

FILIPPE OLIVAL GOMES

**IMPLANTAÇÃO BIM EM UMA EMPRESA DE PROJETOS DE
INFRAESTRUTURA: ESTUDO DE CASO**

São Paulo

2017

FILIPPE OLIVAL GOMES

**IMPLANTAÇÃO BIM EM UMA EMPRESA DE PROJETOS DE
INFRAESTRUTURA: 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

2017

Catálogo-na-publicação

Gomes, Filipe

Implantação BIM em uma empresa de projetos de infraestrutura:
estudo de caso / F. Gomes -- São Paulo, 2017.

112 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) -
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Implantação BIM 2.Processo de projeto 3.Gestão de projeto 4.Construção
civil I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho de conclusão de curso aos meus pais, que sempre me incentivaram e me forneceram condições para realizar meus objetivos de vida, a minha esposa, a minha filha e a todos os meus amigos.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, por permitir que tudo isso acontecesse.

Ao meu orientador, Leonardo Manzione pela orientação segura e competente que contribuiu para que esse trabalho fosse realizado.

À Instituição, pelo ambiente construtivo e amigável que foi proporcionado por professores competentes e funcionários dedicados.

Agradeço aos meus pais, Alzira e Ely, e minhas irmãs por me apoiarem e pela compreensão em momentos difíceis dessa jornada. E ao meu sobrinho Lucas, com suas imensas alegrias compartilhadas durante esse período.

Agradeço a minha esposa Juliana e a minha filha Alice pelo apoio, paciência, com compreensão e esforço para estimular e permitir um ambiente confortável e amoroso apesar de todas as barreiras e dificuldades.

Obrigado aos meus amigos e familiares, que nos momentos de minha ausência dedicados aos meus estudos, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

Ao Bernardo e Munhoz, que disponibilizaram seu tempo e conhecimento para me ensinar e me direcionar profissionalmente, sempre solícitos em tudo que precisei buscando as informações necessárias para elaboração desse trabalho.

Aos meus colegas de classe, por participarem do meu aprendizado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

"Quando você descobre o simples fato, de que tudo a sua volta que você chama de vida, foi criado por pessoas não mais inteligentes do que você - e você pode mudá-la, influenciá-la, pode construir suas próprias coisas, que outras pessoas também poderão usar - depois que aprender isso, você nunca mais será o mesmo."

Steve Jobs

RESUMO

Atualmente, no Brasil, muitas empresas procuram os benefícios que os usos BIM (Modelagem da Informação na Construção) podem gerar na qualidade e eficiência dos projetos e no planejamento de obras. Na busca por usufruir esses usos, as empresas costumam gastar tempo e recursos consideráveis em treinamentos da equipe, equipamentos sofisticados e softwares específicos. Entretanto, nem sempre suas implantações geram os resultados esperados.

O BIM é expresso por um conjunto de tecnologias, políticas e processos que interagem criando uma metodologia de gerenciamento dos dados do projeto em formato digital. O conceito desse processo é estabelecer um modelo baseado em objeto que acompanhará o empreendimento em todo o seu ciclo de vida: desde a sua concepção, construção, uso e operação até a sua eventual demolição (SUCCAR, 2010).

A partir da identificação das dificuldades enfrentadas, este trabalho tem por objetivo diagnosticar as práticas utilizadas em uma implantação para orientação de empresas de projeto na implantação do BIM.

O presente trabalho foi feito por meio de um estudo de caso em que foram levantadas as práticas de implantação do BIM, já utilizadas em um escritório de projetos de infraestrutura, identificando suas principais etapas, processos e recursos envolvidos. Posteriormente, foram coletadas informações sobre as dificuldades, falhas e sucessos encontrados.

A principal contribuição deste estudo consiste em diagnosticar as técnicas que foram utilizadas e indicar estratégias de implantação. É importante salientar que, uma implantação bem sucedida deverá ser específica para os usos e requisitos que a empresa tem como objetivo.

Palavras chaves: Gestão de Projetos. Processo de Projeto. Construção Civil. Implantação do BIM.

ABSTRACT

Currently, in Brazil, many companies seek the benefits that BIM (Building Information Modeling) solutions can generate in quality and efficiency in the projects and the planning of constructions. For reaching to use these uses, companies usually spend considerable time and resources on team training, sophisticated equipment and specific software. However, their implementation does not always generate the expected results.

BIM expressed by a set of technologies, policies and processes that interact by creating a methodology for managing project data in digital format. The concept of this process is to establish an object-based model that will accompany the construction throughout its life cycle: from its conception, construction, usage and operation to its eventual demolition (SUCCAR, 2010).

From the identification of the difficulties to be faced, this paper aims to diagnose the practices used in a deployment to guide companies in the implementation of BIM.

This paper was developed through a case study in which BIM implementation practices were raised with were already used in an infrastructure projects office, identifying its main stages, processes and resources involved. Subsequently, it was collected information about the difficulties, failures and success found.

The main contribution of this study is to diagnose the techniques that might be used and to indicate implantation strategies. It is important to note that a successful deployment must be specific to the usages and requirements that a company aims for.

Key words: Project Management. Design Process. Construction. BIM Implementation. BIM Adoption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Índices de produtividade laboral para indústria da construção vs. todas as indústrias não-agrícolas.	17
Figura 2: Valor Agregado e Custo de Mudança.	18
Figura 3: Fontes Bibliográficas.	23
Figura 4: Condução do Estudo de Caso.	25
Figura 5: Estágios de Capacitação BIM.	28
Figura 6: Conjunto de Competências BIM.	30
Figura 7: Hierarquia de especialistas BIM.	34
Figura 8: Processo Tradicional x Modelo Compartilhado.	44
Figura 9: Comparação Relativa da Capacidade de Portabilidade de Diferentes Formatos de Arquivo, Considerando a Complexidade da Geometria e da Estruturação das Informações.	53
Figura 10: Modelo Federado.	55
Figura 11: Esquema de funcionamento do Servidor de Modelos Revit Server Autodesk.	56
Figura 12: Esquema de funcionamento do Servidor de Modelos BIM Server.	58
Figura 13: Modelo de Gerenciamento Integrado em BIM.	60
Figura 14: Modelo de Contrato DBB.	64
Figura 15: Modelo de Contrato DB.	65
Figura 16: Ilustração DBB x DB (EPC).	66
Figura 17: Principais Aspectos entre o Modelo Tradicional e o IPD.	70
Figura 18: Comparação entre Processos Tradicionais e IPD.	71
Figura 19: Organograma da Empresa.	74
Figura 20: Estrutura Organizacional de Contrato.	76
Figura 21: Gerenciador de Subcontratação.	81
Figura 22: Ilustração dos Modelos do Aeroporto (Arquitetura e Estrutura).	87
Figura 23: Ilustração dos Modelos do Aeroporto (Arquitetura e Estrutura).	88
Figura 24: Ilustração dos Modelos de Metrô (Arquitetura, Estrutura e Instalações).	91

Figura 25: Ilustração dos Modelos de uma Usina Hidrelétrica (Arquitetura, Estrutura e Instalações).....	92
Figura 26: Ilustração dos Modelos de Transposição de Água (Arquitetura, Estrutura e Instalações).....	93
Figura 27: Ilustração dos Modelos de Barragem de Água (Arquitetura, Estrutura e Instalações).....	94
Figura 28: Os 25 usos identificados pela <i>PennState University</i> nas grandes fases do ciclo de vida do empreendimento.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Iniciativa de adoção do conceito de acordo com Wong et al. (2010).....	19
Tabela 2: Relação de Tabelas Omniclass.	47
Tabela 3: Relação das Tabelas da NBR.....	50
Tabela 4: Divisão das Responsabilidades.	78
Tabela 5: Matriz de Atribuições e Responsabilidades.	80
Tabela 6: Escopo do Projeto (Divisão).	83
Tabela 7: Atividades e Dificuldades na Implantação.	86
Tabela 8: Tabela Resumo das Atividades - Fase 1. e Fase 2.	96
Tabela 9: Matriz de Maturidade BIM.....	98
Tabela 10: Campos de tecnologia, processo e política da implantação BIM.....	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
API	<i>Application Program Interface</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BIMM	<i>BIM Integrated Management Model</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CIFE	<i>Center for Integrated Facility Engineering</i>
CIS/2	<i>CIM Steel Integration Standards</i>
CPM	<i>Critical Path Method</i>
DBB	<i>Design-Bid-Build</i>
DB	<i>Design-Build</i>
DSM	<i>Design Structure Matrix</i>
DVD	<i>Digital Versatile Disc</i>
DXF	<i>Data eXchange Format</i>
EPC	<i>Engineering-Procurement-Construction</i>
IDM	<i>Information Delivery Manual</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IPD	<i>Integrated Project Delivery</i>

ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MVD	<i>Model View Definition</i>
NBR	Norma Brasileira
PA	Aliança de Projetos
SWOT	Strengths, Weakness, Opportunities, Threats
TI	Tecnologia da Informação
WAN	<i>Wide Area Network</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Justificativa.....	16
1.2 Objetivos	21
1.3 Metodologia.....	21
1.3.1 Pesquisa Bibliográfica	22
1.3.2 Estudo de Caso	23
1.4 Estruturação do trabalho	26
2. IMPLANTAÇÃO BIM	27
2.1 Competências	27
2.1.1 Estágio de Capacidade e Conjunto de Competências.....	27
2.1.2 Capacitação Individual.....	32
2.1.3 Especialistas BIM	34
2.1.4 Problemas e dificuldades.....	35
2.2 Projetos Colaborativos	37
2.2.1 Definição de Colaboração	37
2.2.2 Interoperabilidade	43
2.2.3 Sistema de Classificação da Informação	45
2.3 Projetos Integrados	51
2.4 Contratação (IPD)	62
2.4.1 Contratos Tradicionais.....	63
2.4.2 Contratos Integrados	67
3. ESTUDO DE CASO	73
3.1 Caracterização da Empresa	73
3.1.1 Gestão de Projetos	75

3.1.2	Gestão do Conhecimento	76
3.1.3	Gestão de Contratos.....	77
3.1.4	Gestão da Equipe Interna e Terceirizada	79
3.2	Implantação 1ª Fase (Estrutura e Arquitetura)	81
3.2.1	Caracterização do Projeto	82
3.2.2	Caracterização da Implantação	84
3.3	Implantação 2ª Fase (Instalações)	88
3.3.1	Caracterização do Projeto	88
3.3.2	Caracterização da Implantação	90
4.	DIAGNÓSTICO	97
4.1	Identificação dos principais pontos	97
4.2	Identificação de melhorias a serem implementadas	102
5.	CONCLUSÃO	106
6.	BIBLIOGRAFIA	108

1. INTRODUÇÃO

O BIM como um processo, quando bem implementado, possibilita maior integração dos agentes envolvidos no processo de projeto e na construção, resultando em construções com qualidade elevada, com custos e tempo de realização menores (SOUZA, 2016).

1.1 Justificativa

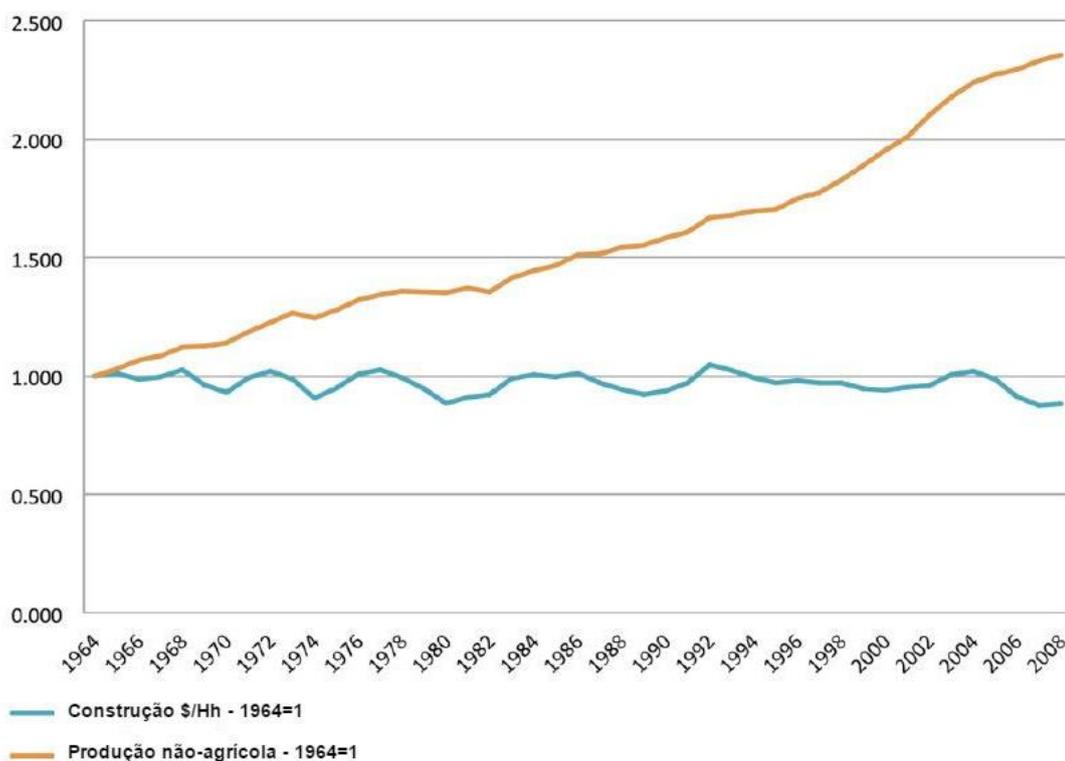
Desde 2007 empresas do setor privado tem se mobilizado para implantar e discutir sobre o conceito da modelagem da informação na construção. Apesar dessas iniciativas, o BIM ainda não se encontra amplamente difundido no setor da construção civil, mesmo sendo considerado um conceito promissor no desenvolvimento de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO) (SOUZA, 2016).

BIM é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que possibilitam que todos os interessados, tenham condições de, colaborativamente, desenvolver, construir e operar o empreendimento em todo seu ciclo de vida (SUCCAR, 2009).

O setor de construção civil vem sofrendo por anos com a falta de eficiência nos seus processos, causando desperdícios nas etapas do projeto, da construção e gerando problemas de manutenção precoce. A grande parte desses problemas são gerados por erros no fluxo de informação ou pela simples falta de informações consistentes.

Uma pesquisa norte-americana demonstrou que as práticas tradicionais da construção gastam cada vez mais recursos e tempo por erros de projeto e execução de obra. Essa pesquisa, desenvolvida pelo *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) na Universidade de Stanford (SENESCU, HAYMAKER e FISCHER, 2011), realça o índice de produtividade da construção civil em relação às demais indústrias. Essa relação é ilustrada na Figura 1.

Figura 1: Índices de produtividade laboral para indústria da construção vs. todas as indústrias não-agrícolas.



Fonte: Adaptado de (SENESCU, HAYMAKER e FISCHER, 2011).

