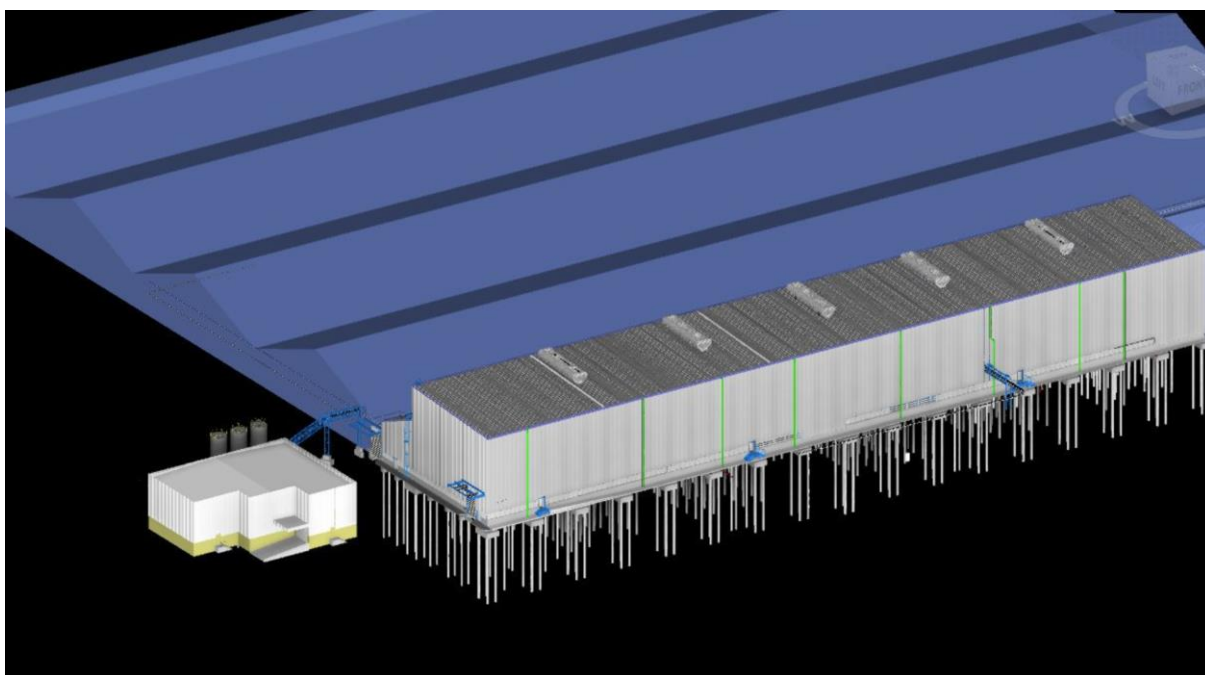
Apesar da reduzida quantidade de reuniões, relatos dos engenheiros do departamento de engenharia de facilidades indicaram vantagens que contribuíram não somente em compatibilizações, já que o projetista efetuava a maioria das correções necessárias com a validação posterior do contratante, mas também em aspectos de funcionamento das operações do processo de injeção, como logística e regras internas fomentando adequações no projeto.

Não houve controle de qualidade da modelagem por parte do contratante em aspectos de parâmetros ou níveis de detalhamento e também não houve análise se a modelagem estava sendo desenvolvida de acordo com as fases de projetos.

Como resultado do processo final da modelagem da informação da construção, veremos a seguir algumas figuras que exemplificam o *as built* do projeto da nova edificação na planta de polímeros em São Caetano do Sul.

A figura 4 representa a perspectiva da modelagem com as fundações profundas que foram necessárias para a montagem da estrutura metálica da edificação, escadas de acesso interno do prédio e escadas marinheiro para acesso ao telhado, venezianas e lanternins para possibilitar a ventilação natural e as telhas metálicas e de policarbonato na fachada para iluminação natural compatibilizadas.

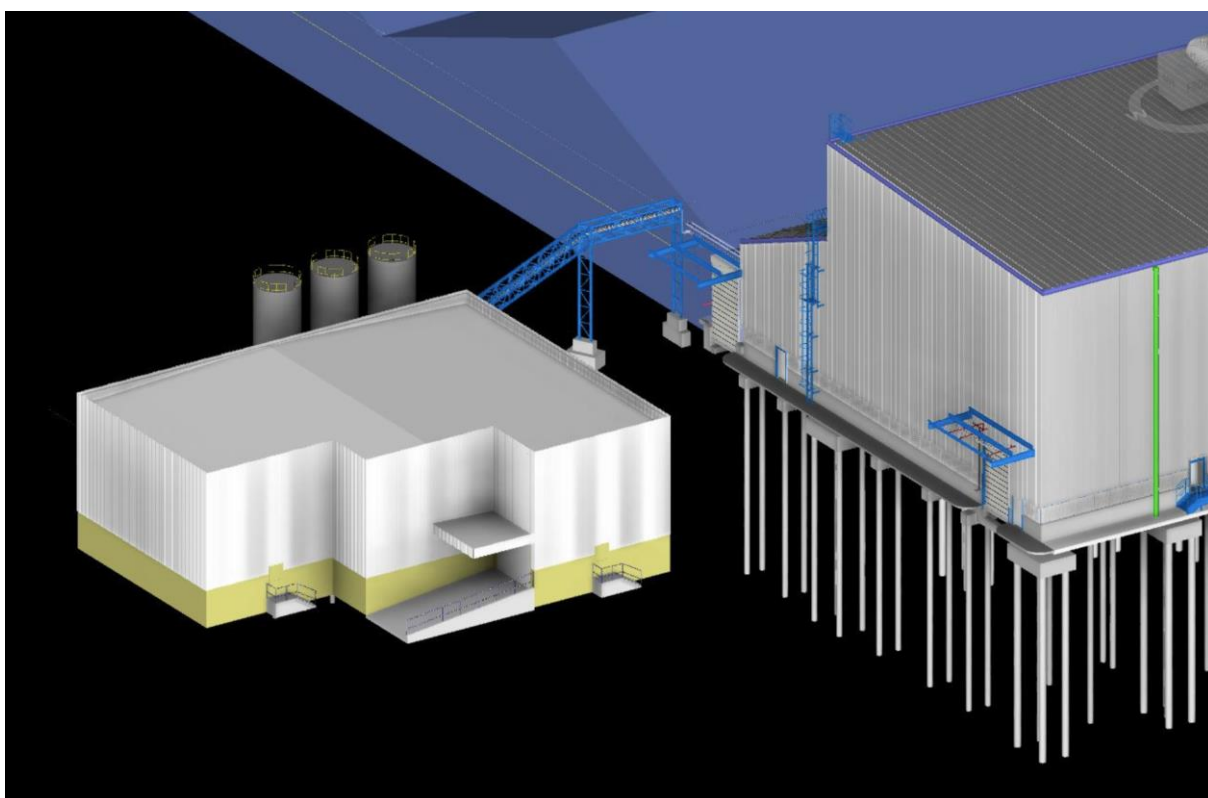
**Figura 4:** Nova edificação no local da antiga edificação



Fonte: Próprio autor

A figura 5 mostra a interligação das utilidades do novo prédio com o prédio dos “Moinhos” através de *piperack* a fim de prover água industrial e potável, elétrica, ar comprimido e gás liquefeito de petróleo ao prédio dos “Moinhos”. A modelagem contribuiu para o entendimento da geometria da estrutura em altura, largura, profundidade e o caminho ao longo da rua, facilitando a adequação da mesma até chegar ao senso comum entre as partes interessadas provendo a entrada e saída de caminhões para abastecimento de matéria prima sem prejudicar a circulação de veículos e pessoas na rua e nas faixas de pedestres.

**Figura 5:** Interligação das utilidades através de estrutura metálica da nova edificação com o Prédio dos Moinhos

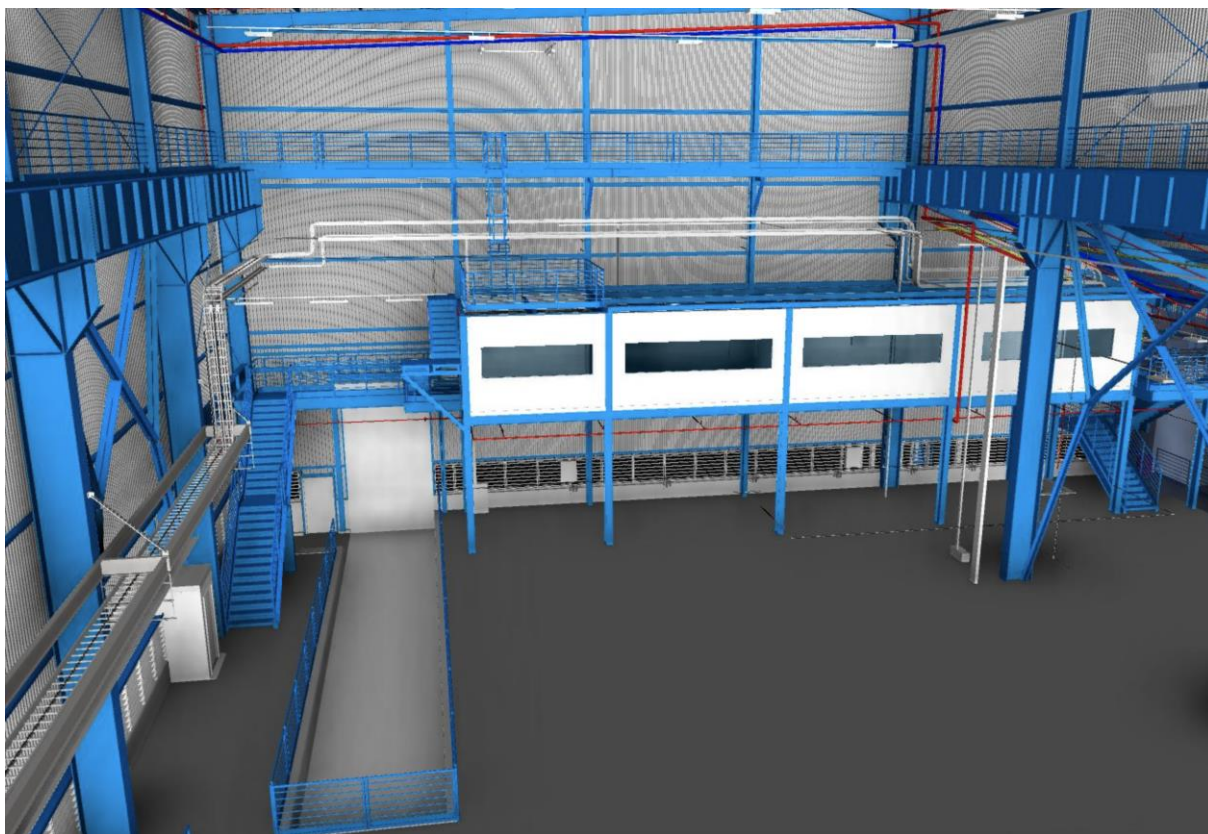


**Fonte:** Próprio autor

Como já comentado anteriormente, os projetos foram desenvolvidos primeiramente em 2D, sendo assim durante o processo de modelagem verificou-se muitas incompatibilidades que não haviam sido detectadas anteriormente evidenciando aos contratados e contratantes possíveis futuros erros durante a execução que posteriormente obrigariam aos executantes prover uma solução inadequada ou insatisfatória ao contratante, somente funcional.