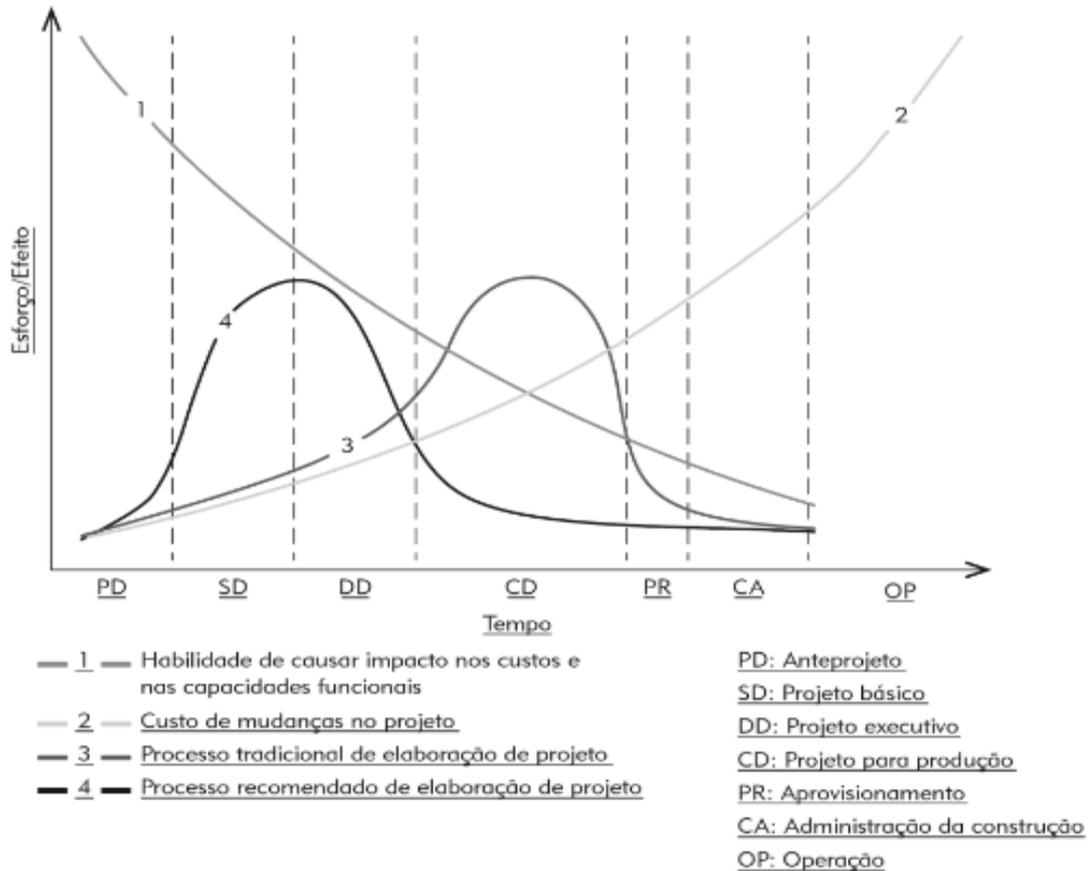
Os cálculos foram feitos a partir dos valores em dólares (reajustado) estipulados no contrato em relação ao homem-hora trabalhados desses mesmos contratos. Sendo assim é possível verificar que a produtividade das indústrias não agrícolas mais que dobrou, enquanto a da indústria da construção teve em torno de 10% menos do que a estipulada inicialmente, em 1964.

Esse distanciamento, observado na Figura 1, demonstra a necessidade de criação e utilização de mecanismos e métodos para reduzir os erros na construção civil.

Está nas fases iniciais do projeto a maior parte da informação que servirá como base e definirá todas ou quase todas as necessidades e parâmetros que o empreendimento possui. Sendo assim, quanto mais cedo forem identificadas ações e definições que possam gerar mudanças de projeto, menor será o custo associado a esta mudança e ao seu impacto, ou seja, se for concentrada e integrada à maior quantidade de informação logo nas etapas iniciais de projeto, melhores e mais eficientes serão encontradas e com menor custo de implantação. A Figura 2 ilustra o

relacionamento do esforço de projeto com o tempo, indicando como está distribuído esse esforço no decorrer do tempo em projetos tradicionais e como poderia ser distribuído como resultado de utilização dos conceitos BIM.

Figura 2: Valor Agregado e Custo de Mudança.



Fonte: Extraído de(EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011).

A linha (1) identifica a possibilidade de uma mudança ser aplicada, a linha (2) mostra o custo que essa mudança causaria, caso fosse implantada, a linha (3) indica o fluxo em processo normal de elaboração de projeto.

A partir das possibilidades de automatizar as mudanças, de gerenciar colaborativamente a informação, de viabilizar a integração das áreas desde as fases iniciais do processo, o BIM reduz significativamente a quantidade de tempo necessário para a elaboração do projeto. Essa alteração está ilustrada na linha (4), onde é possível visualizar o aumento do esforço em definir e decidir o projeto de forma a gerar benefícios para o empreendimento sobre sua funcionalidade geral reduzindo o custo associado a essa mudança.

Em países como Reino Unido, Estados Unidos, Finlândia, Dinamarca, Singapura, Hong Kong e Noruega, o processo de introdução do conceito de modelagem da informação já se encontra em nível de maturidade superior ao Brasil. Para atingir tal maturidade, foi necessário forte incentivo governamental com implantação de padrões gerais, desenvolvimento do conhecimento BIM e uso do IFC.

Para exemplificar as iniciativas, procedimentos e ações que foram aplicados em alguns países, segue na Tabela 1.

Tabela 1: Iniciativa de adoção do conceito de acordo com Wong et al. (2010).

País	Iniciativa
EUA	As iniciativas de implementação de Modelagem da Informação da Construção vêm ocorrendo através de instituições governamentais, tais como GSA (<i>General Services Administration</i>), responsável pela implementação no setor público, NIST (<i>National Institute for Standards and Technology</i>), institutos de pesquisa, organizações e associações do setor privado.
Dinamarca	Os clientes do setor público trabalharam na definição dos padrões de modelagem e diretrizes específicas para aplicação na Modelagem da Informação da Construção. Na Finlândia, o esforço dedicado ao desenvolvimento e uso de padrões IFC se destaca em iniciativas governamentais. Além disso, um projeto de pesquisa desenvolvido por agentes da cadeia produtiva gerou uma série de diretrizes para uso da Modelagem da Informação da Construção nas fases iniciais do processo do empreendimento, o ProIT.
Noruega	Foram desenvolvidas diretrizes para aplicação da Modelagem da Informação da Construção através de um projeto piloto do governo, além de investimento no desenvolvimento do IFC e definição de requisitos de intercâmbio de informações. Dentro do campo de processo, a iniciativa <i>Building SMART</i> tem uma série de projetos interdepartamentais trabalhando na implementação da Modelagem da Informação da Construção para projetos de edifícios.
Cingapura	A utilização de um sistema automatizado que lê as informações em IFC dos modelos para aprovação de projetos representa as iniciativas políticas de implementação da Modelagem da Informação da Construção. Em Hong Kong, o setor público têm aplicado tecnologias de Modelagem da Informação da Construção para o projeto e estudos de sustentabilidade, coordenação de construção de seus projetos de habitação. No campo de processos, várias empresas vêm utilizando a Modelagem da Informação da Construção para compatibilização, visualização e avaliação de projetos de construção civil.
Reino Unido	A implantação da Modelagem da Informação da Construção é considerada importante para o atendimento às metas de crescimento do governo. A partir desta determinação, foi lançado pelo Governo um documento (<i>Building Information Modelling Working Party Strategy Paper</i>) onde é detalhada a estratégia estabelecida e a sua relação com a Modelagem de Informações de Construção, para a qual foi mobilizado um grupo de trabalho com abrangência setorial, o <i>Building Information Modelling Task Group</i> .

Fonte: Reproduzido de (SOUZA, WYSE e MELHADO, 2013).

No Brasil observa-se que setores públicos e privados buscando o desenvolvimento e pesquisas de assuntos relacionados ao BIM, porém percebe-se que, o conceito de Modelagem da Informação na Construção, é muito mais uma decisão estratégica de negócio do que uma adoção de tecnologia trazendo melhorias significativas na gestão do processo de projeto (SOUZA, 2016).

Segundo (SOUZA, WYSE e MELHADO, 2013), os esforços e investimentos em tecnologia, pessoas e processos devem ser equivalentes para alcançar os benefícios que a modelagem da informação oferece. Além disso, os autores ressaltam a importância de envolver o maior número de profissionais possível em discussões dos processos e manuais internos das empresas para garantir a qualidade e abrangência.

Cada dia mais os projetos de infraestrutura tendem a ser mais complexos, dada à carga excessiva de informações que precisam atingir e com menores prazos, visto que o cenário brasileiro suplica por melhorias de transporte, rodovias, aeroportos, portos, geração de energia, entre outros, o que exige mais eficiência e velocidade do processo de projeto. Além disso, há uma crescente preocupação por soluções com menor impacto ambiental, maior nível de informação para evitar erros de obra e preocupação com todo ciclo do empreendimento.

Segundo (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011), dependendo do nível em que a equipe trabalha colaborativamente sobre o modelo digital, as mudanças positivas que o uso do BIM oferece, podem ser positivas ou negativas. Por isso é importante que a implantação do BIM seja completa e apropriada.

Para a implantação do BIM ser bem sucedida, deve-se atentar a um conjunto de atividades preparando a organização para implantar ou melhorar os seus resultados do BIM (produtos) e os seus fluxos de trabalho relacionados (processos). Implantação do BIM é feita em três fases: Preparação BIM, capacitação BIM e maturidade BIM (SUCCAR, 2009).

1.2 Objetivos

Objetivo principal:

Este trabalho tem por objetivo identificar, por meio de um estudo de caso, as atividades na implantação BIM em uma empresa consolidada de projetos de infraestrutura multidisciplinar (arquitetura, estruturas e instalações), trazendo à tona conceitos e práticas para orientação e de empresas de projetos na implantação do BIM.

Objetivos Secundários:

- Analisar as principais práticas utilizadas na implantação do BIM em um escritório de projetos;
- Identificar as principais dificuldades e falhas no processo de implantação na empresa analisada;
- Identificar uma ligação entre o plano estabelecido no estudo de caso e as técnicas apresentadas;
- Propor melhorias no processo de implantação da empresa.

1.3 Metodologia

O método estabelecido para analisar os conceitos abordados na implantação do BIM divide-se em três partes:

- Inicialmente assimilaram-se conceitos teóricos relevantes para embasamento dos problemas a serem abordados no objeto de estudo desse trabalho por meio de pesquisa bibliográfica;
- Em seguida, através de Estudo de Caso, procurou-se identificar, no processo de implantação do BIM da empresa, pontos que estabelecessem ligações entre as instâncias estudadas inicialmente e as práticas utilizadas no processo;

- Finalmente analisaram-se os pontos a serem melhorados propondo-se melhores práticas para aperfeiçoamento do processo de implantação do BIM, identificando as abordagens e técnicas ideais.

1.3.1 Pesquisa Bibliográfica

Segundo (GIL, 2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida em função de fatores como: a natureza do problema, o nível do conhecimento do problema, o nível do conhecimento do pesquisador e o grau de precisão estabelecido para abordar o assunto.

Portanto, a pesquisa bibliográfica pode ser classificada em etapas para composição do trabalho.

Inicialmente procura-se escolher um tema que tenha relevância suficiente e seja do interesse do autor. Para auxiliar nessa definição surgirão reflexões sobre os campos que condizem com sua especialidade, temas que se relacione com seus interesses profissionais ou assuntos que apresente interesse no aprofundamento do conhecimento.

Para auxiliar nessa tarefa o orientador tem um papel fundamental na indicação das fontes e assuntos que o direcione na escolha do tema, porém, o ideal é que seja feita pelo aluno, isto facilitará na motivação e o interesse pelo assunto.

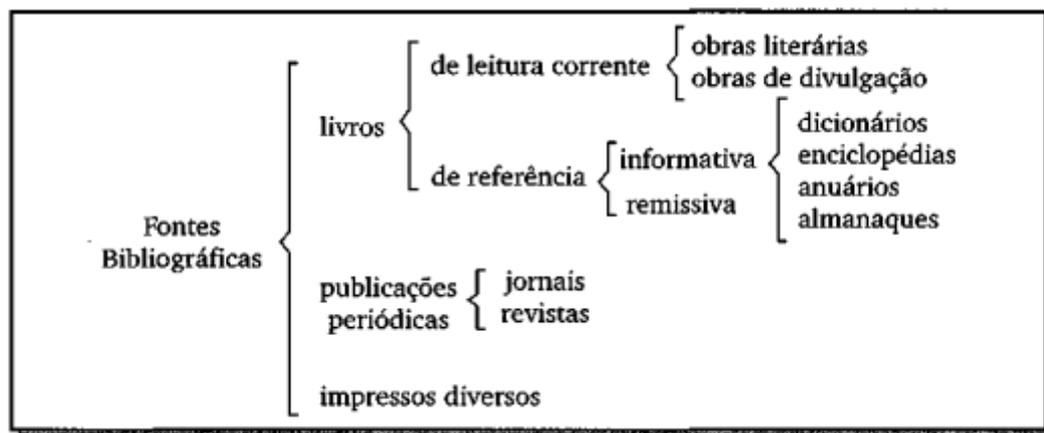
Outra etapa realizada foi o levantamento bibliográfico preliminar, que ajudou a delimitar o assunto abordado no trabalho. Através de uma leitura inicial, foi possível perceber a complexidade e os fatores de maior relevância ao assunto escolhido.

Após esse levantamento bibliográfico preliminar, foi possível formular o problema a ser abordado e concluir que o tema tem qualificações suficientemente compatíveis para ser apresentado. Poderá ser questionado, neste instante, se o problema continua sendo do interesse do pesquisador, se há no trabalho relevância acadêmica, se há material suficiente para dar suporte ao conhecimento necessário e se há tempo hábil para se desenvolver o trabalho como um todo.

Foi necessário, neste momento, fazer um plano provisório do assunto, onde se criou uma estruturação sistemática das partes que compõe o assunto para orientar as buscas de fontes bibliográficas adequadas. Neste instante não havia conhecimento pleno do assunto, portanto tratou-se de um plano provisório que foi modificado e adaptado conforme o conhecimento foi melhor lapidado.

Foi importante a ajudado orientador na busca pelas fontes bibliográficas que estão no contexto do trabalho. Consultaram-se também outros especialistas que contribuíram para a pesquisa.

Figura 3: Fontes Bibliográficas.



Fonte: Reproduzido de (GIL, 2002).

Os conceitos levantados nessa pesquisa tiveram foco em gestão do conhecimento, projetos colaborativos e integrados, implantação BIM, processo de contratação IPD e os conceitos de avaliação de Maturidade BIM de Succar.

1.3.2 Estudo de Caso

O objetivo é ilustrar as práticas e processos utilizados na implantação do BIM em uma empresa de projeto no ramo de infraestrutura. Para alcançar tal objetivo foi utilizado o método de estudo de caso dividido em duas fases.