Na figura 6 é possível identificar aspectos internos do novo prédio incluindo o escritório elevado, sistema de *sprinklers* sob o escritório e na cobertura, eletrocalhas, iluminação predial, escada de acesso, dentre outros aspectos. A eletrocalha e a escada de acesso ao escritório estavam gerando incompatibilidade no projeto 2D pois a altura da cabeça do colaborador colidiria com a eletrocalha caso o mesmo utiliza-se a escada para acesso ao escritório. Durante uma das reuniões no processo de modelagem ficou claro às partes interessadas a necessidade de adequação da eletrocalha e assim foi feito.

**Figura 6:** Escritório elevado com laje técnica para equipamentos de IT e sistema de ventilação do escritório dentro da nova edificação

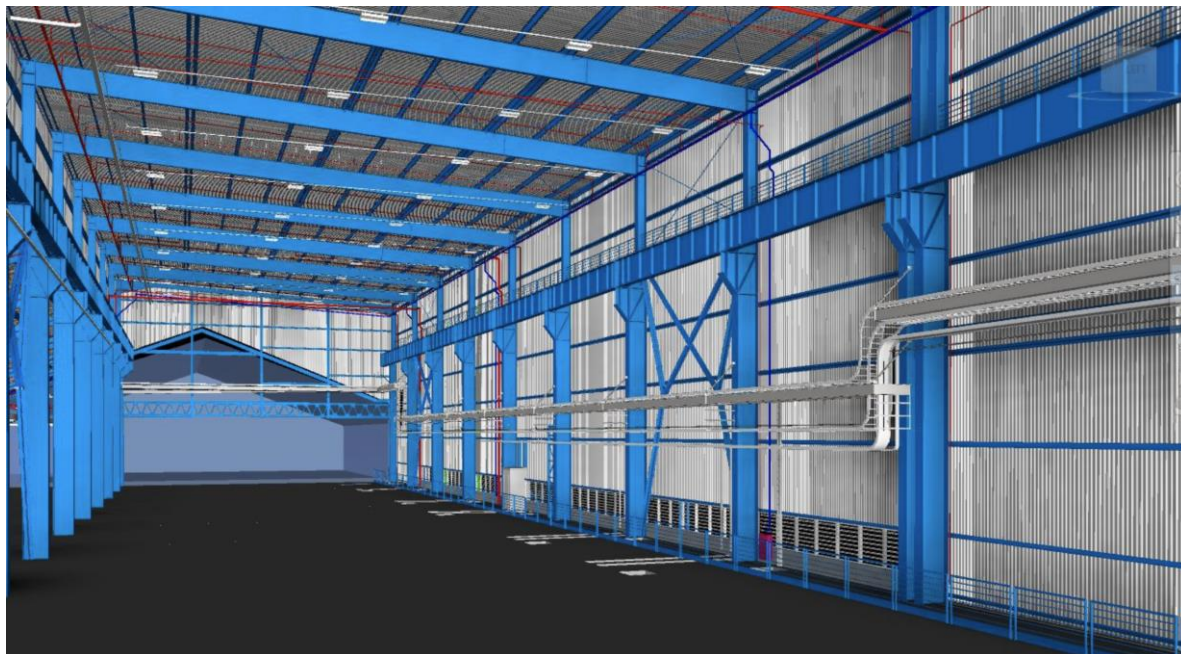


**Fonte:** Próprio autor

A figura 7 evidencia as canaletas embutidas no piso para o encaminhamento das principais utilidades para prover o funcionamento das Injetoras. Ao contratante do departamento de engenharia de facilidades, a modelagem foi útil na exemplificação ao líder da manutenção da planta e posteriormente em conjunto criaram-se detalhes

geométricos e estruturais da canaleta e da tampa a fim de facilitar a manutenabilidade e garantir sua longevidade.

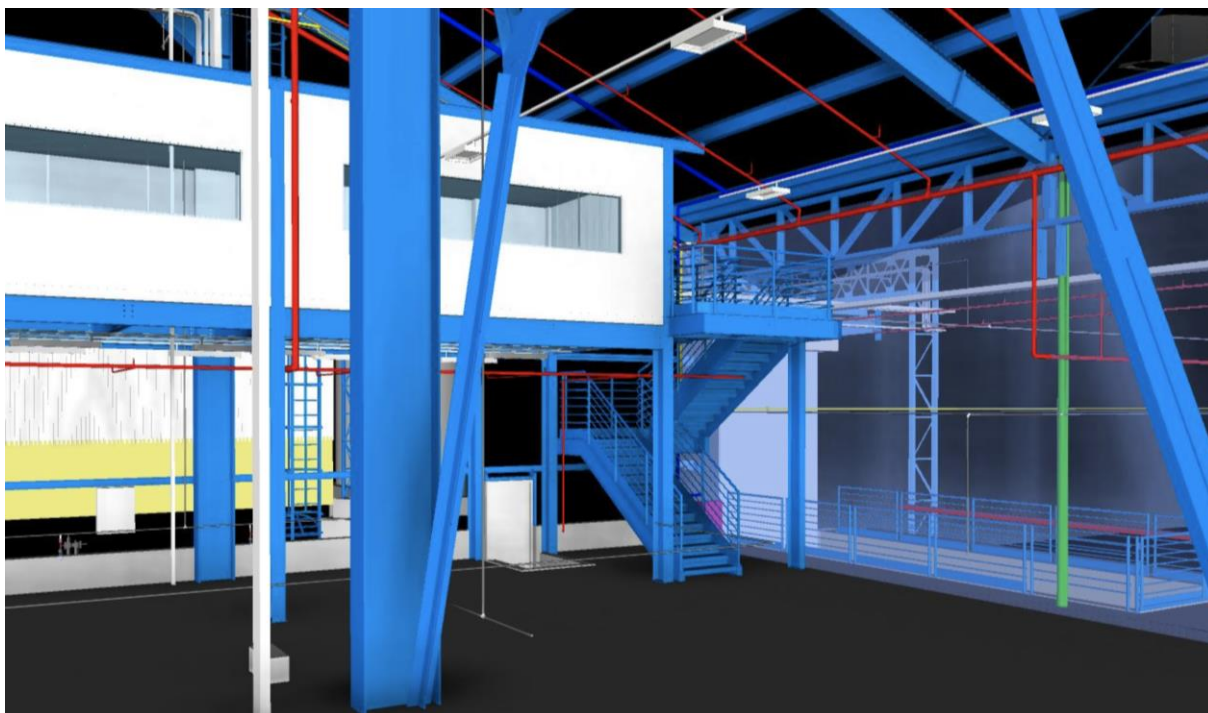
**Figura 7:** Piso com canaletas para utilidades para alimentação das novas Injetoras



**Fonte:** Próprio autor

A figura 8 indica outra escada de acesso ao escritório elevado dimensionada para evitar colisões nas estruturas de telhado e otimizar o espaço para circulação de pessoas.

**Figura 8:** Escada de acesso ao escritório no eixo N1



**Fonte:** Próprio autor

A figura 9 mostra aspectos estruturais, utilidades e pluviais compatibilizadas na modelagem.

**Figura 9:** Vista externa da estrutura da edificação



**Fonte:** Próprio autor

## **6.2 Estudo de caso 2 – Planta de Santa Catarina**

### **6.2.1 Surgimento da Planta de Santa Catarina e certificação LEED**

Em abril de 2008 a planta objeto deste estudo anunciou a realização de um investimento de R\$350 milhões para a implantação de uma nova fábrica em Santa Catarina. A inauguração desta fábrica se deu em fevereiro de 2013 e já no ano seguinte esta fábrica recebeu a certificação internacional da construção sustentável LEED *Gold* que significa *Leadership Energy and Environmental Design* - Liderança em Energia e *Design Ambiental*.

De acordo com a Sienge (2018), o LEED foi criado pelo *United States Green Building Council* - Conselho de Construção Verde dos Estados Unidos. Na qual existem vários tipos de certificações LEED, mas todas elas tem por objetivo incentivar as melhores práticas na construção, tornando-a sustentável criando esta cultura no mercado como um todo, além de trazer como consequência a redução nas contas de consumo como água e luz por exemplo, e reduzir os impactos causados ao meio ambiente, aumentando a produtividade da fábrica.

Logo no início do projeto realizado em Santa Catarina, o departamento de facilidades definiu como premissa que o projeto e construção desta fábrica seria pautado pelo objetivo de adquirir o referido certificado. Diante disso, a equipe iniciou os trabalhos na averiguação dos pré-requisitos base para a obtenção do certificado LEED que são:

- Localização e Transporte;
- Espaços Sustentáveis;
- Eficiência da Água;
- Energia e Atmosfera;
- Materiais e Recursos;
- Qualidade Interna dos Ambientes;
- Inovação e Prioridades regionais;

Os requisitos mencionados acima se subdividem em diversos itens, onde cada um possui um valor de pontuação, sendo alguns itens obrigatórios. Entretanto, a somatória deve ser, no mínimo, de 40 pontos para a obtenção da certificação LEED.

A planta estudada pontuou suficientemente para adquirir a certificação *Gold*. A figura abaixo contém os níveis de certificação LEED existentes:

**Figura 10 - Níveis de Certificação LEED**



Fonte: Extraído de (TEM SUSTENTÁVEL, 2018)

Em outubro de 2014, a Fábrica de Santa Catarina também recebeu a certificação internacional da *WHC- Wildlife Habitat Council* (Conselho de Habitats Naturais), na categoria *Corporate Lands for Learning*. Assim como o LEED, o *WHC* é construído com base nas melhores práticas de programas de reconhecimento global, refletindo os esforços de conservação e alinhando os trabalhos coletivos com objetivo de preservar o futuro da biodiversidade auxiliando as empresas a demonstrarem seu compromisso de longo prazo com o manejo de habitats de qualidade para a vida silvestre (WHC,2018).

Ainda no mês de outubro de 2014, a fábrica de Santa Catarina recebeu também o certificado de Zero Resíduo para aterro, reciclando e convertendo em energia todos os resíduos das suas operações. Tendo sido possível através do uso racional da água e da energia com utilização de módulos fotovoltaicos para geração de energia elétrica, aquecimento solar para água, iluminação 100% LED na ampliação, tratamento de esgotos por meio de jardins filtrantes, aproveitamento da água de chuva e reuso através do tratamento por osmose reversa.