Na primeira fase foi analisada a implantação do BIM nas áreas de estrutura e arquitetura. Na segunda fase analisaram-se as áreas de atuação que a implantação teve foco: instalações (mecânica, hidráulica e elétrica).

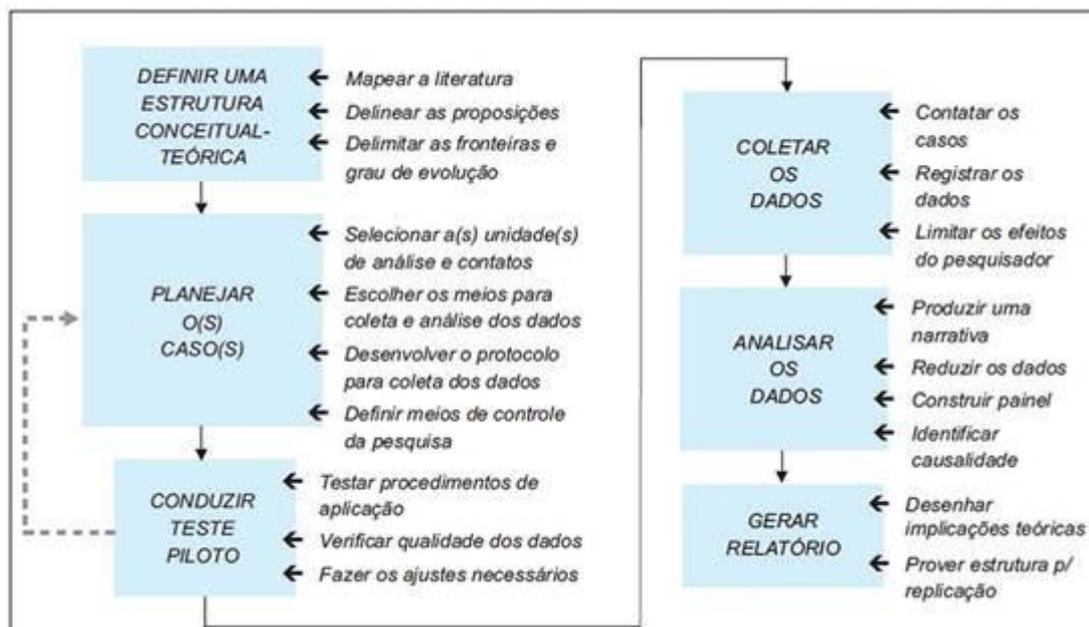
Com o apoio dos profissionais envolvidos no processo de implantação do BIM e atuando junto a esses profissionais, foi possível levantar informações sobre todo o processo (desde que a ideia surgiu até hoje). Também foi considerado o fato da implantação ter acontecido em diferentes disciplinas e seus funcionários terem muitos anos de experiência em projetos. Tais fatores criaram um ambiente favorável, em que puderam analisar diversos pontos de vista como:

- Dificuldades na mudança comportamental;
- Dificuldades na capacitação tecnológica;
- Aceitação dos benefícios futuros;
- Dificuldades no processo em diferentes ambientes e disciplinas;
- Problemas organizacionais;
- Reavaliação de processos de projeto para adaptação de novas atividades;
- Falta de visão global de benefícios latentes.

Segundo (MIGUEL, 2007), considera-se estudo de caso o estudo empírico de investigação de um determinado fenômeno dentro de um contexto real de vida, onde suas fronteiras não são claramente definidas. Trata-se de um estudo profundo de um ou mais objetos (casos), que permita seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2002). Em geral é quando se colocam questões do tipo "como" e "por que" (YIN, 2001).

A condução do Estudo de Caso foi baseada na sequência proposta por (MIGUEL, 2007) conforme Figura 4.

Figura 4: Condução do Estudo de Caso.



Fonte: Reproduzido de (MIGUEL, 2007).

As ferramentas utilizadas para coletas de dados foram feitas reuniões informais com profissionais envolvidos, análise documental e observação participante.

A coleta de dados ocorreu pela observação das rotinas de trabalho dos profissionais envolvidos, levantamento e análise da documentação geradas nessas atividades assim como seus procedimentos e acompanhamento dos eventos (treinamentos externos, consultoria interna, reuniões de acompanhamento, entre outros).

O objetivo dessa coleta compreende obter informações como:

- Levantamento das informações organizacionais da empresa (ramo, estrutura organizacional, número de funcionários entre outros);
- Procedimentos e normas internas para gestão e controle dos projetos;
- Nível do conhecimento inicial do assunto;
- Motivo pelo qual gerou interesse na implantação;
- Plano de ação para implantar cada fase;
- Ferramentas de controle para cada atividade;
- Análise crítica da evolução e desempenho da equipe;
- Fluxo da informação;

- Aspectos colaborativos do trabalho BIM;
- Aspectos contratuais de projetos.

Após levantamento e análise dos dados referentes aos dois casos, comparou-se aos conceitos pesquisados na revisão bibliográfica, gerando o relatório do trabalho.

1.4 Estruturação do trabalho

O presente trabalho foi estruturado em quatro capítulos principais:

O primeiro deles consiste em uma apresentação do trabalho por meio de uma breve introdução, justificando a importância e a motivação que gerou o estudo apresentado, os objetivos principais e parciais estabelecidos e, finalmente a metodologia aplicada para sua realização.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica com levantamento dos conceitos de gestão de competências e capacitação, fluxo de trabalho colaborativo, coordenação de projetos BIM integrados e métodos de contratação IPD, que foram essenciais para levantar os dados necessários para análise do estudo de caso.

O terceiro capítulo aborda o estudo de caso, no qual apresenta a empresa, objeto deste estudo, e em seguida as duas fases que compõem a implantação do BIM nas áreas de atuação das disciplinas que a empresa possui.

O quarto e último, capítulo apresenta a ligação entre os itens levantados na revisão bibliográfica com os pontos identificados no estudo de caso. Nesse capítulo apresenta-se a análise e as principais considerações sobre o que poderia ser feito para obter melhores resultados e apresentar práticas a serem utilizadas para o avanço da capacitação da empresa.

2. IMPLANTAÇÃO BIM

O modelo de Implantação BIM, sugerido por Succar, estrutura-se de forma a possibilitar a implantação BIM e seu acompanhamento. Ele é dividido em Estágios de Capacidade BIM (Pré-BIM, Modelagem, Projeto Colaborativo, Projeto Integrado e Contratação IPD), Conjunto de Competência (Tecnologia, Processo e Política) e Matrix de Maturidade BIM.

Esses conceitos compõem o método de forma a organizar, estabelecer parâmetros e controlar o processo de implantação do conceito BIM nas empresas e projetos.

2.1 Competências

2.1.1 Estágio de Capacidade e Conjunto de Competências

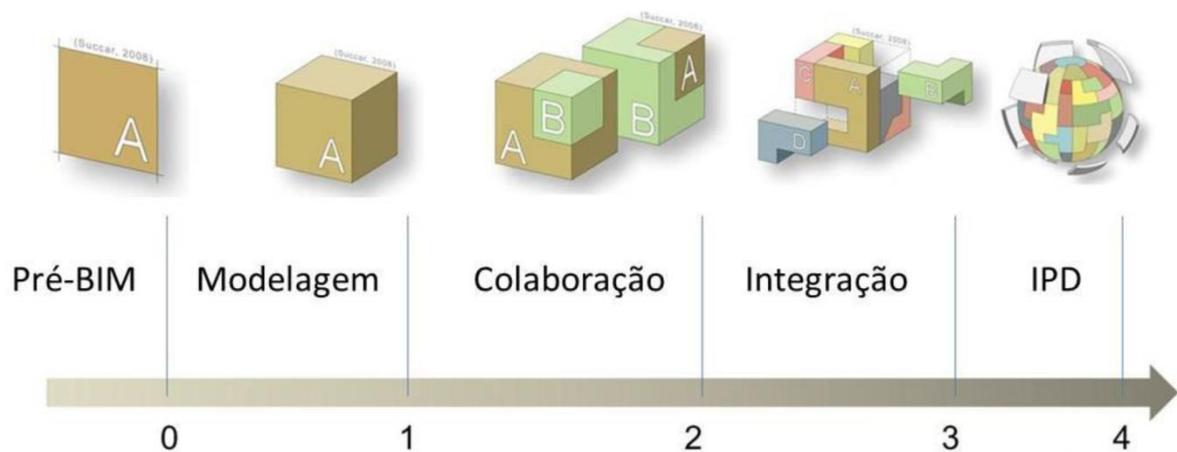
A maior dificuldade em inovar com a implantação dos processos BIM, a partir de uma trajetória tecnológica em formação, é o alto nível de incertezas que ela possui. Saber desenvolver mecanismos de medição, avaliação e acompanhamento dessa implantação, é o principal desafio que as empresas possuem em relação a essa atividade.

Para obter sucesso na implantação do BIM nas empresas é importante estabelecer alguns requisitos mínimos alcançáveis em etapas pré-definidas, desta forma é possível organizar e medir as tarefas dando possibilidade de locar recursos certos para cada atividade.

Para (SUCCAR, 2010), o desenvolvimento de métricas de desempenho permite avaliar suas próprias competências, compará-las com benchmarks e possibilitar a criação de bases para sistemas de certificação que podem ser empregados na seleção de empresas pelas grandes construtoras, autoridades governamentais e clientes em geral, a fim de atestar a qualidade de seus produtos.

O autor também define que um conjunto de competências são necessários para garantir os requisitos mínimos BIM em função de marcos que estabelecem uma evolução de capacitação e maturidade das organizações à medida que implantam tecnologias e conceitos BIM. Três marcos são definidos pelo autor como "Estágios BIM". Esses marcos separam o "Pré-BIM", um ponto inicial de implantação, do "Pós-BIM", um ponto final variável que possibilita o uso das ferramentas de modo integrado e colaborativo.

Figura 5: Estágios de Capacitação BIM.



Fonte: Extraído de (MANZIONE, 2013).

Pré-BIM: refere-se à prática de desenvolvimento tradicional, baseados em desenhos 2D, trocas de informações em papel, documentos manuscritos, com pouco ou nenhum armazenamentos em formatos digitais, compartilhamento de projetos com erros de compatibilização, não há priorização da colaboração entre os envolvidos, pouco se investe em tecnologia e o fluxo de trabalho é linear e sem sincronia.

Estágio de Capacitação BIM 1 (baseada em objetos - modelagem): refere-se à migração de desenhos em 2D para à modelagem 3D baseado em objetos. A organização deverá implantar os processos, tecnologias e políticas para ser capaz de utilizar uma ferramenta de modelagem da informação unidisciplinares. Os elementos do projeto são representados por objetos 3D paramétricos, sendo que não há trocas de modelos entre as disciplinas envolvidas e as informações são transmitidas, em sua maioria, através de documentos em CAD.

Estágio de Capacitação BIM 2 (baseada em modelos - colaboração): refere-se à fase onde a organização implementou os processos, tecnologias e políticas para utilização de modelos compartilhados entre as disciplinas envolvidas. Pode haver compartilhamento de modelos por intercâmbio, onde as versões são trocadas em marcos específicos ou através de modelos *linkados*. Essa abordagem colaborativa exige comunicação integrada e compartilhamento de dados entre os agentes envolvidos. Alguns acertos contratuais tornam-se necessários em função de mudanças nos fluxos de trabalhos baseados em documentos.

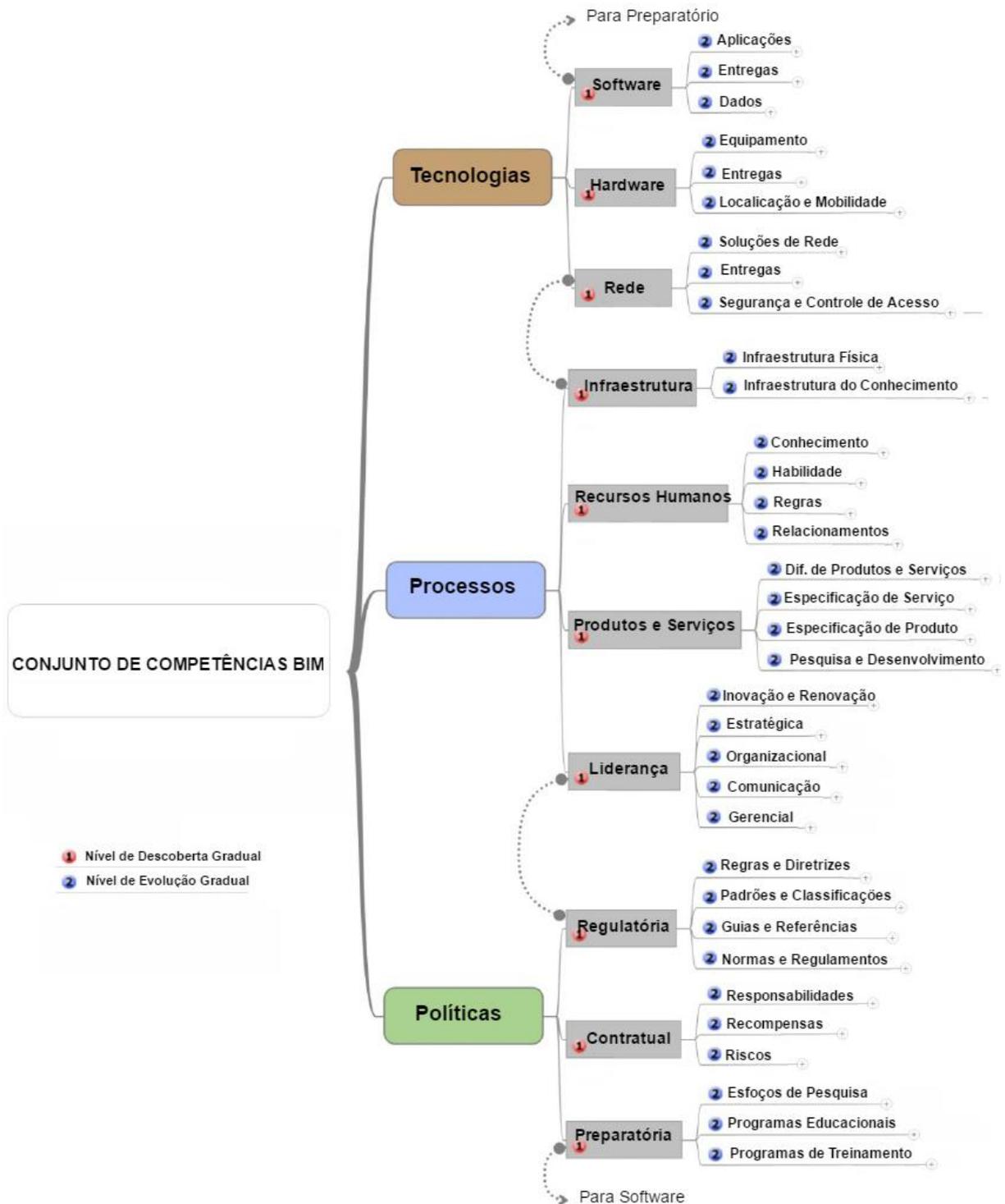
Estágio de Capacitação BIM 3 (baseada em redes - integração): refere-se à fase onde a organização implementou os processos, tecnologias e políticas em soluções de compartilhamento de modelos mantendo-os ativos em todo o ciclo do empreendimento. A integração pode ocorrer com o uso de "servidores de modelos" utilizando os formatos proprietários, abertos, modelos federados para pelo menos duas disciplinas. Essa etapa reflete a real filosofia BIM, onde os agentes interagem simultaneamente para gerar benefícios consistentes com utilização de ferramentas virtuais. Nesse estágio há uma grande necessidade em acertos nas relações contratuais, com mudanças nos fluxos de trabalho e nos processos, pois nesse estágio ocorre a superposição de fases do projeto, tendendo a um "processo sem fases".