### 6.2.2 Escopo do projeto

A fim de ampliar os recursos desta fábrica de Santa Catarina, a empresa automobilística criou um escopo de aumento de capacidade produtiva a planta já existente, incluindo construções das mais diversas totalizando 35.600m<sup>2</sup> de expansões prediais e aproximadamente 2.500m<sup>2</sup> de pavimentações em concreto armado para viabilizar a logística da planta a ser expandida. Subdividida em:

- Construção de galpões:
  - Ampliação Leste – área aproximada: 14.000m<sup>2</sup>;
  - Ampliação Oeste – área aproximada: 18.800m<sup>2</sup>;
- Construção de marquises - área aproximada: 2.800m<sup>2</sup>;
- Readequação de piso de concreto armado existente – área aproximada: 600m<sup>2</sup>;
- Base de concreto armado para casas de ar – área aproximada: 400m<sup>2</sup>;
- Ampliações de pavimentações externas – área aproximada: 2.500m<sup>2</sup>.

O escopo era composto por adequações das instalações no perímetro dos prédios, um novo restaurante, uma oficina de empilhadeiras, uma área nova de gerenciamento de resíduos e produtos químicos, adequações de águas pluviais e esgoto, plataformas metálicas, uma casa de bombas, um reservatório de incêndio, uma expansão de uma estação de tratamento de esgoto e expansões prediais existentes com iluminação natural com telhas de policarbonato nos fechamentos laterais mescladas com telhas sanduíches (1:3) e na cobertura, zenitais com policarbonato prismáticos mesclados com telhas sanduíches (1:3), iluminação em LED dimerizável e sistema de ventilação forçada.

O edital incluía e direcionava à futura contratada a necessidade de envio de relatórios gerenciais semanais, fotográficos e vídeos mensais, boas práticas de construção verde além de reuniões semanais presenciais e obrigatórias para avaliação do status do contrato.

Para o planejamento da obra, a contratada deveria desenvolver um prévio plano da obra, inclusive das atividades dos subcontratados, desde de desenvolvimento e gerenciamentos dos projetos, controle de pedidos de materiais e equipamentos, gestão de segurança e ambiental até o plano de ataque para execução



da obra para avaliação e ajustes conforme direcionamento do contratante durante os esclarecimentos no processo de concorrência.

Estes ajustes eram feitos e posteriormente após a contratação eram apresentados as lideranças das áreas afetadas da planta para negociação com a intenção de melhorar o plano a fim de evitar impactos nas atividades operacionais de produção de veículos e também ajudar a contratada e as subcontratadas na logística de entrada e saída materiais e equipamentos, integração e alimentação dos colaboradores, alinhamento e ajuda no entendimento de questões internas de segurança e ambiental que por sua vez são mais restritivas que as normas brasileiras vigentes, alinhamento de dias e horários não produtivos para a realização de atividades de interligação de utilidades de ar comprimido, gás, água de resfriamento e potável nas redes existentes.

O cronograma deveria ser baseado em software específico no MS Project para facilitar a comunicação e ajustes entre o contratado e o contratante, já que o software do contratante é o MS Project.

Desenhos e as memórias de cálculo sobre as construções e instalações existentes, padrões e especificações técnicas internas do contratante foram enviadas aos proponentes durante a concorrência indicando padrões de softwares a serem utilizados e formatação de documentos.

No edital solicitava-se um cronograma prévio da obra a ser apresentado durante o processo da concorrência pelas proponentes, o cronograma detalhado deveria ser apresentado até 5 dias úteis após a assinatura do contrato. Sendo que as datas de entregas por edificação estavam preestabelecidas e ficaria a cargo da contratada estipular as entregas dos desenhos e das memórias de cálculo na fase de projeto.

Quantidade de dias para análise de desenhos e memórias de cálculos foram preestabelecidos por parte da contratada.

Projetos executivos de arquitetura, estruturas de concreto, terraplanagem, pavimentações, drenagens de águas pluviais, drenagens de esgoto, estrutura metálica, utilidades estavam incluídos no fornecimento da contratada. Estes projetos

deveriam ser baseados nos projetos básicos, esquemas, especificações e demais documentações fornecidas pelo contratante.

Resíduos oriundos das futuras edificações ou das adequações solicitadas no edital deveriam ser enviados para um aterro homologado pelo contratante, já que o contratante efetua verificações de documentações, consultas e visitas técnicas ao aterro homologado a fim de atender regulamentações e as boas práticas de um aterro.

Os projetos executivos deveriam ser desenvolvidos pela contratada e apresentados aos contratantes em formato 2D, deixando a cargo do contratado escolher se os desenhos 2D seriam extraídos através da modelagem ou se a contratada desenvolveria primeiramente os projetos executivos em 2D e depois seria efetuado a modelagem da informação da construção.

O contratante informou que a modelagem deveria ser fornecida em BIM 6D e deveria ser assegurada a consistência e compatibilizações das disciplinas na modelagem incluindo estruturas metálicas e concreto, arquitetura, proteção contra incêndio, iluminação predial e de processo, ar comprimido, gás, argônio, água de resfriamento e água potável e pluvial. Quaisquer prejuízos na obra gerados a partir da falta de compatibilização das disciplinas ficaram a cargo da contratada, em custo e atendimento de prazos de entrega, mesmo que o respectivo engenheiro contratante tivesse aprovado os desenhos 2D já submetidos para aprovação.

Lista de materiais utilizados, manuais de uso e processo de manutenção sobre as construções e instalações existentes deveriam ser incorporados na modelagem.

O escopo do projeto foi dividido em 2 editais, um contemplando as disciplinas de civil, iluminação predial e proteção contra incêndio e o outro incluía os demais serviços de elétrica e mecânica como água industrial, sistema de ventilação e ar condicionado, ar comprimido e gás liquefeito de petróleo.

O primeiro edital mencionado acima foi elaborado e posteriormente contratado no primeiro semestre de 2016 com conclusão prevista para o primeiro semestre de 2017.

Já o segundo edital foi contratado aproximadamente no segundo semestre de 2016 com a conclusão para o início de 2018, o qual ficou com a incumbência de incorporar disciplinas do seu escopo com o projeto compatibilizado do primeiro

contratado e encabeçar as reuniões de compatibilização juntamente com o contratante e contratado do primeiro edital.

### 6.2.3 Troca de informações

O desenvolvimento das modelagens por disciplina foi efetuado por diferentes projetistas. Assim que as modelagens foram sendo realizadas, as mesmas foram sendo compatibilizadas, o que possibilitou a identificação de diversas interferências, também conhecida como “*clash detection*”.

Ficou acordado entre os contratantes, projetistas e contratados a realização de reuniões semanais dentro da empresa automobilística cujo o objetivo principal seria discutir sobre as interferências encontradas durante a compatibilização das disciplinas a fim de identificar a solução mais adequada para o reposicionamento do equipamento, utilidades, dutos de ventilação ou outros eventuais objetos que por ventura estivessem interferindo, evitando assim futuros problemas de execução. Levando em consideração limitações, custo, velocidade e o acesso para futuras manutenções da solução.

Uma sala foi designada e adaptada para receber os participantes com uma mesa de discussão, cadeiras, monitor de tela grande para visualização a todos da sala e um sistema de teleconferência com acesso remoto.

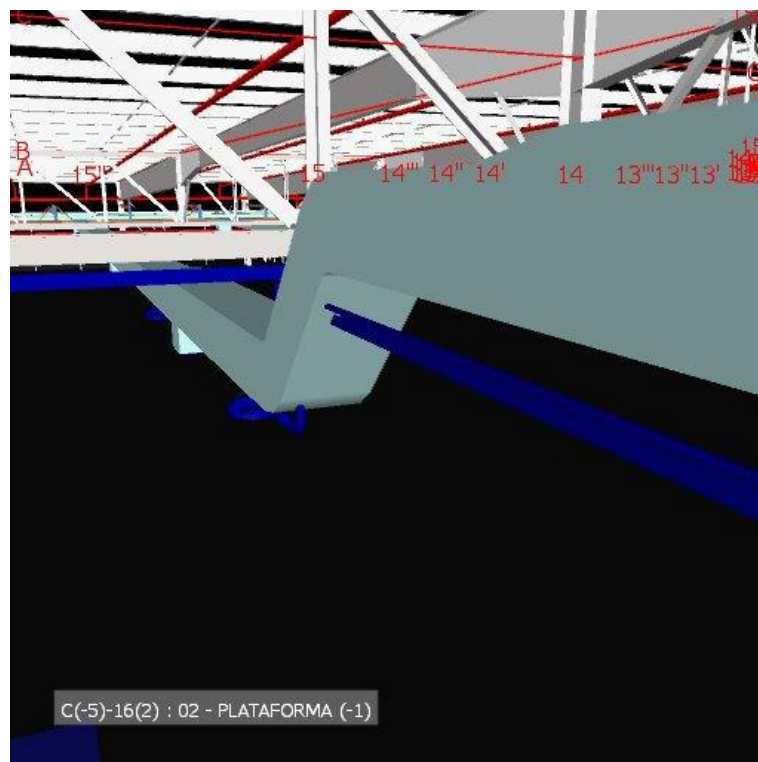
De acordo com os engenheiros contratantes eram abordadas entre 10 e 20 interferências por reunião. Os contratantes mencionaram diversos tipos de interferências, porém algumas que ficaram destacadas e enfatizadas durante a entrevista foram:

- Dutos de ventilação (HVAC) e o sistema de iluminação;
- Sistema de iluminação e estruturas metálicas auxiliares ou *piprack*;
- Sistema de proteção contra incêndio e estruturas metálicas auxiliares;
- Guarda corpo de plataforma, estrutura metálica e dutos de ventilação (HVAC);
- Sistema de água de resfriamento e estrutura metálica auxiliar ou *piprack*;

Nas figuras 11 até 20 mostradas abaixo ilustram algumas incompatibilidades detectadas durante a fase de compatibilização de

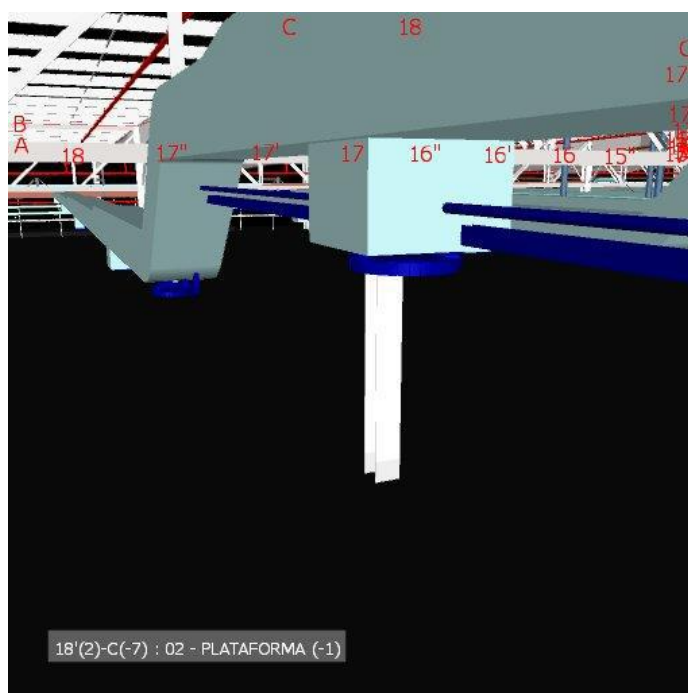
disciplinas. Colisões de iluminação e sistema de ventilação e ar condicionado foram algumas das interferências que veremos a seguir, que tiverem que ser discutidas visando o melhor para o projeto e para o cliente, ao invés de interesses do contratado em relação a custos, facilidades de execução ou prazo de entrega de materiais.