Os estágios de capacitação BIM são subdivididos em conjuntos de competências necessárias em tecnologia, processos e políticas, que são passos incrementais para obtenção da maturidade necessária para atingir cada estágio de capacitação BIM.

(SUCCAR, 2010), define o conjunto de competências BIM como uma coleção hierárquica de competências individuais identificadas para fins de implementação e avaliação do BIM. O autor agrupa em três conjuntos:

- **Conjunto de Tecnologia:** softwares, hardwares e redes;
- **Conjunto de Processos:** liderança, infraestrutura, recursos humanos e produtos/serviços;
- **Conjunto de Políticas:** contratos, regulamentos e pesquisa/educação.

Figura 6: Conjunto de Competências BIM.



Fonte: Traduzido de (SUCCAR, 2010).

O Campo de Tecnologia BIM:

A união de pessoas com a função de se especializar no desenvolvimento de softwares, hardwares, equipamentos, e infraestrutura necessária para aumentar a eficiência, produtividade e lucro do setor de construção civil. Responsáveis por promover soluções que se apliquem direta ou indiretamente no desenvolvimento do projeto, construção e operação. Os responsáveis por aplicar o conhecimento científico para fins práticos.

O Campo de Processo BIM:

A união de pessoas que procuram projetar, construir, fabricar, usar, gerenciar e manter estruturas, incluem: os engenheiros, arquitetos, empreiteiros, gestores e todos os profissionais que compõem a indústria da construção civil, sejam os proprietários, os envolvidos na construção ou na operação do empreendimento. Os responsáveis por ordenar de forma específica as atividades de trabalho ao longo do tempo para um determinado local, com começo, com fim, com entradas e saídas claramente identificadas.

O Campo de Política BIM:

A união de pessoas com o intuito de estabelecer formas de preparação dos profissionais, desenvolvendo o conhecimento, distribuindo benefícios, determinando os riscos e minimizando os conflitos. Esses profissionais não geram produtos para construção, mas desenvolvem um papel importante na preparação, regulamentação, e contratação no processo de projeto, construção e operação, são essas as seguradoras, órgãos reguladores, centro de pesquisa e instituições educacionais. Estabelecem os princípios e as regras que orientam os profissionais em sua tomada de decisão.

O esforço recente na identificação das competências individuais está focado nas fases de concepção, gestão de projeto e manutenção da construção. Essas investigações enfatizam a necessidade de uma abordagem abrangente que identifique, classifique e mantenham um inventário de competências BIM genéricas necessárias para atividades de modelagem, colaboração e integração de

forma a ser aplicáveis em todos os setores da construção (SUCCAR, SHER e WILLIAMS, 2013).

2.1.2 Capacitação Individual

O uso das inovações tecnológicas e processuais gerados pelo BIM na indústria da construção exige profissionais com conhecimentos e habilidades específicos, aptos a desenvolver fluxos de trabalhos colaborativos em projetos integrados por meio da modelagem da informação. Essa demanda por novas competências, que ainda se prolifera, requer que instituições educacionais, empresas privadas, profissionais especializados e até órgãos públicos deem condições e estabeleçam meios de atender a essa carência.

Segundo (FERRARI e MELHADO, 2016), o BIM deve ser encarado como uma inovação organizacional e sistêmica de tecnologias, processos e política e não apenas como inovação tecnológica.

"As competências individuais são os alicerces fundamentais da competência organizacional" (SUCCAR, SHER e WILLIAMS, 2013).

(BARISON, 2015), diz que para definir as competências BIM deve se investigar as competências individuais necessárias para desenvolver cada função BIM. Selecionar e organizar essas informações facilitará a implantação do BIM, além de servir como material para consulta dos profissionais envolvidos no desenvolvimento de atividades BIM complexas e ser usada para estabelecer indicadores de desempenho dessas atividades. É importante estabelecer um grande inventário de competências, bem estruturado, para atender as diversas possibilidades de usos BIM (SUCCAR e SHER, 2013).

(FERREIRA JUNIOR, 2012) propõe que capacitação profissional por competência seja entendida como "um processo permanente de desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes, voltado a uma determinada ocupação, que possibilita atender às exigências do mercado para o exercício de determinada profissão".

"A definição de um plano de treinamento e capacitação dependerá, obviamente, do nível de conhecimento e experiência prévia de cada um dos integrantes da equipe, mas será condição crítica e fundamental para garantir o sucesso de um processo de implementação BIM, especialmente considerando que no Brasil ainda não temos muitos profissionais realmente qualificados e experientes." (CATELANI, 2016).

(SUCCAR e SHER, 2013), definem competência BIM individual como a característica pessoal, habilidades técnicas ou conhecimento profissional necessário para o indivíduo executar uma tarefa BIM ou entregar um resultado, independentemente da sua função, cargo ou posição. Os autores evidenciam a importância em definir essas competências de forma mensuráveis sendo possível adquiri-las ou aprimorá-las por meio de educação formal, treinamentos e/ou desenvolvimento profissional no ambiente de trabalho.

(FERRARI e MELHADO, 2016), dizem que a gestão de mudanças envolve ações de planejamento, organização e direcionamento do processo, coordenação e motivação do funcionário. Eles consideram que oito fatores podem influenciar no resultado da transformação organizacional, esses fatores são:

- Assegurar a comunicação da necessidade da mudança;
- Fornecer um plano;
- Instituir apoio interno e superar resistências;
- Garantir o apoio e compromisso da alta administração;
- Desenvolver apoio externo;
- Disponibilizar Recursos;
- Institucionalizar a mudança;
- Buscar mudanças abrangentes.

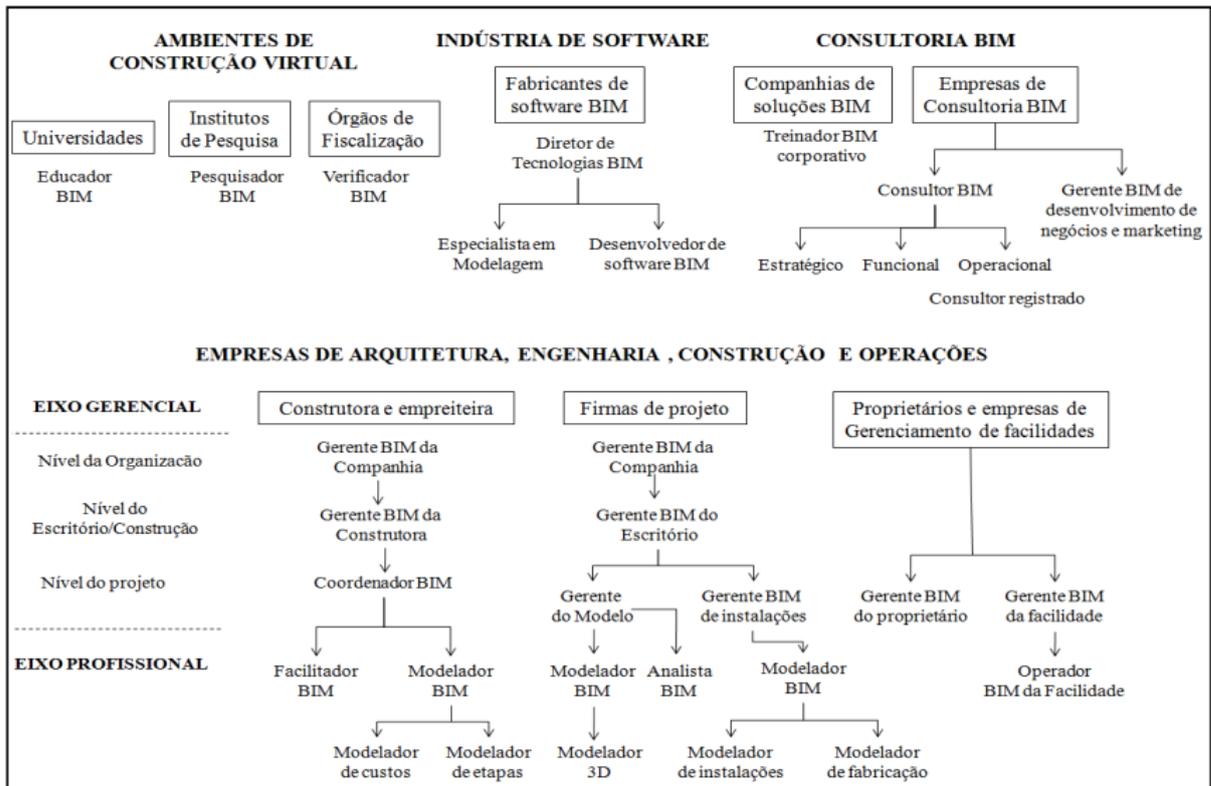
Os autores ainda ressaltam o fato da autoconfiança do indivíduo, em sua capacidade de realizar as atividades relacionadas a essa mudança, ser um fator positivamente relacionado ao comprometimento profissional em atender a determinada mudança. Segundo esses autores, além da atuação planejada da alta direção na implantação da mudança, o apoio da equipe e dos supervisores diretos, exerce uma motivação

extra dos funcionários em apoiar a adoção das mudanças em suas rotinas de trabalho.

2.1.3 Especialistas BIM

A exigência de profissionais com habilidades e conhecimentos específicos relacionados aos usos BIM gerou uma demanda por profissionais diferenciados, com atuações e cargos específicos, os especialistas BIM. A Figura 7 apresenta a hierarquia de especialistas BIM em seus diversos níveis organizacionais e ramos de atuação.

Figura 7: Hierarquia de especialistas BIM.



Fonte: Reproduzido de (BARISON, 2015).

Apesar de a figura apresentar diversos especialistas diferentes, na prática um único profissional é capaz de exercer a tarefa de um ou mais especialista dependendo do

projeto. O especialista também pode iniciar sua carreira em determinada função e migrar para outras à medida que adquire mais experiência (BARISON, 2015).

Uma função nova e extremamente importante é a do Gerente BIM, ou *BIM Manager*. Segundo (CATELANI, 2016), uns dos fatores de maior impacto no sucesso ou fracasso na implantação é a escolha e capacitação de um gerente BIM. Por esse motivo o autor lista algumas responsabilidades que um gerente BIM deverá ser capaz de exercer, que são:

- Comunicar visão do BIM, tanto do projeto total de implementação quanto do projeto-piloto;
- Liderar e garantir a efetividade do treinamento da equipe;
- Atuar como ponto focal do BIM;
- Liderar e gerenciar o projeto de implementação do BIM;
- Realizar reuniões periódicas para o gerenciamento da implementação e do desenvolvimento do projeto-piloto;
- Garantir a efetividade dos processos de troca de informações;
- Solucionar conflitos;
- Gerenciar, manter e controlar a qualidade dos modelos desenvolvidos.

2.1.4 Problemas e dificuldades

Em razão de uma tendência de mercado e necessidade de projetos mais eficientes e econômicos, empresas do setor público e privado estão empenhadas em implantar BIM em suas organizações, porém muitas dificuldades e barreiras ainda são encontradas em função de resistência humana, tecnológica e financeira.

A maioria das medições sobre a eficácia da mudança foca na prática e nos processos que a envolve, porém fatores relativos à reação e motivação dos indivíduos pouco é dito.

Segundo (FERRARI e MELHADO, 2016), o comportamento individual determina o sucesso da maioria das mudanças organizacionais, por isso acredita haver necessidade de considerar simultaneamente o planejamento, a priorização, a

programação e sequenciamento das ações, a construção da autoconfiança de seus empregados e a identificação dos indivíduos que se destaquem nas atividades envolvidas nessas alterações.

Os autores também destacaram que ambientes que incentivem à inovação de forma a dar liberdade para que os funcionários participem e tenham retorno de suas sugestões, respondem positivamente em relação à postura dos funcionários em promover tal transformação.

Para providenciar o ambiente ideal de implantação do BIM nesses moldes, as empresas são obrigadas a se estruturar e estabelecer diversas ações e discussões internas, porém essas ações demandam muito tempo e recursos que nem sempre são factíveis ou de interesse e/ou de conhecimento dos seus gestores. Essa disparidade causa problemas e dificuldades para a implantação do BIM nas empresas.

Do ponto de vista dos colaboradores, segundo (FERRARI e MELHADO, 2016; OLIVEIRA, MANZIN, *et al.*, 2016), os principais problemas encontrados são:

- Uma clara explicação da necessidade de mudança;
- A existência de um plano com estratégias tangíveis de implementação;
- A existência de recursos suficientes;
- A percepção que a mudança está sendo institucionalizada;
- Que tem apoio dos gestores;
- A falta de recursos tecnológicos disponibilizados;
- A falta de conhecimento e treinamento.

Os autores também consideram a idade como um elemento desfavorável em relação a fatores motivacionais a participação ativa no processo de mudança.

Um fator importante apontado por (FERREIRA JUNIOR, 2012) é que a rotatividade dos profissionais desestimula o investimento das empresas na capacitação, além de causar sucessivas interrupções no processo de aprendizado. Por esse motivo há uma necessidade cada vez maior do profissional já ser capacitado pelas instituições de ensino para minimizar incumbência das empresas.

Em resumo não se trata apenas de treinamentos de softwares e sim em programas de inovação e desenvolvimento de competências evolutivo de forma organizada e planejada, onde o compartilhamento de experiências e novas tendências tenham um canal aberto para decisão e difusão em todos os níveis da cadeia profissional da empresa.

2.2 Projetos Colaborativos

2.2.1 Definição de Colaboração

O conceito de colaboração e compartilhamento de espaços, serviços e tarefas cada vez tornam-se mais presentes na vida da sociedade, hoje já há ambientes de trabalho compartilhado (*coworking*), aplicativos de caronas, compartilhamento de veículos, de bicicletas, roupas e até de moradias. Esse conceito tem a finalidade de otimizar gastos, espaços, usos e recursos. Um dos fatores que influenciam essa tendência é a tecnologia.

O avanço tecnológico também viabiliza outro tipo de colaboração, a colaboração da informação. Usos e ferramentas BIM são desenvolvidos para auxiliar o trabalho colaborativo na indústria da construção civil, porém não é simples nem trivial alcançar a forma plena de colaboração e sequer que esse resultado ocorra de forma imediata e/ou automática.

(SHEN, HAO, *et al.*, 2009), dizem que o BIM evoluiu de um conjunto de ferramentas de projeto para uma plataforma mais abrangente que integra projeto e construção de um modo que todos os envolvidos tenham que mudar as formas que interagem entre si. Desta forma, é possível afirmar que o BIM incentiva a mudanças na indústria de forma a reduzir a sua fragmentação e dispor de mecanismos para melhorar a eficiência e altos custos causados pela falta de integração entre os agentes envolvidos. Entretanto, para gerar essa evolução serão necessários, além das ferramentas, grandes estudos de mudanças organizacionais, sistemas da informação e regulamentações.

Segundo (MANZIONE, ABAURRE e MELHADO, 2011), o processo do projeto gerenciado informalmente, com técnicas inapropriadas de planejamento e pouca utilização dos recursos de TI, causam constantes reclamações por parte das empresas projetistas pela redução de seus lucros por retrabalhos causados por incompatibilidades entre projetos.

Há muito investimento na implantação de novas tecnologias, sem que as empresas necessariamente compreendam qual a consequência da sua adoção. As tecnologias devem dar suporte para processos, que dão suporte para criação e manutenção de informações coerentes, que dão suporte para a colaboração dos envolvidos. A colaboração, em um bom nível de maturidade, requer um maior comprometimento dos envolvidos para alcançar um objetivo comum, o projeto, deve haver um acordo de confiança entre os agentes envolvidos para compartilhar as suas habilidades e conhecimentos, em um processo em particular, para atingir os objetivos do projeto como um todo (MANZIONE, ABAURRE, *et al.*, 2011). A colaboração deve tratada como um aspecto cultural, devendo ser estruturada a partir de processos de cooperação, integração e comunicação (SOUZA, 2016).

(HU, ZHANG, *et al.*, 2016), dizem que a grande quantidade de disciplinas, tecnologias e equipes, o modo multifásico e a alta diversidade que os projetos da indústria da construção civil, tornam ambientes muito desafiadores para gestão de informação e colaboração. Durante um projeto de construção muitas decisões são tomadas em função de informações incompletas, com base em suposições e experiência pessoal do profissional envolvido, causando erros na execução, atrasos e/ou apresentam defeitos aos usuários. Já projetos bem planejados e integrados, com utilização do BIM, disponibilizam as informações a todos os profissionais envolvidos conforme a demanda, permitindo que todos os parceiros de projeto, em suas diversas funções, instantaneamente e com segurança, "juntem" suas operações e sistemas. Os sistemas, processos e equipamentos interligados automaticamente, reduzirão drasticamente o tempo e o custo do planejamento, projeto e construção, pois permitirão uma avaliação rápida e precisa de todas as opções, resultando em uma seleção de melhor equilíbrio entre capacidade e custo-benefício (SHEN, HAO, *et al.*, 2009).

De acordo com (SOUZA, 2016), a crescente complexidade dos empreendimentos exigem equipes de projetos maiores e mobilização de conhecimentos mais específicos, criando a necessidade de conhecimento multidisciplinar, em que nenhum profissional isoladamente possui tal conhecimento e qualificações suficientes para exercer um controle sobre a totalidade do processo de projeto.

Conforme (SUCCAR, 2009), é no Estágio 2, que ocorre uma colaboração ativa entre modelos de ao menos 2 disciplinas. A colaboração baseada em modelos poderá ser feita através de formatos "proprietários" (exemplo: arquitetura em Revit e estrutura em Revit através do formato RVT) ou "não-proprietários" (exemplo: Revit e Tekla através do formato .IFC). Essa colaboração ainda poderá ser entre disciplinas de projeto em uma mesma fase (exemplo: arquitetura e estruturas) ou entre fases distintas (exemplo: estruturas e construção ou arquitetura e operação). Algumas alterações contratuais já serão necessárias.

(MANZIONE, ABAURRE, *et al.*, 2011), dizem ser necessário considerar no trabalho colaborativo quatro recursos-chave: pessoas, processos, tecnologia e dados. (KASSEM, IQBAL, *et al.*, 2014), apontam três "Campos BIM"(tecnologia, processo e política) que interagem entre si de diversas maneiras em diferentes momentos. Por exemplo, avaliação da equipe (processo) através de um fluxo de trabalho BIM definido em um manual do usuário (tecnologia) que se refere a norma técnica de modelagem específica (política).

Para estabelecer uma implantação do BIM consistente, é importante que se criem regras e protocolos com uma visão compartilhada dos processos de entrega de projetos, aumentando a consistência dos processos e da qualidade da informação BIM para entregar um produto satisfatório. Normalmente se estabelecem regras e protocolos ao nível da empresa, sendo necessário um esforço substancial para adaptação ao nível do empreendimento. Portanto é necessário que as regras sejam desenvolvidas baseando-as em estruturas BIM que forneçam uma descrição completa dos campos BIM de conhecimento (tecnologia, processo e política) (KASSEM, IQBAL, *et al.*, 2014). Em alguns casos poderá ocorrer sobreposição de campos, isso acontecerá quando profissionais de campos diferentes necessitem atuar em conjunto para desenvolver uma determinada atividade.

O BIM é um domínio de conhecimento expansivo inserido em um processo de multidisciplinaridade. Torna-se essencial estabelecer uma orientação dos trabalhos de cada participante representando sistematicamente os envolvidos, as interações, as entregas, níveis de maturidade e as diretrizes segundo um único padrão com o objetivo global e baseado em critérios voltado a qualidade.

Outra questão desafiadora, segundo (SHEN, HAO, *et al.*, 2009), são os vários tipos de fontes de dados não estruturados advindos da indústria da construção, incluindo documentos de projetos baseados em textos, imagens, páginas da web e cronogramas de projetos. Os autores ainda ressaltam que, um projeto de construção normalmente envolve inúmeros softwares de fornecedores distintos para realização de tarefas específicas inerente ao projeto. Compartilhar dados em um ambiente tão heterogêneo exige um mapeamento de todas as tecnologias envolvidas, além da criação de um modelo de dados comum para que todos sejam capazes de gerar e interpretar esses dados.

Um profissional engajado em um processo de decisão deverá ser capaz de disseminar e encontrar a informação pertinente ao seu trabalho. Essa realidade deve ser investigada seriamente para não haver diferenciação de estratégias em função de erros de comunicação entre os envolvidos. Compreender e adaptar os processos para atender interações de comunicação em um sistema multiusuário é um processo estratégico de forte influência sobre o sucesso do projeto. Ou seja, o conhecimento deve ser compartilhado através da captura e estruturação do conhecimento de modo a criar um ambiente que preserve a coerência e a "*pesquisabilidade*" (SENESCU, HAYMAKER e FISCHER, 2011).

Não é possível jogar sem que as regras sejam bem estabelecidas e conhecidas pelo time. (CATELANI, 2016), diz ser fundamental que se desenvolva previamente um conjunto de premissas e diretrizes, de forma organizada e que sejam devidamente documentada e compartilhada entre todos os envolvidos. O autor manifesta que não é suficiente listar as informações que serão trocadas, mas também, a maneira como serão trocadas, além de descrever os principais objetivos para cada fase do projeto do planejamento do detalhamento para cada intercâmbio entre as interfaces entre os softwares e as soluções adotadas.

As regras deverão incluir também diretrizes instrutivas e compartilhamento de convenções para organização, comunicação e acesso a informação, tais como nomeação de arquivos (campos, abreviações, sequência, extensões de arquivos e formatos de troca), arquivamento (estrutura de pasta local, estrutura de pastas *extranet* para "*upload*" de arquivos), a frequência de carregamentos de atualização de modelos (por exemplo, semanalmente) e a segurança definida em função de usuários que podem acessar, ler e/ou editar a informação disponibilizada (KASSEM, IQBAL, *et al.*, 2014).

A noção de que as organizações sejam entidades monolíticas e que podem ser unificadas simplesmente através de um modelo de dados é um tanto ingênua, assim como, a ideia de um banco de dados transparente parece não ser totalmente realista, quando se consideram os fatores de natureza humana, porém, estabelecer diretrizes, padrões e restrições para essas atividades reduz o risco do erro (MANZIONE, 2013).

Em função da ineficiência do setor da construção civil, considerando todas as fases do ciclo de vida dos empreendimentos. Há diferentes agentes envolvidos no empreendimento que interagem de uma forma fragmentada em função de interesses próprios, além disso, cada empreendimento exige uma formulação própria, pois não há construções idênticas. Para resolver esse problema, boas práticas de aperfeiçoamento dos processos têm sido idealizadas para esse setor.

A *Lean Construction*, segundo (SHEN, HAO, *et al.*, 2009), foi desenvolvida propondo sistemas de produção com o intuito minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço, almejando buscar a máxima quantidade de valor. Alcançar essa visão só é possível através da colaboração de todos nas fases iniciais do projeto. Com a tecnologia BIM o conteúdo da informação tem seu valor potencializado, isso facilita agregar todos os agentes desde o princípio do processo graças a sua riqueza semântica.

No processo sequencial de projeto apenas a equipe de projeto de arquitetura atuam diretamente com a programação do empreendimento, as outras equipes partem dos projetos de arquitetura e das soluções já adotadas para desenvolver seus projetos de forma que eles "completem" os projetos de arquitetura. A gestão do processo de

modo sequencial faz com que problemas e as incompatibilidades sejam "empurrados" para as fases seguintes, quando a solução se torna mais complexa, onerosas e gera retrabalho (FABRICIO, 2002).

Por outro lado, o autor diz que o desenvolvimento de projeto em paralelo irá possibilitar uma economia de tempo e antecipar essas soluções de incompatibilidades. Para isso o modelo de Engenharia Simultânea estimula essa atuação multidisciplinar em cada etapa do processo, estimulando acertos de interfaces e colaboração precoce, solucionando problemas em um momento onde os recursos para modificações são menores e menos impactantes, além de poder economizar tempo de desenvolvimento do projeto.

(SOUZA, 2016), define Engenharia Simultânea como um processo de inovação organizacional com o objetivo de promover melhorias na qualidade e desempenho dos produtos e processos na fase *projetual*, envolvendo equipes multidisciplinares focadas no desenvolvimento do produto, ou do processo, agregando conhecimento e experiência específicos à sua função. Realizando em paralelo, etapas do processo de desenvolvimento do produto, reduzindo o tempo e ampliando a integração entre as interfaces de projeto.

Segundo (FABRICIO, 2002; DURANTE, MENDES JR., *et al.*, 2015), a "Engenharia Simultânea consiste em conceber de forma sistemática, integrada e simultânea os produtos e os processos que lhes são ligados." Este método conduz a promover um trabalho multidisciplinar, composto por um time de especialista das diversas disciplinas, com discussões simultâneas de todos os elementos e aspectos do projeto. Entendendo como Engenharia Simultânea: "a integração e colaboração entre as áreas/especialistas que estão envolvidas no projeto".

Os autores ainda classificam o conceito Projeto Simultâneo como sendo uma adaptação da Engenharia Simultânea ao setor da construção civil, buscando convergir o processo de projeto, os interesses de todos os envolvidos, com considerações antecipadas e de forma global a maior parte das decisões, soluções e aspectos como construtibilidade, habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das edificações.

O autor lista as principais características da Engenharia Simultânea como:

- Ênfase no momento da concepção do produto e valorização do projeto;
- Realização em paralelo de várias atividades de desenvolvimento de produto (desenvolvimento conjunto de projetos do produto e da produção);
- Formação de equipes de projeto multidisciplinares e coordenadas;
- Utilização da informática e das novas tecnologias de telecomunicação no desenvolvimento do projeto;
- Orientação para a satisfação dos clientes e usuários para o ciclo de vida de produtos e serviços.

E os principais objetivos e benefícios como:

- Redução do tempo de projeto;
- Introdução de inovações;
- Ampliação da qualidade ao longo da vida útil de produtos e serviços;
- Ampliação da manufaturabilidade dos projetos e aumento de eficiência dos processos produtivos de bens e serviços.

2.2.2 Interoperabilidade

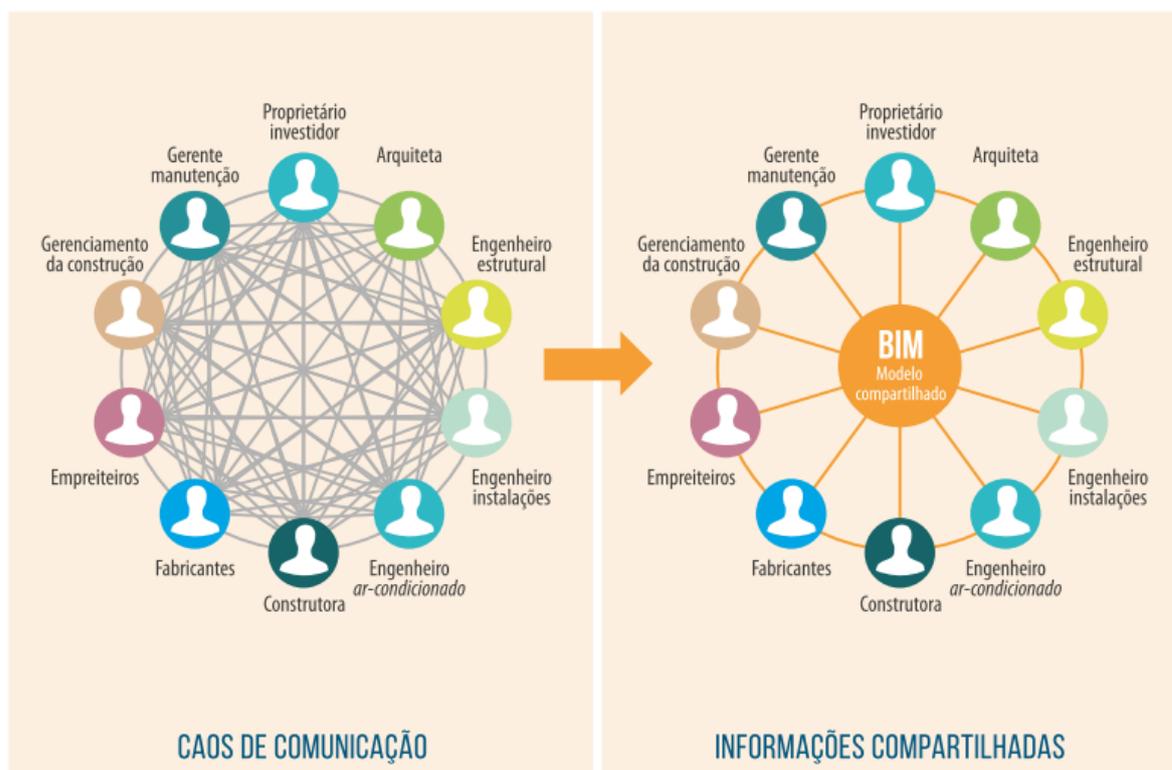
O aumento da complexidade nos projetos e na construção geram, cada vez mais, novos dados em função das suas próprias aplicações advindas do avanço da tecnologia, ou seja, para cada atividade e especialidade criam-se novas análises e representações para atender as novas demandas através do avanço da tecnologia. Por exemplo, análises estruturais, energéticas, entre outros dados.