**Figura 11:** Colisões Iluminação e HVAC – entre eixos 16 e 15



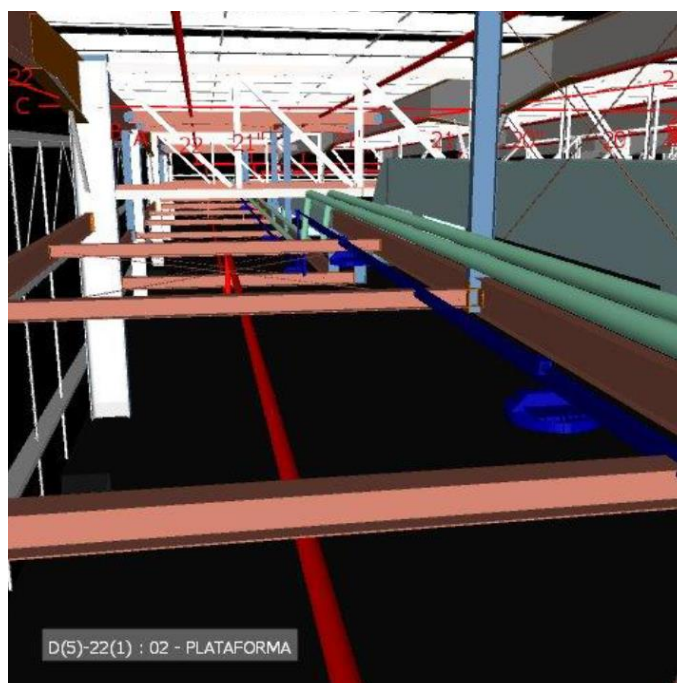
**Fonte:** O próprio autor

**Figura 12:** Colisões Iluminação e HVAC – entre eixos 18' e 18



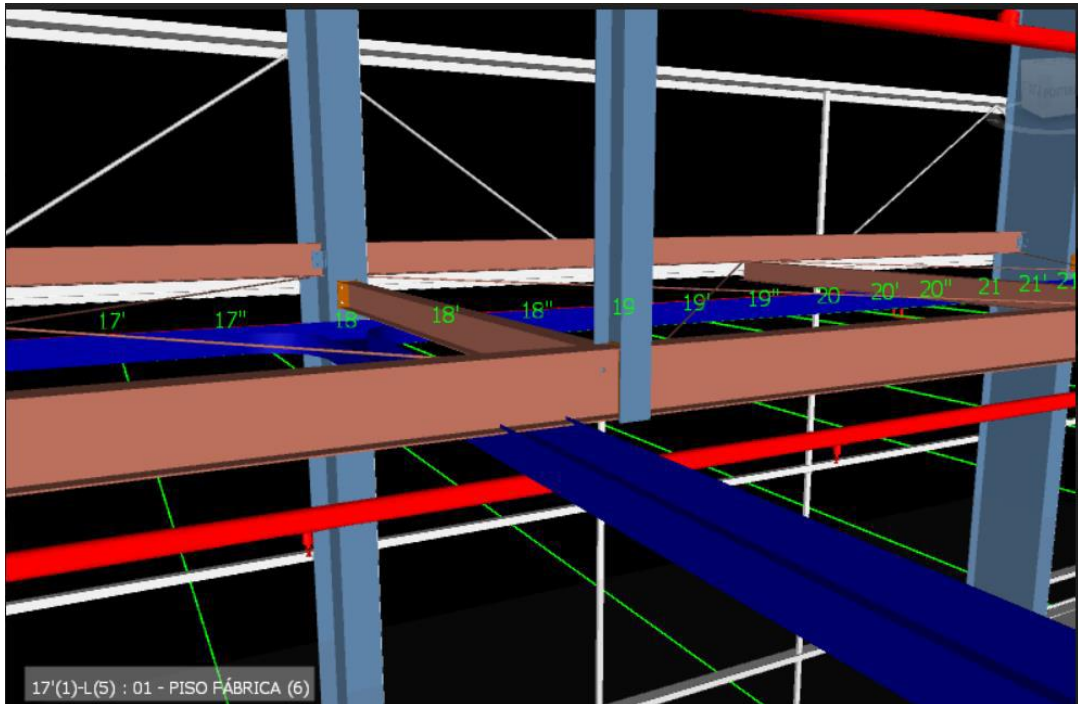
**Fonte:** O próprio autor

**Figura 13:** Colisões Iluminação e estruturas metálicas auxiliares – eixo 22



**Fonte:** O próprio autor

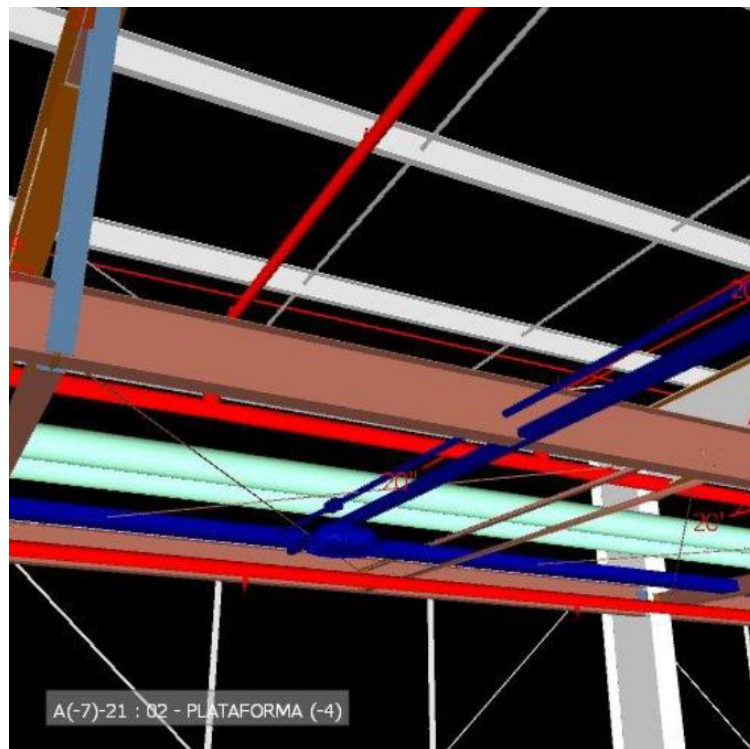
**Figura 14:** Colisões Iluminação e estruturas metálicas auxiliares – eixo L