Interoperabilidade é a habilidade de passar dados entre aplicações, e para múltiplas aplicações para contribuir conjuntamente com trabalhos manuais. A Interoperabilidade, no mínimo, suprime a necessidade de copiar manualmente os dados gerados por outros aplicativos, atividade essa que desencoraja a iteração durante o projeto, limitando a procura pelas melhores soluções *projetuais* e restringindo as automações de negócio (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2011).

A Interoperabilidade é considerada um fator-chave na agilização dos fluxos de informação entre as diferentes disciplinas e influencia no valor do BIM na indústria

da construção. Ela pode agir metodologicamente definindo os estilos de modelagem consistentes ou tecnicamente definindo os tipos e construindo meios que possibilitem sua transformação para integrá-los (HU, ZHANG, *et al.*, 2016).

Figura 8: Processo Tradicional x Modelo Compartilhado.



Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

O maior desafio da Interoperabilidade é a integração de aplicações e soluções de softwares que foram desenvolvidos por diferentes fornecedores e que não se esperavam que trabalhassem juntos, portanto a incorporação de sistemas e a obtenção de plataformas que possibilitem essa integração é um desafio que a indústria enfrenta atualmente.

As trocas e intercâmbios entre modelos e aplicações podem ser feitos através de seu formato nativo, ou seja, as extensões e tipos de arquivos nativo do software (exemplo: arquivo RVT do Revit) ou feitos através de esquemas desenvolvidos para integrar diferentes aplicações de diferentes fornecedores (exemplo: IFC, CIS/2, entre

outros). De acordo com (MANZIONE, 2013), somente o IFC e o CIS/2, usado em estruturas metálicas, são formatos públicos e normatizados.

Embora o IFC seja um esquema rico e neutro, o intercâmbio dos dados entre sistemas através do IFC podem ser afetados por imprecisões devido à inconsistência em implementadores diferenciados. O IFC 2x3 cobre requisitos de trocas entre aplicações de análise estrutural, no entanto ele só define as informações de trocas entre projetos estruturais e aplicações de análise estrutural. O intercâmbio e as formas de transferência entre projeto arquitetônico e projeto estrutural, nesta versão, ainda requer esforços de investigação. Já o IFC4 foi lançado com o objetivo de melhorar a colaboração entre modelos de múltiplas disciplinas e representar cada vez mais os seus elementos e suas relações (HU, ZHANG, *et al.*, 2016).

Os autores ainda dizem que há grandes esforços para aumentar a interoperabilidade.

2.2.3 Sistema de Classificação da Informação

Outra questão crítica que limita os trabalhos e impede que eles sejam realmente colaborativos no BIM diz respeito à padronização das informações. Em um empreendimento, onde há milhares de objetos, processos e serviços, se não houver padronização do modo que cada elemento é classificado, não há meios, automatizados, de vinculá-los de modo a facilitar a interoperabilidade.

A indústria criou alguns sistemas de classificação que auxiliam a organizar o BIM, segue alguns dos principais sistemas, dos quais comentaremos os itens 3 e 4:

1. **Masterformat:** classificação hierárquica;
2. **Uniformat:** classificação facetada;
3. **Omniclass:** classificação hierárquica + facetada;
4. **NBR 15965:** usa a base do Omniclass.

Omniclass

A Omniclass é um sistema de classificação das informações e foi desenvolvida com o intuito de organizar, classificar e recuperar as informações em aplicativos baseados em banco de dados relacionais (MANZIONE, 2013).

O sistema mescla elementos e componentes a sistemas e conjuntos, permitindo a organização desde bibliotecas de materiais e produtos até a organização sobre o projeto através de uma estrutura de base de dados.

A Omniclass auxilia o gerenciamento do projeto, pois facilita a comunicação entre os diversos sistemas do setor construtivo. (MANZIONE, 2013), associa suas principais vantagens nos processos de trabalho como: orçamentação, controle de custos, colaboração, especificação, controle do desenvolvimento do empreendimento e rastreabilidade.

O autor também descreve a Omniclass como um sistema multifacetado, pois utiliza como base o sistema Masterformat, para classificar os resultados de trabalho, o Unifformat, para classificar os sistemas e componentes e o EPIC, para os produtos, dando origem a 15 tabelas hierárquicas, cada qual representando um aspecto específico da informação que poderá ser utilizada de forma independente ou combinando com informações de outras tabelas para criar assuntos mais complexos. A Tabela 2. ilustra essas tabelas da Omniclass.

Tabela 2: Relação de Tabelas Omniclass.

Série	Tabela	Descrição
10	11	Entidades de construção pela função
	12	Entidades de construção pela forma
	13	Espaços pela função
	14	Espaços pela forma
20	21	Elemento
	22	Resultados do trabalho
	23	Produtos
30	31	Fases
	32	Serviços
	33	Disciplinas
	34	Funções organizacionais
	35	Ferramentas e equipamentos
40	41	Materiais
	49	Propriedades

Fonte: Reproduzido de (MANZIONE, 2013).

NBR 15965

A ABNT NBR 15965, é a primeira Norma BIM brasileira e trata-se de um sistema de classificação das informações que foi feita com base nas tabelas da Omniclass. Ela foi desenvolvida para ser utilizada por todo o setor da construção civil, sejam edificações, infraestrutura ou industrial e é composta por 13 tabelas (classes ou grupos) de diferentes conteúdos e informações (CATELANI, 2016).

Tabela "OM" - Materiais

São substâncias básicas utilizadas na construção ou na fabricação de produtos, podendo ser matérias brutas ou compostos industrializados. Exemplos: alumínio, madeira, entre outros;

Tabela "OP" - Propriedades

São características das entidades construídas. Propriedades funcionam como modificadores dos objetos e sempre tem um nome, um valor, e uma unidade de medida. Exemplos: vermelho, opaco, entre outros;

Tabela "1F" - Fases

Fases do ciclo de vida podem ser representadas por estágio e por fases. Estágio caracteriza os principais segmentos ou partes de um projeto, exemplos: concepção, documentação, entre outros. Fases é uma parte do trabalho que resulta do sequenciamento de tarefas, de acordo com uma parte pré-definida de um estágio. Ambos possuem duração finita e a transição de uma fase ou estágio para o outro é a indicação do progresso do projeto;

Tabela "1S" - Serviços

São as atividades, os processos relacionados à construção, ao projeto, à manutenção, à renovação, à demolição e a todas as outras funções que ocorrem em qualquer momento do ciclo de vida do empreendimento. Esta tabela é baseada em ações que incluem quaisquer serviços realizados, ou prestados, influenciando o ambiente construtivo. Exemplos: licitação, construção, manutenção, entre outros;

Tabela "1D" - Disciplinas

São as áreas de atuação dos diversos indivíduos que realizaram processos e procedimentos que ocorrem durante o ciclo de vida do empreendimento. Exemplos: arquitetura, engenharia mecânica, construtor, entre outros;

Tabela "2N" - Funções

Funções ou papéis organizacionais são as funções técnicas exercidas pelos participantes, sejam individualmente ou em grupo, que ocorreram durante o ciclo de vida do empreendimento. Podem ser um indivíduo, um grupo ou equipe, uma empresa, uma associação, uma agência, um instituto ou organizações semelhantes;

Tabela "2Q" - Equipamentos

Equipamentos e ferramentas são os recursos utilizados no desenvolvimento do projeto e na construção que não são incorporados permanentemente. Exemplos: veículos, martelo, andaime, grua, entre outros;

Tabela "2C" - Produtos

São componentes ou montagens para a incorporação permanente na construção. Um produto pode ser um único item, uma montagem industrializada, ou um sistema operacional isolado e industrializado. Exemplos: tijolos, janela metálica, entre outros;

Tabela "3E" - Elementos

Um elemento é um componente principal, uma montagem, uma entidade da construção ou parte que, por si só ou combinada com outras partes, desempenha uma função predominante na construção. Exemplos: piso estrutural, paredes externas, escadas, entre outros;

Tabela "3R" - Resultado de Trabalho

São resultados alcançados na fase de produção, ou pelos subsequentes processos de alteração, manutenção ou demolição. Exemplos: concreto moldado *in loco*, revestimento cerâmico, entre outros;

Tabela "4U" - Unidades

São divididas em unidades pela forma, composta por espaços e elementos inter-relacionados classificados pela forma, por exemplo, um arranha-céu (pode ser residencial ou comercial), ou unidades pela função, composta por espaços e elementos inter-relacionados classificados pela função, por exemplo, um estádio de baseball;

Tabela "4A" - Espaços

São divididas em ambientes pela forma, delimitadas por fronteiras físicas ou abstratas e caracterizadas pela forma física, por exemplo, uma sala, um dormitório, entre outros, ou em ambientes pela função, delimitadas por fronteiras físicas ou

abstratas e caracterizadas pela sua função, por exemplo, cozinha, escritório, entre outros;

Tabela "51" - Informação

São dados referenciados e utilizados durante o processo de criação e sustentação do ambiente construído. Eles podem existir em diferentes formas, incluindo formatos digitais ou impressos. Exemplos: padrão de fabricação, manual de projeto, entre outras.

A Tabela 3 ilustra essas 13 tabelas da NBR:

Tabela 3: Relação das Tabelas da NBR.

Estrutura de Classes					NUMERAÇÃO:	NORMAS PUBLICADAS	
					↓	↓	
ISO 12006-2					134.000.01-001/1	ABNT NBR ISO 12006-2:2010	
Classificação e Terminologia					---	134.000.02-001/1	ABNT NBR 15965-1:2011
Identificador de Grupo	Tema	Assunto	Tabela	OMNICLASS			
0	Características dos Objetos	Materiais	0M	41	134.000.02-001/2	ABNT NBR 15965-2:2012	
		Propriedades	0P	49			
1	Processos	Fases	1F	31	134.000.02-001/3	ABNT NBR 15965-3:2014	
		Serviços	1S	32			
		Disciplinas	1D	33			
2	Recursos	Funções	2N	34	134.000.02-001/4	Tabelas 2N-Funções e 2Q-Equipamentos já aprovadas em plenária. Tabela 2C-Componentes ainda incompleta.	
		Equipamentos	2Q	35			
		Componentes	2C	23			
3	Resultados da construção	Elementos	3E	21	134.000.02-001/5	Tab. 3E-Elementos já aprovada em plenária. 3R-Resultados em análise plenária.	
		Construção	3R	22			
4	Unidades e Espaços da construção	Unidades	4U	11 e 12	134.000.02-001/6	Tabelas já aprovadas nas sessões plenárias e em fase final de revisão pelo coordenador.	
		Espaços	4A	13 e 14			
5	Informação da construção	Informação	5I	36	134.000.02-001/7	ABNT NBR 15965-7:2015	
x	BIBLIOTECAS - Eduardo Toledo				134.000.03-001	**nenhum conteúdo publicado até o momento**	

Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

2.3 Projetos Integrados

Projeto integrado é definido "como um método de trabalho colaborativo que visa integrar pessoas, sistemas e estruturas empresariais como intuito de aumentar a eficiência do projeto, execução e operação; e melhorar a qualidade final da edificação." (OLIVEIRA, MANZIN, *et al.*, 2016). Integração feita precocemente envolvendo todos os participantes de forma a pré-conceber soluções nas fases iniciais do projeto.

O trabalho integrado e colaborativo apoiam-se em relações contratuais denominada relacional, pois é baseado em regras de cooperação entre as partes, onde os riscos e benefícios alcançados no decorrer do processo são de responsabilidade de todos os envolvidos. Esse cenário promove cooperação entre os agentes e promove soluções mais inovadoras buscando melhor custo-benefício para satisfazer o cliente. Nessa conjuntura o BIM torna-se uma condição essencial, porém é necessário atualizar os processos de trabalho exercidos pela indústria da construção civil (OLIVEIRA, MANZIN, *et al.*, 2016).

(CATELANI, 2016), diz que integração é um processo de agrupar subsistemas (de diferentes softwares e aplicações) em um único sistema, garantindo que eles funcionem de forma única como um todo coordenado. Essa integração gera a necessidade de conhecimentos específicos em TI, de forma a estabelecer todo o ambiente colaborativo, infraestrutura computacional, protocolos de interfaces, entre outros.

Essas trocas e compartilhamentos podem ser feitas desde mecanismos rudimentares, como simples trocas físicas de arquivos, como podem ser feitos por mecanismos e sistemas mais sofisticados de servidores de modelos em Plataformas específicas (MANZIONE, 2013).

(SUCCAR, 2009), é no Estágio 3, que os modelos são integrados semanticamente ricos são criados, compartilhados e mantidos de forma colaborativa durante o ciclo de vida do empreendimento. Esta integração pode ser feita utilizando formatos proprietários, abertos ou não proprietários, bases de dados federadas únicas, entre outras. Nesse estágio exige uma grande reconsideração das relações contratuais,

além de maturidade das tecnologias de redes/softwarewares que permita um acesso bidirecional dos modelos entre todos os agentes envolvidos.

Segundo (MANZIONE, 2013) e (CATELANI, 2016), há algumas formas e mecanismos de trocas de arquivos e modelos, a seguir serão comentados alguns mecanismos e possíveis combinações:

Troca de dados através de formato proprietário

Conexões proprietárias são processos de intercâmbio de dados criados especificamente para viabilizar a comunicação entre dois diferentes softwares. Geralmente o intercâmbio realizado por esse formato é de alta qualidade, pois não precisam considerar cenários ou configurações externas ou desconhecidas, por isso não ocorrem perdas de dados.

São exemplos de formatos proprietários o DXF (*Data eXchange Format*), o 3DS (3DStudio) definidos pela *Autodesk*, o SAT definido pela *Spatial Technology* e o STL para *esterolitografia*.

Troca de dados através de formato público

O setor público, para evitar monopólios, deve evitar soluções proprietárias, deixando a critério da empresa fornecer seu trabalho conforme o software que atenda melhor suas necessidades.