Fonte: O próprio autor

**Figura 15:** Colisões Iluminação e estruturas metálicas auxiliares – ao longo do eixo

A



Fonte: O próprio autor

**Figura 16:** Colisões com sistema de proteção contra incêndio e estruturas metálicas auxiliares – no eixo 22



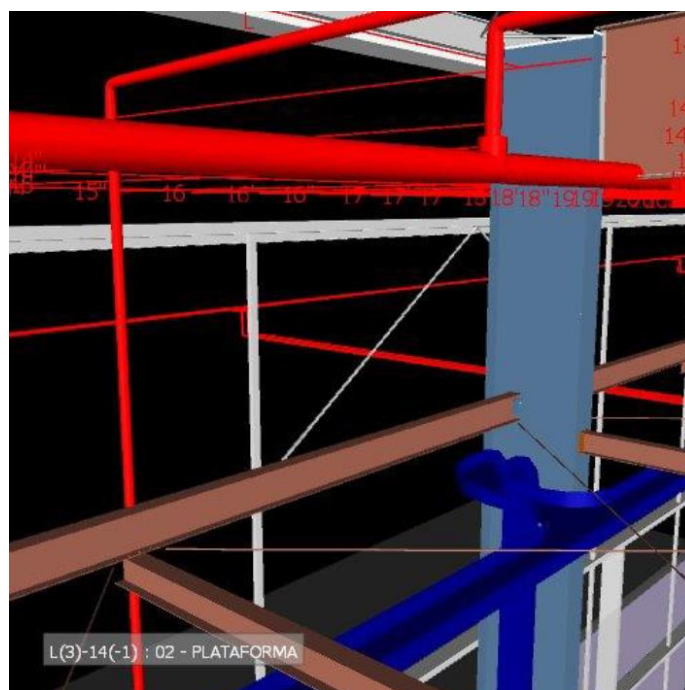
Fonte: O próprio autor

**Figura 17:** Colisões com sistema de proteção contra incêndio e estruturas metálicas auxiliares – entre eixo 19 e 19'



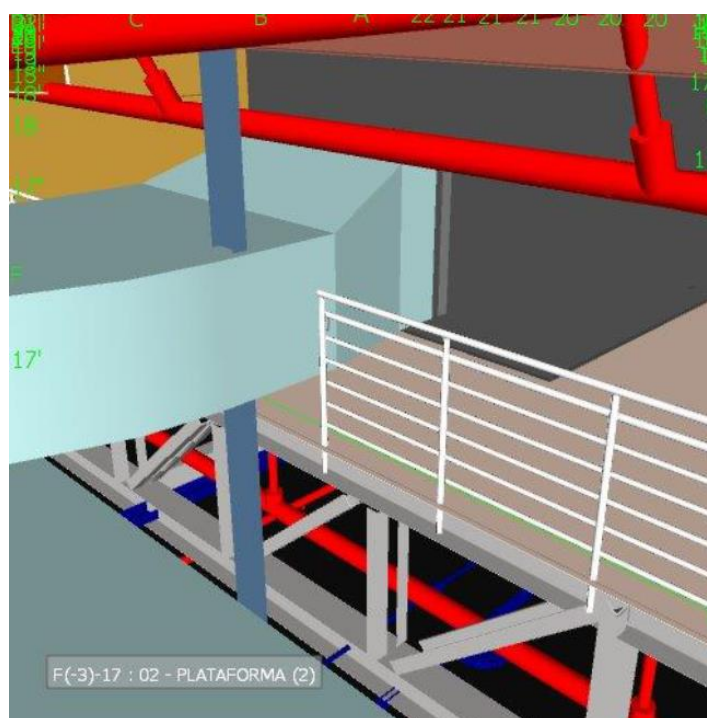
Fonte: O próprio autor

**Figura 18:** Colisões com sistema de proteção contra incêndio e estruturas metálicas auxiliares – entre eixo L e 14



Fonte: O próprio autor

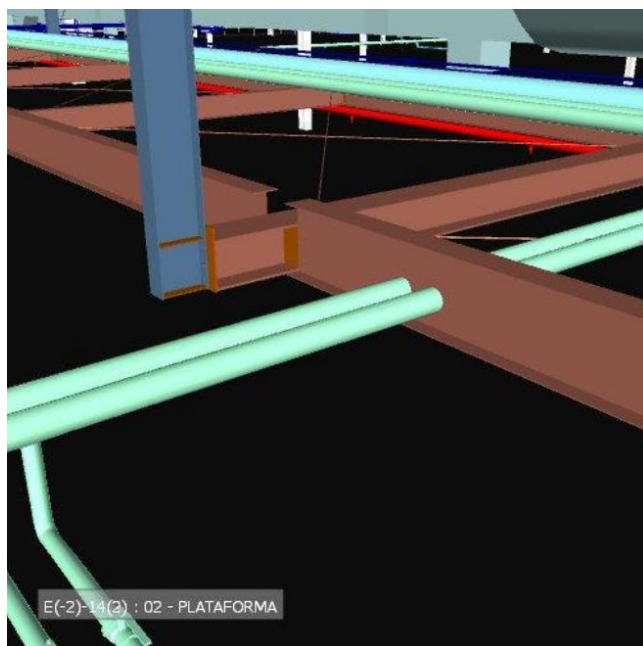
**Figura 19:** Colisões Guarda corpo de plataforma, estrutura metálica e dutos de ventilação (HVAC) – Eixo 17;



Fonte: O próprio autor



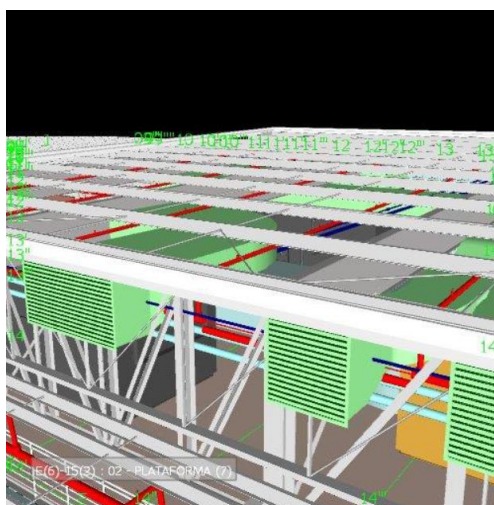
**Figura 20:** Colisões sistema de água de resfriamento e estrutura metálica auxiliar ou (pipe rack) – entre eixo E e 14;



**Fonte:** O próprio autor

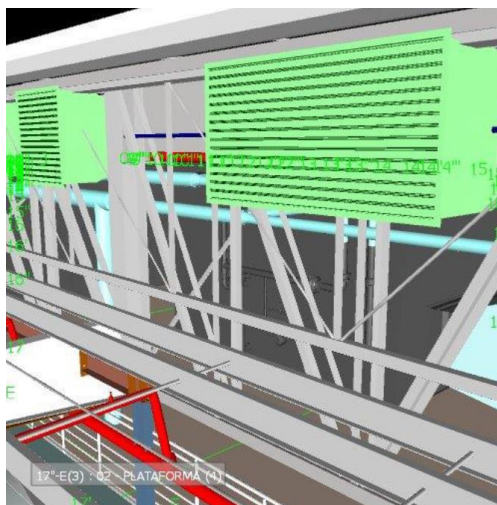
Nas reuniões muitas soluções foram desenvolvidas em conjunto, como por exemplo, os dutos de ventilação que interferiam com a estrutura metálica da plataforma. A contratada do segundo edital fixou as venezianas por fora das travessas a fim de ajustar os dutos de ventilação para não interferir na plataforma metálica. Para melhor entendimento veja a figura 21 abaixo.

**Figura 21** Solução apresentada pela contratada do segundo edital



**Fonte:** O próprio autor

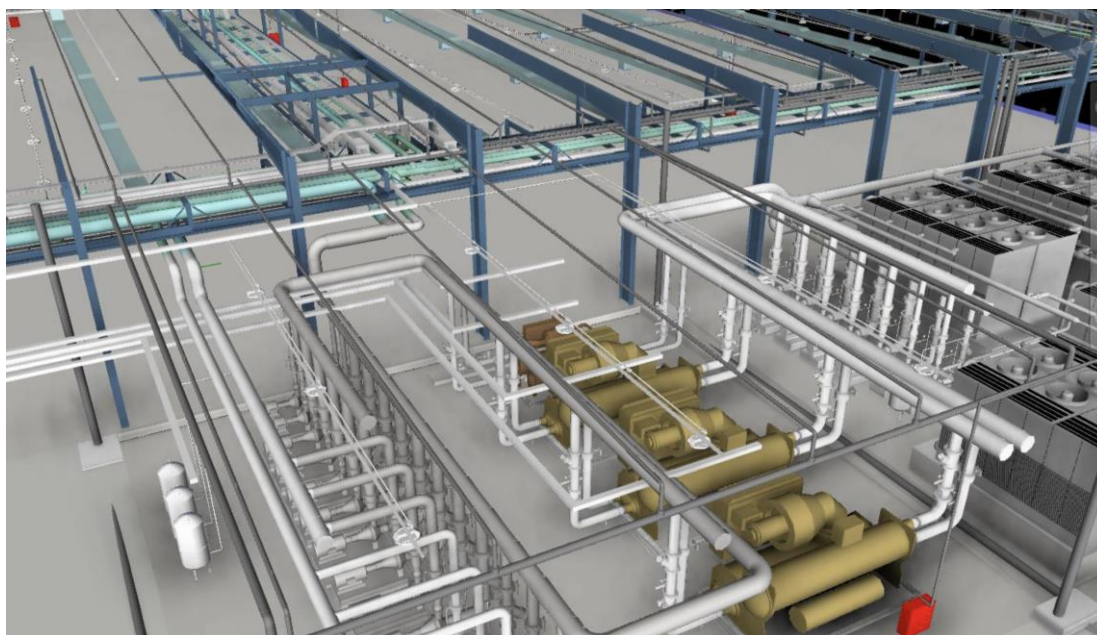
**Figura 22** Solução apresentada pela contratada do segundo edital



**Fonte:** O próprio autor

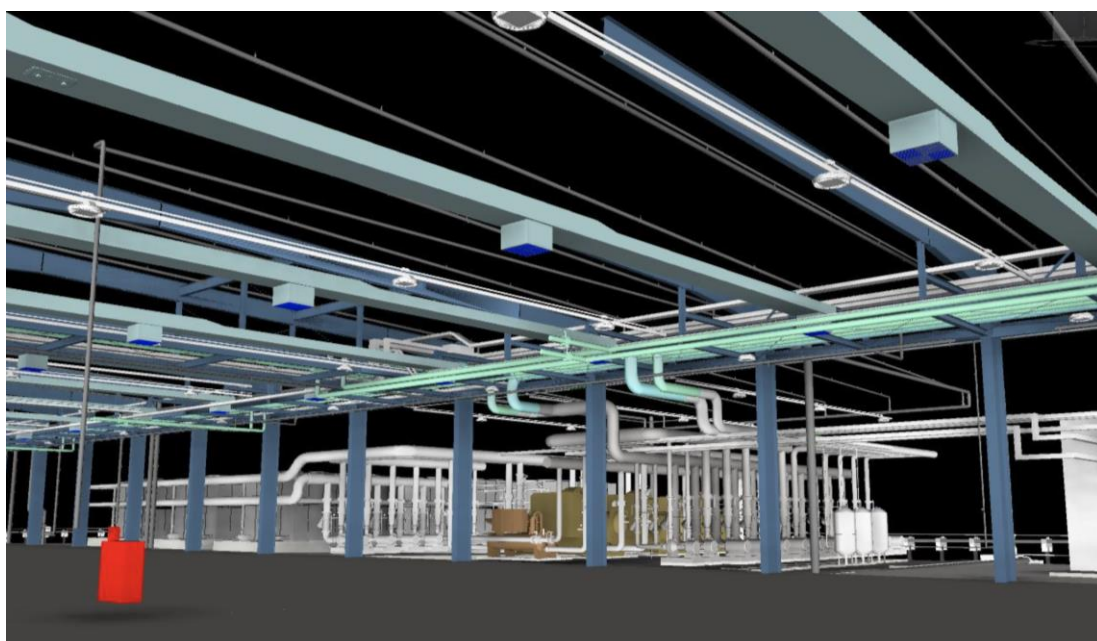
A casa de máquinas do sistema de refrigeração, no qual havia diversas interferências de estruturas metálicas, sistema de proteção contra incêndio como sprinklers, hidrantes, extintores, alarme de incêndio, as próprias tubulações de água de resfriamento, força, iluminação, dutos de ventilação, dados e a disposição dos equipamentos foi uma das áreas que demandou um gasto de energia mais intenso e tempo para finalizar a compatibilização.

**Figura 23** Casa de máquina do sistema de água gelada ou “air tempiric” compatibilizada com demais interferências



Fonte: O próprio autor

**Figura 24** Casa de máquina do sistema de água gelada ou *air tempiric* compatibilizada com demais interferências II



Fonte: O próprio autor

Logo no início das reuniões semanais, outros problemas também foram identificados, entretanto eles não eram relacionados a interferências diretas, mas sim à questões de funcionalidade, manutenibilidade, normas e regras internas do contratante, como por exemplo largura das passagens de pedestres, acesso aos hidrantes, espaçamento entre o telhado e tubulação de sprinklers, torre de resfriamento muito perto do prédio principal, dentre outros assuntos.

Estes problemas foram tratados da mesma forma em relação às colisões diretas durante as reuniões semanais. Primeiramente eram tratados os conflitos diretos e posteriormente havia uma navegação dentro da modelagem em *notebook* espelhada em um televisor para visualização a todos participantes da reunião com acesso remoto a outros participantes localizados no centro tecnológico de São Caetano do Sul.

#### **6.2.4 Entrega da modelagem**

A modelagem da estrutura metálica, fechamento lateral e sistema de cobertura foram desenvolvidos em *microstation* pelo próprio fabricante, as fundações e demais itens de concreto e alvenaria foram efetuados por uma equipe de projetos subcontratada da contratada principal diretamente no *Revit*, sistema de iluminação e o sistema de proteção contra incêndio foram elaborados por uma empresa de projetos em 2D que posteriormente foram modeladas e parametrizadas em *Revit* pela mesma empresa de projetos que efetuou as outras modelagens que posteriormente compatibilizou todas elas.

O segundo edital contratado continha o restante das outras disciplinas contemplando equipamentos de ventilação forçada e ar condicionado, utilidades de elétrica, ventiladores, gás, ar comprimido e agonio, as quais foram desenhadas em 2D e posteriormente modeladas em *Revit*. Dentro do escopo desta contratada estava incluída a compatibilização da modelagem do primeiro edital o qual foi efetuada pela mesma empresa de projetos do primeiro edital.

Identificou-se durante as entrevistas que não haveria tempo hábil para finalizar a modelagem compatibilizada com todas disciplinas antes do início da execução. Diante disto a compatibilização foi finalizada durante a execução da montagem da

estrutura metálica permitindo que as instalações das utilidades e montagem dos equipamentos não acarretassem problemas de interferências maiores, possibilitando ainda adequações da estratégia de logística da obra e a ampliação do entendimento do empreendimento na visão dos líderes e engenheiros de campo das duas contratadas.

Desenhos em 2D foram gerados e entregues antes da modelagem que já o início da obra, de acordo com o cronograma, estava atrasado. Devido ao atraso no cronograma, as contratadas decidiram liberar a execução da obra com desenhos 2D e com as informações ainda não completas da modelagem.

Parâmetros e informações nos objetos foram inseridos, como por exemplo na disciplina de concreto com o tipo de concreto utilizado, armadura, quando foi realizado a concretagem, controle tecnológico em relação a testes de compressão do concreto, mapeamento das betoneiras utilizadas em cada área de concretagem, treliças utilizadas, dentre outros aspectos.

A contratada informou através de entrevistas que apesar do contratante não informar aspectos mais detalhados sobre a expectativa do entregáveis e níveis de detalhamento, empresa contratada do primeiro edital relatou que possui certificações internas e auditoria interna sobre controle de qualidade das modelagens entregues, o contratante não teve problemas em relação a expectativa da modelagem, já que a próprio contratante não tem parâmetros para analisar corretamente.

Disciplinas como proteções contra incêndio e sistema de ar condicionado e ventilação foram desenvolvidas inicialmente em desenhos 2D porque algumas das empresas foram indicadas pelo contratante, por possuir qualidade comprovada e muitas participações em projetos passados, com reduzido histórico de problemas de qualidade em seus projetos. Entretanto a falta os recursos para o desenvolvimento da modelagem da informação da construção fazem com que sejam desenvolvidas em representações 2D, e posteriormente repassadas as contratadas principais para efetuarem a modelagem.

O contratado informou ainda a falta de projetistas especializados na modelagem da informação para as disciplinas de utilidades na indústria. Isso se dá devido a falta de valorização da atividade executada e pelo mercado sinalizar que as

resoluções de possíveis interferências possam ser resolvidas em campo durante a execução das instalações.

**Tabela 11:** Solicitações contidas no edital e nos esclarecimentos de Santa Catarina

Edital e Esclarecimentos	
Forma de contratação	EPC – Engineering Procurement Construction (Engenharia – Compras – Construção)
Entregáveis BIM	Sem especificação
Interoperabilidade	Deve ser desenvolvido em Revit
Verificação da procedência de empresa projetista em BIM da proponente	Sem especificação
Direitos e responsabilidades	Sem detalhamento sobre direitos e responsabilidades
Controle de qualidade	Sem controle
Níveis de desenvolvimento	Sem especificação
Níveis de desenvolvimento entregue por fases de projeto associado com o cronograma físico e financeiro	Sem especificação

**Fonte:** O próprio autor

## **7 Diagnóstico**

### **7.1. Níveis de detalhamento**

A empresa contratante informa que o nível de desenvolvimento solicitado atualmente para os novos editais é o LOD300 para todas as disciplinas. Entende-se que a informação poderia ser mais detalhada.

Uma padronização poderia ser criada, discutida e evoluída para cada tipo de objeto estipulando níveis de detalhamento esperados de acordo com a necessidade da empresa, em um arquivo anexado ao edital para criar uma uniformidade de propostas e entregas dos contratados aos contratantes dentro das fases da evolução do projeto.

A empresa automobilística tem por praxe efetuar contratações EPC e muitas das empresas contratadas possuem um corpo técnico gerencial e subcontratam a maioria dos serviços subdivididos para cada tipo de execução através de parcerias ou concorrências. O corpo técnico de gerenciamento da contratada principal tem a função de gerenciar e analisar tecnicamente o serviço prestado por terceiros, todavia, o conhecimento superficial do processo da construção da modelagem da informação ainda é pouco difundido ou falta a maturidade suficiente para um controle eficiente dos modelos entregues principalmente para obras industriais.

Por muitas vezes, pelo fato da contratada não possuir o conhecimento técnico suficiente para verificar e gerenciar se a qualidade das soluções apresentadas e executadas de suas subcontratadas estão dentro do padrão aceitável, seria cabível ao contratante, o qual é o maior beneficiário do projeto, criar e direcionar ao contratado direto o entendimento dos níveis de detalhamento esperados e de acordo com as fases do projeto dentro do edital a fim de fomentar o assunto internamente dos proponentes buscando maior conhecimento sobre o mesmo, mitigando possíveis problemas após a contratação.

## **7.2 Escolha dos proponentes da concorrência**

Após a criação do edital é de comum acordo dentro do departamento de engenharia de facilidades escolher os proponentes para iniciar a realização do processo de concorrência.

É obrigatório que se tenha no mínimo três proponentes participando do processo. Todavia culturalmente devido ao entendimento e a solicitação da liderança ou do engenheiro responsável pela contratação ou por solicitação do departamento de compras, a concorrência ser constituída em torno de 5 a 8 participantes, constatado através de convivência e entrevista.

Após a contratação, os engenheiros contratantes informam que no transcorrer do projeto, algumas ganhadoras de contrato estão aquém do esperado, um fato recorrente e que poderia ser evitado de antemão se primado pela qualidade e não pela quantidade dos proponentes na concorrência.

Por vezes, algumas contratadas não desenvolvem um produto aceitável, tem dificuldades e problemas com gerenciamento interno, prazos de entrega, segurança do trabalho e ambiental, ausência de embasamento técnico, planos de ataque, logística ou exigências de adicionais por falta de interpretação em fase de esclarecimentos na concorrência, gerando custos operacionais e discussões técnicas com o contratante, por vezes desnecessárias.

Por se tratar de uma empresa com muitos anos no mercado brasileiro, e por sofrer inúmeras intervenções, adequações ou expansões, a empresa analisada possui uma larga experiência sobre as empresas que têm condições suficientes para atender os tipos diferentes de projetos em se tratando de tamanho, complexidade, disciplinas, capacidade de mão de obra, valores culturais e financeiros da obra.

Para os projetos que exigem a modelagem da informação da construção como obrigatoriedade, deveria levar em conta o fato da performance histórica dos melhores proponentes dando oportunidade aos contratados que sempre buscam atender o cliente da melhor forma possível e desenvolver outros proponentes em projetos menores primando pela qualidade.

Muitas das empresas que possuem bom convívio, ótimo desenvolvimento e resultados em projetos passados na empresa pesquisada, são abertas a novidades e



apresentam respostas rápidas. A partir do momento em que a empresa entende as necessidades do cliente e suas limitações, fica mais fácil propor soluções mais eficientes com a intenção de superar as expectativas.

### **7.3 Tipo de Contratação**

Para os dois projetos analisados, verificou-se que o tipo de contratação escolhida foi a EPC. Entretanto, este tipo de contratação não evitou o surgimento de inúmeros questionamentos ao longo do desenvolvimento do projeto o que conseqüentemente se refletiu em interferências, discussões, necessidades de readequação do projeto que se estenderam inclusive em sua fase de execução.

Identificou-se que caso as fontes de informações do contratante tivessem sido mais claras tanto em relação o escopo da modelagem da informação da construção quanto nos detalhes das especificações e padrões de construção internos do contratante, o tipo de contratação EPC teria maior efetividade e mitigaria a significativa quantidade de esclarecimentos constatada durante o estudo de caso. Isso se deu porque muitos dos projetos nascem com um cronograma muito curto dentro da companhia, além dos clientes internos da engenharia de facilidades não terem informações suficientes para dirimir eventuais dúvidas e necessidades de projeto.

Por muitas vezes, os clientes internos da engenharia de facilidades devem ser fomentados a esclarecer e detalhar seu requerimento de projeto de acordo com suas necessidades, como por exemplo a solicitação de um novo piso para suportaçã de uma nova injetora. O cliente por vezes, não entende ou não desprende tempo para aferir solicitações sobre cargas dinâmicas e estáticas do equipamento, tipo de acabamento, níveis de nivelamento e planicidade do piso dentre outras informações que são requisitos para o desenvolvimento do projeto que por vezes após a execução, o cliente esquece do histórico e reclama da qualidade do produto entregue. Estas questões caso não sejam esclarecidas antes da contratação poderão acarretar em adicionais, discussões, problemas de prazo de entrega e retrabalhos.

No caso da empresa objeto de estudo entende-se que o EPC, mesmo com os problemas citados anteriormente, continua a ser a melhor forma de contratação em virtude da maleabilidade em se encaixar no perfil do contratante, em virtude da

constante necessidade de criação de projetos com cronograma reduzido e pouco espaço para a readequação do tempo de projeto.

Os problemas identificados nos projetos de estudo de caso, não estão ligados diretamente ao modelo e sim a falta de detalhamento do escopo. Portanto, a melhor alternativa para atenuar estes obstáculos é a criação de um arquivo compartilhado entre os colaboradores do departamento objetivando a inclusão de temas objetos de questionamento que surgem ao longo dos projetos. Um arquivo em constante aperfeiçoamento, cada vez mais robusto a fim de gerar uma cultura de detalhamento de informações e antecipações de problemas comumente observados após o início da contratação.

#### **7.4 Definição dos entregáveis BIM**

Dentre os projetos pesquisados não ficaram claro por parte do contratante quais eram suas expectativas com relação a modelagem da informação da construção. Como existe uma grande variedade de opções ficou a cargo das contratadas definir seus entregáveis nos objetos de estudo.

Um exemplo que o contratante poderia solicitar nos projetos seria a análise luminotécnica, um entregável de suma importância para facilitar a explanação a alguma parte interessada, pois através de simulações na modelagem evidenciaria um resultado final de iluminação com o intuito de verificar a melhor condição aos colaboradores e ao processo comprovando aos líderes e sindicalistas da planta que por vezes questionam a luminosidade de determinado local e não entendem os cálculos de lux.

A coletânea da CBIC que trata sobre as formas de contratação BIM é uma ótima referência que indica a quantidade de possíveis entregáveis podendo ser utilizada pelo contratante para definí-los durante a elaboração do edital para cada projeto.