Embora em um único projeto existam diversos especialistas que utilizam softwares desenvolvidos por empresas diferentes, faz-se necessário desenvolver formatos neutros para haver intercâmbio entre esses diversos softwares, pois, não há uma única empresa que desenvolva todas as melhores soluções de software,

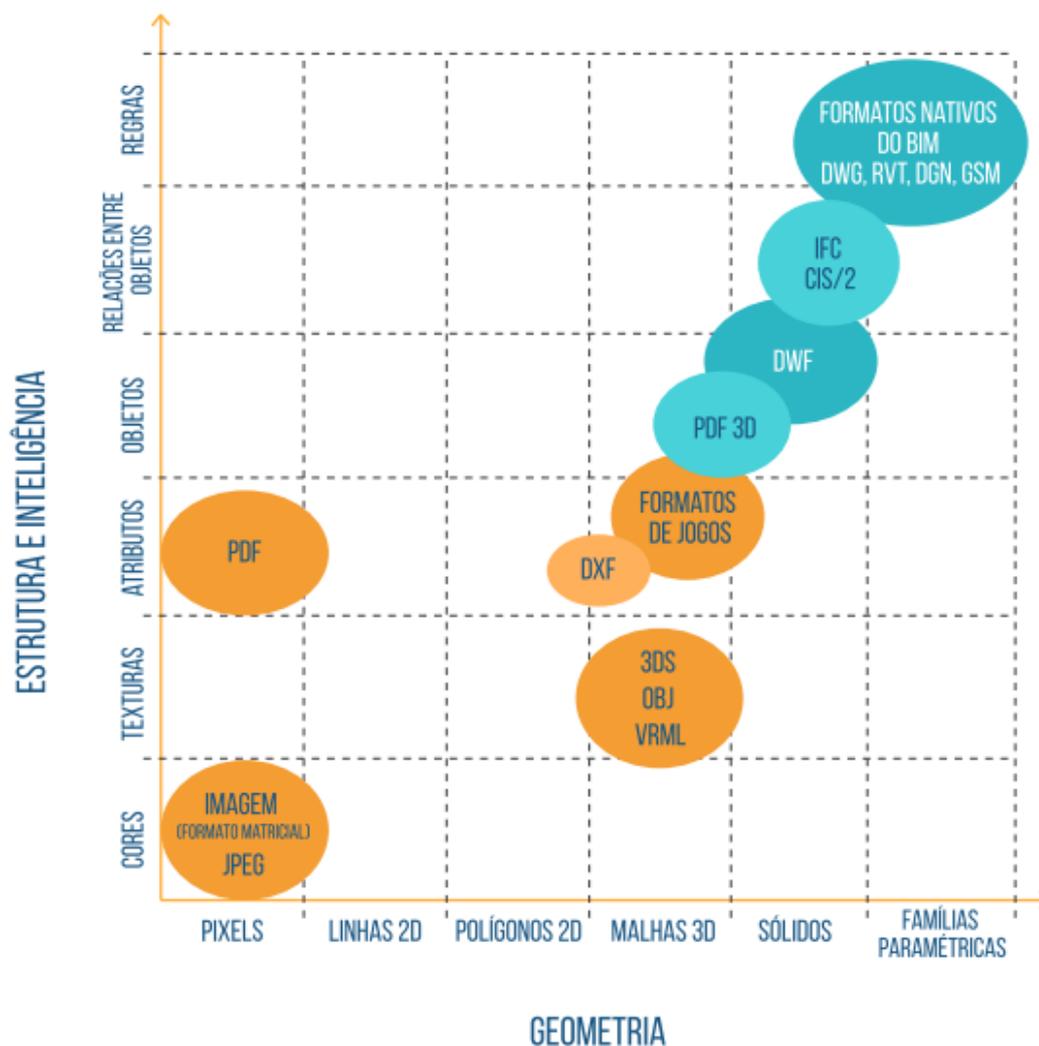
O CIS/2 CIM (*Steel Integration Standard*) é um formato de arquivo criado especificamente para o intercâmbio de dados eletrônicos para informações de projetos estruturais metálicos. O CIS/2 é considerado um dos melhores e mais confiáveis tradutores disponíveis para esse segmento específico.

Outro formato desenvolvido de forma neutra é o IFC - *Industry Foundation Classes*. O IFC é um formato neutro de arquivo de dados importante para descrever, trocar e

compartilhar informações tipicamente utilizadas na indústria da construção civil. Somente os formatos IFC e CIS/2 são formatos públicos e normatizados.

Embora os padrões IFC tenham evoluído significativamente, o seu uso obriga como recurso, para viabilizar a interoperabilidade e alcançar o trabalho colaborativo pleno em BIM, a convivência com algumas restrições importantes. O gráfico apresentado a seguir, faz uma comparação relativa das diferentes capacidades de portabilidade de informações geométricas complexas, conjugadas com os diferentes níveis de complexidade dos dados a serem intercambiados.

Figura 9: Comparação Relativa da Capacidade de Portabilidade de Diferentes Formatos de Arquivo, Considerando a Complexidade da Geometria e da Estruturação das Informações.



Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

Troca de dados através de interfaces entre programas (API)

Uma API (*Application Programming Interface*) pode ser definida como um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para a utilização de suas funcionalidades por aplicativos que não pretendem se envolver em detalhes da implementação do software, mas apenas usar seus serviços. Normalmente esse método é mais apropriado para compartilhar dados.

Troca de dados através de arquivos físicos com modelos separados

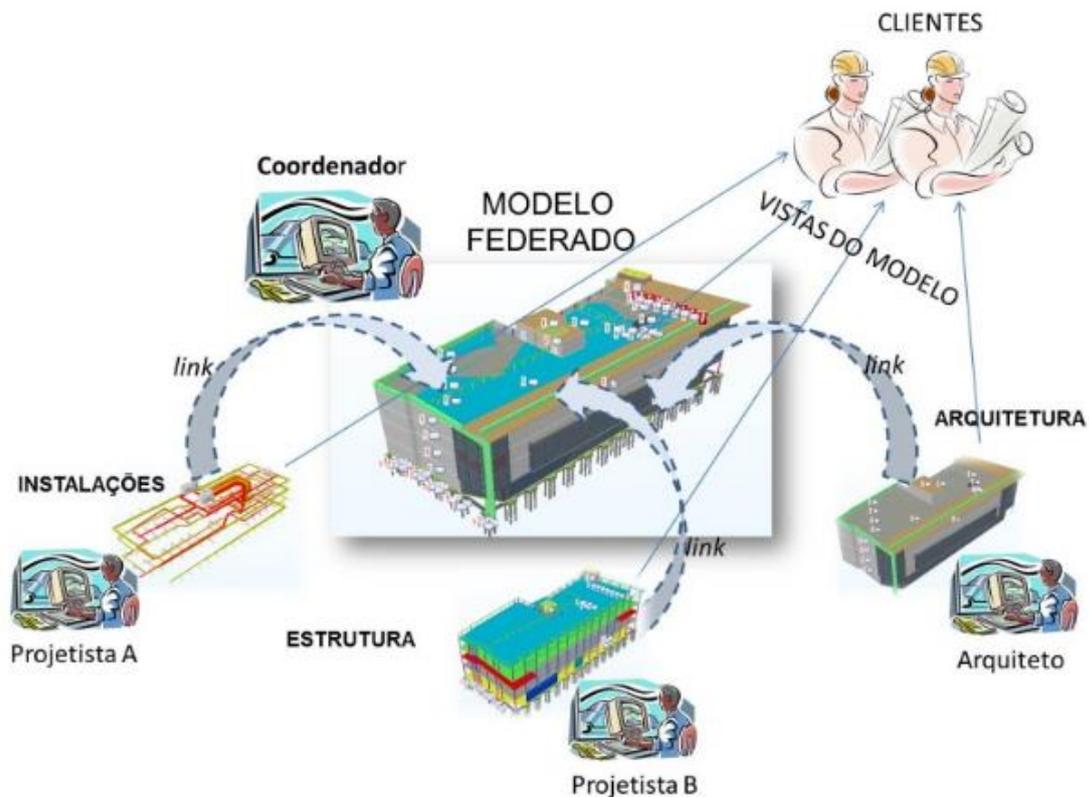
A troca por arquivos físicos se dá pela simples transferência do arquivo gerado pelo software de modelagem por meio de DVD, *intranets*, *extranets*, entre outros.

Troca de dados através de modelos federados

Modelo Federado não consiste em um sistema de modelos que permite aos usuários trabalharem de forma colaborativa através de modelos distintos ligados logicamente por links. Isso significa que será parte de um único banco de dados, porém separados em diversas partes (tantas quanto forem necessárias) ligados entre si.

A Figura 10 ilustra o esquema de um modelo federado.

Figura 10: Modelo Federado.



Fonte: Reproduzido de (MANZIONE, 2013).

Troca de dados através de servidores de modelos

Servidores de modelos é um conjunto de banco de dados que funciona como repositório de informação permitindo que outras aplicações possam atualizar seus modelos. Esses servidores têm o objetivo de possibilitar a comunicação e a colaboração entre as aplicações envolvidas no ciclo de vida do empreendimento, podendo ser ferramentas de projeto, análise, gestão de *facilities*, entre outras. Também podem ser interligadas com sistemas de gerenciamento de documentos e outras aplicações web, como bibliotecas de produtos.

Os servidores de modelo podem ser classificados como:

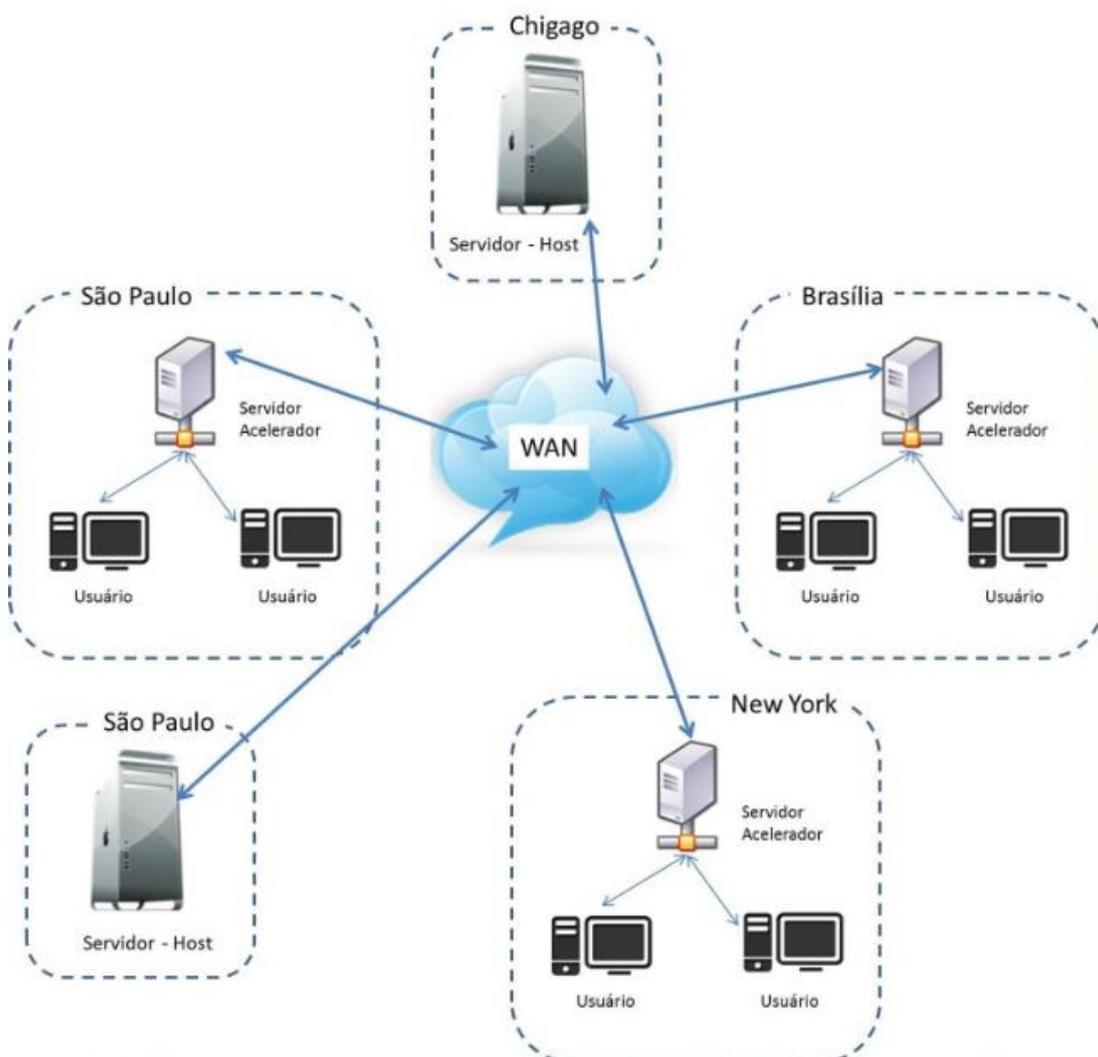
Servidores para formatos proprietários

Servidores que trabalham no formato referente proprietário correspondente a empresa e aos softwares que ele foi desenvolvido, é o caso do Revit Server da Autodesk, que pode ser utilizado para integrar modelos na nuvem de arquivos do

Revit (arquitetura, estruturas e instalações) e funciona como modelo central que pode ser atualizado e sincronizado em tempo real.

O esquema do Revit Server consiste: em um Servidor Central (*host*), onde é hospedado o modelo central dentro da WAN; em um Servidor Local ou Acelerador, onde é criada uma cópia local do modelo central que irá sincronizar com o Servidor Central; e um Revit Server "*addon*", que é um aplicativo que faz a conexão entre o Revit e o servidor.

Figura 11: Esquema de funcionamento do Servidor de Modelos Revit Server Autodesk.



Fonte: Reproduzido de (MANZIONE, 2013).

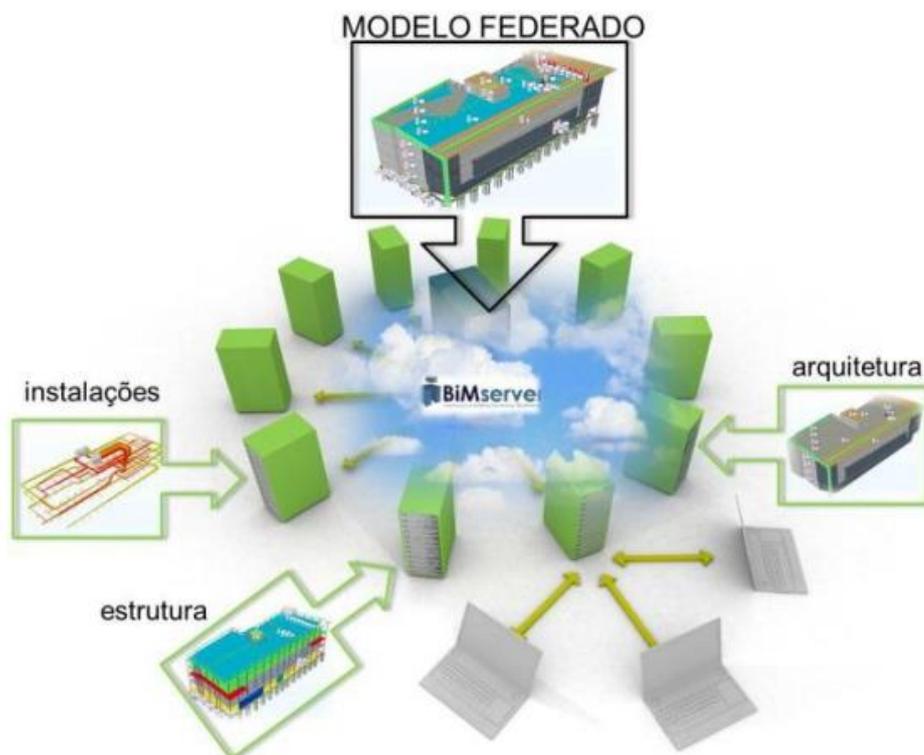
Servidores para formatos abertos e não proprietários

Nesses Servidores são carregados diferentes instâncias do modelo IFC, que ficam armazenados e a fusão somente ocorrem mediante a solicitação do usuário, que podem escolher quais as combinações e versões que desejam combinar. Esse tipo de servidor exige que sejam convertidos os modelos do formato nativo para IFC. O mesmo ocorre para o procedimento oposto, onde os arquivos IFC são convertidos ao formato nativo para uso.