## 7.5 Interoperabilidade

A exigência da contratada em receber a modelagem da informação da construção no software Revit, restringem os contratados na elaboração do projeto. A escolha do software ou dos *softwares* a serem utilizados no processo de modelagem da informação poderia ficar a cargo da contratada, a mesma deveria garantir a interoperabilidade ou seja, os *softwares* utilizados devem ser completamente compatíveis entre si.

Independentemente dos softwares utilizados a qualidade durante todo processo do projeto deve ser a mesma. A liberdade de escolha favorece e agrega mais rapidez e qualidade ao projeto pois convém aos projetistas desenvolver o projeto em uma plataforma ao qual já possuem experiência.

## 7.6 Fase de esclarecimentos

A fase de esclarecimentos é uma fase que complementa e elucida melhor as informações fornecidas no edital. Para o contratante é uma ótima oportunidade de verificar se houve algum item não incluso no escopo do projeto e incluí-lo, auxilia também ao contratante ampliar a visão do projeto e também é eficiente após a contratação, nos processos de execução em relação a logística, planejamento, jornadas de trabalho, dentre outros.

Este é o melhor momento para entender a capacitação técnica e estrutura organizacional da contratada e de seus parceiros subcontratados. Para os casos estudados, não foi feita uma análise dos parceiros de elaboração de projetos. Sendo assim, a empresa parceira projetista do contratado poderia ser averiguada minimamente a fim de mitigar problemas futuros relacionados ao desenvolvimento de projetos.

O “*BIM Capability Questionnaire*” (Questionário de Capacidade) desenvolvido pela CPIC (2013) – Construction Project Innovation Comitee (Comitê de Inovação em Projetos de Construção), tem a proposta de promover as melhores práticas, guiando o conteúdo para a produção de informação da construção civil. Este questionário contém inúmeras perguntas que podem servir como referência para o contratante possa criar seu próprio modelo de pesquisa objetivando respostas precisas dos

proponentes, que terão o intuito de auxiliar na averiguação do entendimento, da capacitação técnica e estrutural para o desenvolvimento de um projeto em modelagem da informação da construção. O Anexo II deste trabalho de pesquisa contém a lista das questões desenvolvidas pelo CPIC (2013).

### **7.7 Primeira reunião com a contratada**

A reunião de *kickoff* ou a primeira reunião com a contratada ganhadora é realizada logo após o processo de concorrência, onde já foram averiguados e analisados tecnicamente e comercialmente as propostas dos proponentes.

Esta reunião é uma ótima oportunidade para enfatizar os processos internos de integração, segurança, ambiental, documentações, fluxo das informações, planos de ataque da obra, expectativas macro de projeto e execução e outros. Seria ajuizado inserir na pauta da reunião o fluxo de informação e aprovação de projeto, entregáveis, níveis de detalhamento, dentre outros assuntos referentes a modelagem da informação da construção.

### **7.8 Projeto e acompanhamento de projeto**

Para a criação do edital seria interessante que o contratante criasse uma planilha de medição detalhada a fim de garantir que suas necessidades em relação a modelagem da informação da construção sejam cumpridas. Esta planilha seria utilizada para preenchimento das propostas técnicas dos proponentes durante o processo de concorrência. Futuramente, o ganhador do contrato terá que cumprir com a proposta técnica e comercial apresentada e aprovada no processo de concorrência.

Quanto mais detalhada for a planilha de medição, mais fácil será ao contratante cobrar a modelagem da informação na construção ao longo do projeto. Em se tratando de pagamento e lucratividade, muitos dos gestores dos contratados se veem na obrigação de atender itens pendentes a fim de assegurar o pagamento do item da planilha de medição.

### **7.9 Avaliação do contratado pelo contratante**

Alguns contratados respondem pesquisas de satisfação enviada por seu cliente, mas em sua grande maioria, não é de costume e quando efetuada demonstram pouco interesse nos resultados das pesquisas referente ao projeto executado.

O contratante elabora uma avaliação do seu contratado, mas não tem por hábito compartilhar este documento com ele restringindo a informação internamente. Esta troca de informações entre contratante e contratado poderia contribuir para evitar que problemas identificados no decorrer do projeto possam acontecer no futuro. Isso também colabora para que prestadores de serviço tenham maior visibilidade dos seus pontos fortes e pontos a desenvolver. Tendo em vista, que a própria modelagem da informação da construção tem como um dos pilares principais o compartilhamento e clareza das informações.

**Tabela 12:** Diagnóstico macro

Principais características verificadas	Estudo de caso #1	Estudo de caso #2	Melhorias
Níveis de detalhamento	Sem especificação	Sem Especificação	Informar os níveis de LOD
Escolha dos proponentes na concorrência	Sem pré-qualificação	Sem pré-qualificação	Pré qualificação
Tipo de contratação	EPC	EPC	EPC
Definição dos entregáveis	Sem definição	Sem definição	CBIC como referência
Interoperabilidade	Modo proprietário (Revit)	Modo proprietário (Revit)	Softwares compatíveis (IFC)
Fase de esclarecimentos	Sem verificação	Sem verificação	Adaptar “BIM Capability Questionnaire”
Kickoff	Sem pauta sobre o assunto	Sem pauta sobre o assunto	Inserção da pauta (expectativa do BIM)
Acompanhamento de projeto	Sem vinculação do BIM na planilha de medição	Sem vinculação do BIM na planilha de medição	Vinculação do BIM na planilha de medição
Avaliação	Sem pesquisa de satisfação	Sem pesquisa de satisfação	Inclusão de pesquisa de satisfação

Fonte: O próprio autor

## **8 Conclusão**

Como resultado destes estudos de caso verificou-se que ainda existem algumas questões a serem trabalhadas e elas estão relacionadas a barreiras culturais, necessidades de melhorias nos processos de contratação e acompanhamento de projeto e execução. Contudo, fica evidente que a empresa analisada passa por um processo de evolução que deve ser continuada, e para tanto, se faz necessário manter de forma constante o processo de determinação de metas, revisões constantes nos planos de ação, treinamentos, padronizações, contínuo investimento em equipamentos e mão de obra capacitada, com procedimentos criados de forma clara e detalhada possibilitando ainda melhoria contínua na inovação, e cooperação entre todas as partes envolvidas, processo esse que pode ser facilitado por meios de consultorias especializadas em modelagem da informação da construção. Fatores estes que irão contribuir gradativamente para que as futuras implementações sejam cada vez mais bem-sucedidas, através da criação de projetos mais eficientes, com maior maturidade e maior assertividade, gerando cada vez mais competitividade mercadológica para o contratante e contratados.

## REREFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASBEA. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Guia AsBEA Boas práticas em BIM, Fascículo I**. 2013. GTBIM Grupo Técnico BIM – AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura: Disponível em: <http://asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>. Acesso em 19.Jul.2018.

ASBEA. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Guia AsBEA Boas práticas em BIM, Fascículo II**. 2015. GTBIM Grupo Técnico BIM – AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura: Disponível em: <http://asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>. Acesso em 19.Jul.2018.

BRODT, WILLIAM. 2016. **OMNiclass. WBDG, Whole Building Design Guide**. Disponível em: <https://www.wbdg.org/resources/omniclass>. Acesso em 23.Set.2018.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção – **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras Volumes 5 Formas de Contratação BIM**. 2016. Disponível em: <https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>. Acesso em 16.Set.2018.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção -**Implantação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Parte 1 - Fundamentos BIM**. 2016. Disponível em: [https://cbic.org.br/arquivos/CBIC\\_Disseminacao\\_BIM\\_parte\\_1.pdf](https://cbic.org.br/arquivos/CBIC_Disseminacao_BIM_parte_1.pdf). Acesso em 16.Set.2018.



CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção Banco de Dados. **Pib Brasil e Construção Civil** Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em 16.Set.2018.

COORDENAR, Consultoria de Ação. **BIM: O que é a classificação Omniclass e para que serve.** 2015. Disponível em: <http://www.coordenar.com.br/como-atualizar-a-classificacao-omniclass-do-revit/>. Acesso em 23.Set.2018.

COORDENAR, Consultoria de Ação. **BIM: Conheça os 204 softwares BIM, IFC compatíveis hoje no mundo.** 2016. Disponível em: <http://www.coordenar.com.br/bim-conheca-os-204-sofware-ific-compativeis-hoje-no-mundo/>. Acesso em 16.Set.2018.

CPIC (2013). **CPix – BIM Assessment FORM.** Disponível em: [https://www.cpic.org.uk/wp-content/uploads/2013/06/cpix\\_-\\_bim\\_assessment\\_form\\_ver\\_1.0.pdf](https://www.cpic.org.uk/wp-content/uploads/2013/06/cpix_-_bim_assessment_form_ver_1.0.pdf). Acesso em 18.Nov.2018.

EASTMAN, Chuck; TELCHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. 2014 **Manual de BIM um Guia de Modelagem da Informação da Construção paa arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores.** São Paulo. Bookman.

FIESP. **Observatório da Construção – Baixa Produtividade da Construção Compromete Remuneração do Trabalho.** 2016. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/noticias/baixa-produtividade-da-construcao-compromete-remuneracao-do-trabalho/>. Acesso em 16.Set.2018.

HOWELL, Ian e, BATCHELER, Bob, 2004. **Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations**. Disponível em: [http://www.laiserin.com/features/bim/newforma\\_bim.pdf](http://www.laiserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf). Acesso em 23.Set.2018.

LIMA, Lucimara F.;VACCARI, Lorreine S.;YAMADA,Melissa M. 2017. **O que é BIM** – Portal Bim Paraná. Secretaria de Infraestrutura e Logística. Disponível em: <http://www.bim.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=10>. Acesso em 07.Set.2018.

MANZIONE, Leonardo. 2013. **Metodologia de Cálculo do Nível de Desenvolvimento de um projeto em BIM**. Coordenar Consultoria de ação Maio.2015. Disponível em: <http://www4.coordenar.com.br/metodologia-de-calculo-do-nivel-de-desenvolvimento-de-um-projeto-em-bim/>. Acesso em 22.Set.2018.

MANZIONE, Leonardo. 2015. **Compartilhamento e Troca de Modelos BIM**. Coordenar Consultoria de ação Maio.2015. Disponível em: <https://www.coordenar.com.br/compartilhamento-e-troca-de-modelos-bim/> Acesso em 22.Set.2018.

MANZIONE, Leonardo, 2015. **Estágio de evolução do BIM**. Coordenar Consultoria de ação Maio.2015. Disponível em <https://www.coordenar.com.br/estagios-de-evolucao-do-bim/> Acesso em 09.Dez.2018.

MARIANO, Luanna. 2017. **Aplicação e Utilização do Conceito BIM Pelos Profissionais da Construção Civil em Minas Gerais**. Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Engenharia – Curso de Especialização em Construção Civil. Disponível em <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg4/158.pdf>. Acesso em 16.Set.2018.

MELHADO, Silvio. 2001, **Gestão, Cooperação e Integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na Construção de Edifícios.** – Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.feb.unesp.br/renofio/gerenciamento%20de%20obras/LIVRE%20DOC%20SILVIO%20MELHADO%20Novo%20Modelo%20p%20Qualidade%20Total.pdf>.

Acesso em 09.Set.2018.

MUNDO BIM, 2018. **Simplifique a transição do seu escritório para o BIM.** Disponível em: <http://mundobim.com.br/10-passos-transicao-escritorio-bim/>. Acesso em 09.Set.2018.

OLIVEIRA, Otávio; MELHADO, Sílvio. 2006. **Como Administrar Empresas de Projeto de Arquitetura e Engenharia Civil.** São Paulo. PINI.

OMNICLASS™. 2006. **OmniClass tm – A Strategy for Classifying the Built Environment - Introduction and User's Guide.** Disponível em: [http://www.omniclass.org/tables/OmniClass\\_Main\\_Intro\\_2006-03-28.pdf](http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_Main_Intro_2006-03-28.pdf). Acesso em 23.Set.2018.

GÓMEZ, Luis Alberto; Coelho, Christiane C.S. Reinisch; DUCLÓS FILHO, Elo Ortiz; XAVIER, Sayonara Mariluz Tapparo. **Contratos EPC – Turnkey.** Florianópolis. Visual Books, 2006.

SAEPRO. 2018. **Breve histórico do BIM.** Disponível em: <https://www.ufrgs.br/saepr/saepr-2/conheca-o-projeto/breve-historico-do-bim/> acesso em 14.Jul.2018.

SIENGE. 2016. **O que é BIM? Entenda Agora o Conceito e Suas Aplicações.** Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/voce-sabe-o-que-e-bim-entenda-o-conceito-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em 15.Set.2018.

SIENGE. 2018. **Afinal o Que é Certificação LEED?**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-certificacao-leed/> Acesso em 15.Nov.2018.

SILVA, Tássia. MELHADO, Silvio; 2014. **Gestão de Projetos Industriais.** São Paulo. PINI

SINDUSCON-MG.2018. **Índice de Confiança da Construção atinge menor patamar em dois anos.** Disponível em: <http://www.sinduscon-mg.org.br/indice-de-confianca-da-construcao-atinge-menor-patamar-em-dois-anos/>. Acesso em 07.Set.2018.

SPG – Secretaria de Estado do Planejamento – **Caderno de Apresentação de Projetos em BIM de Santa Catarina.** 2014. Disponível em: <http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>. Acesso em 08.Set.2018

SUCCAR, Bilal. 2010. **Building Information Modelling Maturity Matrix.** Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/225088901\\_Building\\_Information\\_Modelling\\_Maturity\\_Matrix](https://www.researchgate.net/publication/225088901_Building_Information_Modelling_Maturity_Matrix). Acesso em 09.Set.2018

TAKAGAKI, Carolina K. Y. 2016. **Regras de verificação e validação de Modelos BIM para Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários.** Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-23082016-152027/pt-br.php>.

Acesso em 18.Nov.2018.

TEM SUSTENTÁVEL. 2018. **Certificação LEED no Brasil**. Disponível em: <http://www.temsustentavel.com.br/certificacao-leed-no-brasil/>. Acesso em 15.Nov.2018

THEIN, Volker.2011. **Industry Foundation Classes (IFC) BIM Interoperability Through a Vendor Independent File Format**. A Bentley White Paper. Disponível em: [https://www10.aeccafe.com/link/BIM-Interoperability-Through-Vendor-Independent-File-Format/36550/link\\_download/No/IFC\\_WP\[1\].pdf](https://www10.aeccafe.com/link/BIM-Interoperability-Through-Vendor-Independent-File-Format/36550/link_download/No/IFC_WP[1].pdf). Acesso em: 11.Nov.2018

WADE, C. **An overview of FIDIC contracts**. In: International Construction Contracts and Dispute Resolution – ICC-FIDIC – Conference, 2005, Cairo. Proceedings... Cairo: ICC/FIFIC,2005.

WHC. 2018. **About WHC Conservation Certification**. Disponível em: <http://www.wildlifehc.org/get-certified/about-conservation-certification/>. Acesso em 15.Nov.2018

## Anexo I

Arquitetura	Desempenho do Edifício	Instalações	Gerenciamento da construção	Servidores de modelos BIM	Ferramentas de programação	Gestão do uso e operação	Modelagem generativa	Sistemas Georeferenciados	Visualizadores de métodos	Utilitários	Estrutura
21	5	20	21	18	16	11	7	3	31	17	33
4M IDEA Architecture	IDA ICE	PipeDesigner 3D	GALA Construction Software	bimsync	bimsync Viewer API	FaMe	Ziggurat	ArcGIS Desktop	bimsync	IFCCompressor	SteelVis
AutoCAD Architecture	RIUSKA	CADduct	DProfiler	Constructivity Model Server	ECCO Toolkit	MORADA	Constructivity Model Editor	FME	Dalux Building View	BIMTag	Advance Concrete
VicADo.arc	Simergy	CADiE Sähäkka	IFC Takeoff for Microsoft Excell	EDMserver	IFCsvr ActiveX Component	ArtrA	ggRhinol FC	Bentley Map V8i	Constructivity Model Viewer	Space Layout Editor for Microsoft Visio	NTItools Konstruksjon (Revit plug-ins)
NTItools Arkitekt (Revit plug-ins)	OpenStudio	4M FineSANI	Synchro Professional	BIM Collaboration Hub	simplebim.Developer	ACTIVE3D Facility Server	SolidWorks Premium		IFC2SKP plugin	Onuma System	Tilt-Werks
cadwork wood	IES-VE	DDS-CAD MEP	CostOS BIM Estimating	cBIM Manager	IFC Engine DLL	TRIRIGA Facilities	FreeCAD		Nemetschek IFC Viewer	dRofus	AVEVA Boca Steel
Vectorworks Architect		AutoCAD MEP	BIMProject evolution	BIMserver	ifc-dotnet	EcoDomus FM	Solid Edge		DDS-CAD BIM-Enhancer	Solibri Model Optimizer	Revit Structure
Digital Project		Design Master HVAC	DDS-CAD Construction	ActiveFacility	IFC SDK	DaluxFM	SketchUp		IFC File Analyzer	BIMsurfer WebGL viewer	Advance Design
ArchiCAD		Design Master Plumbing	Navisworks	IfcWebServer	HOOPS Exchange	Real Estate			DDS-CAD Viewer	IFC Model Exchange for Microsoft Visio	Allplan Engineering

Allplan Architecture		Design Master Electrical	ISY Calculus	ACTIVE3 D Build Server	ST-Developer	openMAIN T			Solibri Model Checker	IFC BIM Validation Service	Tekla Structure s
VisualAR Q		DuctDesi gner 3D	Vico Office Suite	Business Collabora tor CDE	lfcOpenShell	performa Asset Manageme nt System			BIMRevie w evolution	ROOMEX	Advance Steel
DDS- CAD Architect		Benchma rk	CostX	Trimble Connect	IFC Toolbox	Bentley Facilities V8i			Dalux BIM Checker	AEC3 BimServic es	StruCad
Bentley speediko n V8i (SELECT series4)		CADS Planner Electric	SUperPla n	ArchiBIM Server	lfcGears				FZK Viewer	SmartPlan t Interop Publisher	SDS/2
Revit Architecture		MagiCAD	Tekla BIMsight	CESABI M	BSPPro				IFC Quick Browser	performa Codechec ker	RSTAB
IFC-to- RDF Web Service		Revit MEP	EcoDomu s PM	GliderBI M	Open IFC Tools				simplebi m	Causeway BIM Managem ent	CSiBridg e
SPIRIT		CADmep +	AutoBid SheetMet al	BIM Track	bimsync REST API				AutoVue 3D Professio nal Advance d	performa Integrity checker	4M STRAD
EliteCAD AR		4M FineELE C	SmartKal k	IFChub	xBIM Toolkit				Tetra4D Converte r	Flow / MassMoti on	FEM- Design
AutoSche me		4M FineHVA C	PriMus- IFC	Aconex					StruWalk er	BIMseek	AxisVM
Renga Architecture		Raumtool 3D	Asta Powerpro ject BIM	Adodde					IFC Engine Viewer		STRAKO N
AECOSim Building Designer V8i		Planca nova	Golden Takeoff (TAS)						Solibri Model Viewer		InfoCAD
BricsCAD		AECOSim Building	RIB iTWO						RxView		SPACE GASS

		Designer V8i									
ARCHLin e.XP			ArtrA						ArchiBIM Viewer		Bentley Structura l Modeler v8i
									ArchiBIM Analyzer		SOFISTI K Structura l Desktop (SSD)
									performa Manager		ViCADo.i ng
									performa Urbansca pe		ScaleCA D
									NaviTouc h		SAP200 0
									BIM Vision		Scia Engineer
									MicroStat ion V8i		ETABS
									MicroStat ion View V8i		RFEM
									MicroStat ion PowerDr aft V8i		CAD/QS T
									Bentley Navigator V8i		Tricalc
									Revu		CYPECA D
											SAFI 3D
											AECOsi m Building Designer V8i



## Anexo II

Adaptador do “BIM Capability Questionnaire” da CPI x BIM Assessment Form V1.0

1. Você está preparado para emitir seus arquivos de formato CAD / BIM nativos?
2. Se você não está preparado para emitir arquivos de formato CAD / BIM nativos.  
Responda: Porque não?
3. Você trabalha com um padrão CAD / BIM?
4. Se você não trabalho com um padrão CAM / BIM. Responda: Porque não?
5. Você trabalha para o padrão nacional BS1192:2007?
6. Se seus padrões não são da BS 1192:2007, em que eles são baseados?
7. Você produz um modelo BIM como um processo interativo? Por exemplo: etapas do plano de trabalho do RIBA.
8. Você entende a estratégia progressiva do modelo?
9. Você entende o nível de informação exigido em cada um dos estágios de entrega do projeto?
10. Você entende o nível de detalhe exigido em cada um dos estágios de entrega do projeto?
11. Como você demonstra ou quais medidas você tem em vigor para garantir a conformidade com seu padrão CAD / BIM?
12. Você está preparado para cumprir os padrões do projeto?
13. Se você não estiver preparado para cumprir os padrões do projeto, explique por que?
14. Todas as suas ferramentas CAD / BIM são cobertas por um contrato de manutenção anual?
15. Você treina sua equipe no uso de suas ferramentas CAD / BIM?
16. Se você treina a equipe, quem fornece o treinamento e com que frequência?
17. Você pode fornecer qualificações relacionadas a CAD / BIM e certificação CPD para os membros da equipe propostos?
18. Como você faz a coordenação espacial usando o CAD / BIM?
19. Em um único parágrafo, explique suas experiências com dados de atributos vinculados, anexados e incorporados em modelos 3D?