Há mecanismos de fusão de objetos duplicados e controle de versionamento, onde é possível verificar apenas os elementos que foram modificados ou incluídos. Essa interoperabilidade proporcionada pela linguagem IFC torna possível a troca de informação entre os agentes sejam feitas de modo simultâneo com utilização de um modelo central. Essa possibilidade de projetos simultâneos exige gerenciamento de específico da edição de permissões e de versões de modelos e objetos.

Alguns exemplos desse tipo de servidor que são o BIM Server e o EDM Server, ambos servidores IFC e possuem a funcionalidade de importação e exportação em IFC, ifcXML, ifcZIP; controle das versões de IFC; notificações de alterações; criação de modelos georeferenciados; fusão parcial ou total dos modelos; controle de revisões; comparação de versões; filtragem permitindo a escolha de objetos específicos; e detecção de interferências (clashchecking).

Figura 12: Esquema de funcionamento do Servidor de Modelos BIM Server.



Fonte: Reproduzido de (MANZIONE, 2013).

Para trabalhar, em projetos complexos, de forma colaborativa remotamente, as equipes envolvidas necessitam de uma assistência ativa na coordenação de seus esforços. Portanto esses servidores da Web necessitam, além de servirem como repositórios, disponibilizar aos usuários meios para que existam diálogos ativos, e assim possam desenvolver coordenações de projeto que envolva a tradução de terminologia entre disciplinas, localização / fornecimento de serviços de análise genérica, serviços de prototipagem e gerenciamento de projetos (MANZIONE, ABAURRE e MELHADO, 2011).

A gestão do processo de projeto ainda é praticada de forma simplista, muitas vezes suas atividades ordenadas de forma sequencial e com pouca integração entre os agentes envolvidos no processo.

O processo de projeto tradicional da indústria da construção divide-se em: Idealização do Produto, Concepção Inicial, Análise de Viabilidade, Análise dos

Processos, Formalização do Produto, Detalhamento de Produto e Processo e o Planejamento (DURANTE, MENDES JR., *et al.*, 2015).

(GUALBERTO, 2011), descreve o modelo de processo subdividindo-os em cinco novos conjuntos de processos (sub processos), que atuam em cada fase do ciclo de vida do empreendimento. Segue uma breve descrição de cada um dos sub processos:

- **Processo de iniciação:** demarca o início do projeto e assegura o comprometimento dos envolvidos com sua execução;
- **Processo de planejamento:** deve garantir o planejamento e a manutenção do trabalho para que os objetivos do projeto sejam atingidos;
- **Processo de execução:** deve coordenar os envolvidos no projeto e outros recursos para que o plano de projeto estabelecido seja alcançado;
- **Processo de controle:** monitora e avalia o progresso do projeto e estabelece a tomada de ações corretivas quando necessárias, para que os objetivos do projeto sejam atingidos;
- **Processo de encerramento:** formaliza o aceite técnico do projeto e seu fechamento de forma organizada.

Diante dessa ótica as reuniões de projeto assumem particular importância, pois é através dela que a colaboração é colocada em prática e qualquer que seja a tecnologia ou processo de trabalho adotado é um traço cultural dos profissionais do setor da construção, o uso de uma porção significativa do tempo de trabalho em reuniões (SOUZA, 2016). Além de colocar o coordenador de projetos (coordenador BIM) como o principal facilitador do processo por promover atividades como: gestão do conhecimento, análise de riscos, seleção de alternativas de projetos, análise de custos, planejamento e controle, processos de contratação, gestão do escopo de projeto, integração dos diversos intervenientes, compatibilização, gestão da qualidade, ajudando-os para selecionar os fluxos de trabalho de colaboração, padrões de entrega e protocolos de comunicação e gestão da comunicação, sendo todo o processo norteado pelo planejamento estratégico da empresa e/ou do empreendimento.

Em (MANZIONE, ABAURRE e MELHADO, 2011) os autores descrevem uma metodologia de gestão planejada para gerir o fluxo de informação de modo integrado, aproveitando a tecnologia BIM e utilizando diversas metodologias de planejamento e gestão.

Essa metodologia, descrita pelos autores, denomina-se B.I.M.M. (*BIM Integrated Management Model*), e está estruturada em quatro *loops* principais: Loop de Modelagem do Processo, Loop de Planejamento, Loop de controle e Loop de edição da modelagem.

Loop de Modelagem do Processo: Organiza o processo de projeto em função das precedências entre as atividades a partir do fluxo da informação através de uma ferramenta chamada DSM (*Design Structure Matrix*) e combinando com o BPMN para otimizar o processo.

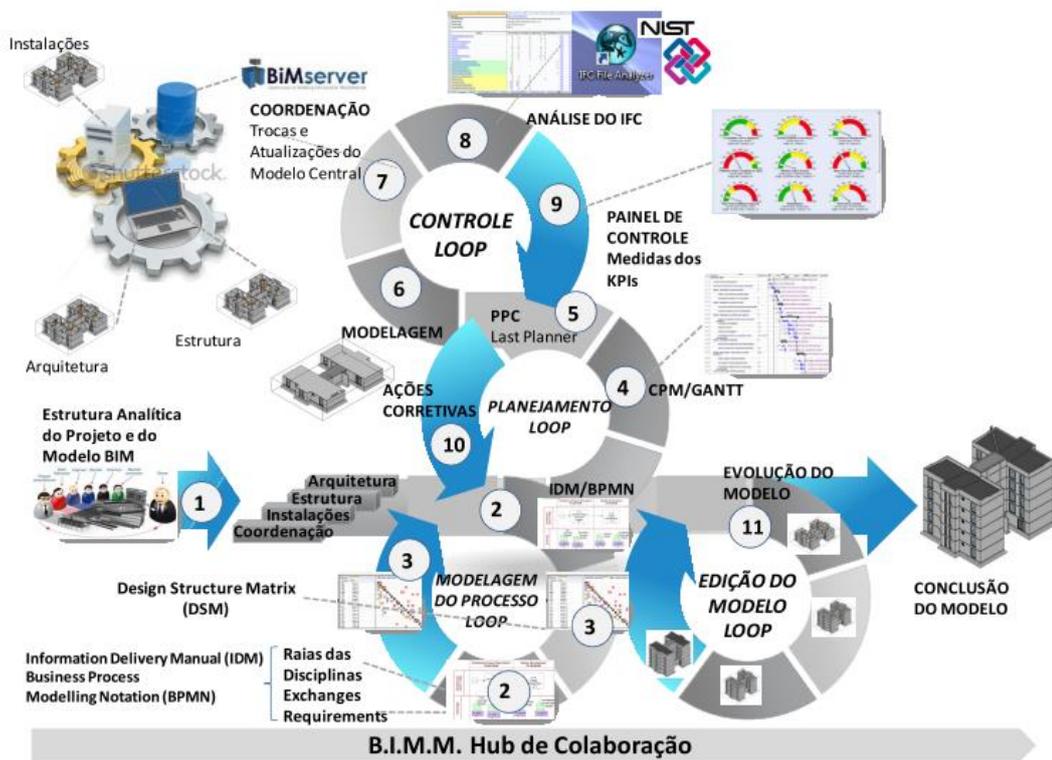
Loop de Planejamento: Nesse loop são utilizados a DSM e o Pert CPM (*Critical Path Method*) onde são definidas as principais metas do projeto, o macro planejamento. Logo em seguida, nos ciclos de planejamento, são verificados o detalhamento das fases e suas atividades. Para a otimização do mapeamento do projeto podem ser utilizadas a DSM junto com a IDM e preparar os cronogramas de cada uma das fases.

Neste nível de resolução, pode ser utilizado os ciclos de controle para monitorar as transferências de informação.

Loop de Controle: Nesse loop de controle avalia-se o conteúdo dos modelos IFC para medir a eficiência do projeto através de indicadores chave-KPIs. Os autores indicam o BIMserver como repositórios de modelos IFC e o IFC *analyzer* pra os KPIs e em seguida gera um quadro de controle para os indicadores.

Loop de Modelagem: Nesse loop se faz a modelagem que ocorre através do processo e progride conforme a evolução do projeto. O Loop de Planejamento e o Loop de Controle retroalimentam o loop de modelagem.

Figura 13: Modelo de Gerenciamento Integrado em BIM.



Fonte: Reproduzido de (MANZIONE, ABAURRE e MELHADO, 2011).

A quebra de paradigmas e a mudança de hábitos causados por esses modelos, não são muito bem aceitas pela indústria da construção. As empresas temem perder produtividade ao implantar essas soluções e esperam que a tecnologia e as metodologias estejam melhores estabelecidas para inseri-las em seus projetos (MANZIONE, ABAURRE e MELHADO, 2011).

(GUALBERTO, 2011), descreve os benefícios e a importância que a modelagem do processo do projeto:

- A implementação de melhorias através da análise e planejamento;
- A visão global do processo por todos os agentes envolvidos e a identificação de seus papéis e responsabilidades, facilitando o intercâmbio de informações;
- A redução do tempo dos projetos, pela definição clara das atividades e das relações de precedências.

2.4 Contratação (IPD)

Uma etapa importante que poderá influenciar no sucesso da gestão do empreendimento é o sistema de contratação, pois nele serão definidos as relações contratuais e funcionais dos participantes. Caso seja escolhido de forma não apropriada poderá impactar negativamente nos resultados como: acréscimos de custo e prazo, reivindicações e disputas, além de perda na qualidade (ABAURRE, 2014).

A autora salienta que para escolher corretamente a modalidade contratual é importante considerar características do empreendimento como: que tipo de edifício, alocação de risco, complexidade e tamanho do empreendimento, prazos para o projeto e construção, realização de concorrências, seleção das equipes e flexibilidade do escopo de trabalho.

(CATELANI, 2016), ilustra seis fatores críticos que colaboram para o insucesso e sobre custos na construção civil no âmbito contratual:

- Super competição na fase de apresentação de propostas;
- Pequeno prazo para a preparação de propostas pela construtora;
- Baixa valorização e falta de foco no desenvolvimento da engenharia;
- Não compartilhamento das ferramentas de planejamento e gestão de projeto por parte dos envolvidos;
- Conflitos entre as equipes de execução das obras e de planejamento e controle (gerentes e diretores de projeto);
- Detecção tardia de interferências e problemas, o que dificulta a proposição de soluções conjuntas.

Segundo (ILOZOR e KELLY, 2012), a natureza fragmentada e às vezes adversária da indústria da construção civil, em seus contratos, tem funcionado como um grande obstáculo para plena realização das vantagens da utilização do BIM. Sem uma liderança forte e direcionada, o processo de colaboração BIM será apenas uma simples troca de informação em vez de solucionar problemas significativos de modo otimizado.

A evolução técnica e gerencial, causados por empreendimentos cada vez mais complexo, exige novas formas de contrato e de organização ao redor do mundo. Sistemas contratuais estão sendo desenvolvidos para permitir maior eficiência e eficácia da construção, proporcionando um ambiente mais favorável nas relações entre projetistas, construtores e clientes (SILVA, 2014). Porém, para assegurar que essas medidas serão implantadas é necessário planejamento, que deve ser feito antes da assinatura do contrato, em paralelo com a análise do risco de execução do projeto que se deseja contratar.

A tecnologia BIM possibilita trabalhos colaborativos com um alto envolvimento de diversos agentes, porém exigirá, para se chegar nessa funcionalidade, um elevado grau de maturidade que, além de mudanças nas práticas de trabalho, deverão requerer mudanças nas relações contratuais.

Essas mudanças contratuais tratam-se de vínculos contratuais que estabelecem obrigações recíprocas entre as empresas de projeto (fornecedores) e o promotor (cliente), formando parceria permitindo melhorias contínuas, como planejamento estratégico visando à ampliação da eficiência do empreendimento de grandes obras (FABRICIO, 2002).

Segundo (SUCCAR, 2009), o estágio final caracteriza-se pela fase do IPD, onde as relações contratuais são alteradas para estabelecer a colaboração efetiva dos trabalhos de todos os agentes envolvidos.

2.4.1 Contratos Tradicionais

Os contratos tradicionais ou transacionais são estruturados apenas com o foco na entrega do produto final e estabelecem cláusulas para transferir os riscos aos participantes, pois não conseguem estabelecer todos os riscos durante o processo.

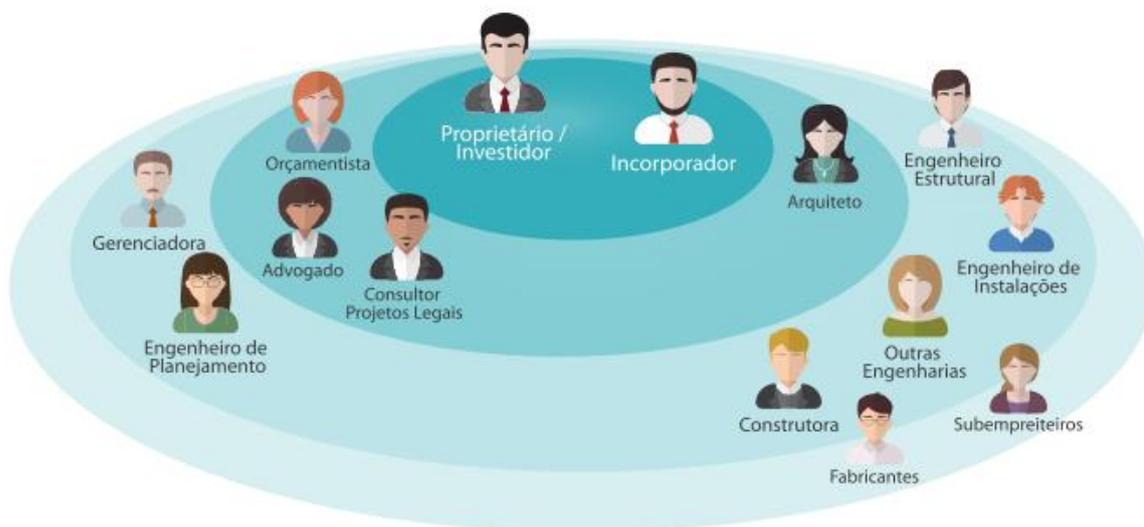
Os projetos tradicionais podem ser divididos em:

Modalidade DBB (*Design-Bid-Build*)

O contrato DBB é o modelo mais praticado para empreendimentos de grande porte. Nessa prática o proprietário, ou investidor (cliente), busca um parceiro incorporador e uma empresa projetista. Os contratos são feitos separadamente de forma que cada um se comprometa com suas próprias atividades não tendo responsabilidade pelo todo da obra. Fica a cargo do cliente a conclusão, operação e manutenção do empreendimento (ABAURRE, 2014).

Nessa modalidade o projeto e obra ocorrem de modo sequencial e cada disciplina desenvolve seu projeto, ficando a cargo do arquiteto compatibilizá-los. Além dessa fragmentação do projeto, a desvincularização entre os projetistas geram diversos conflitos.

Figura 14: Modelo de Contrato DBB.



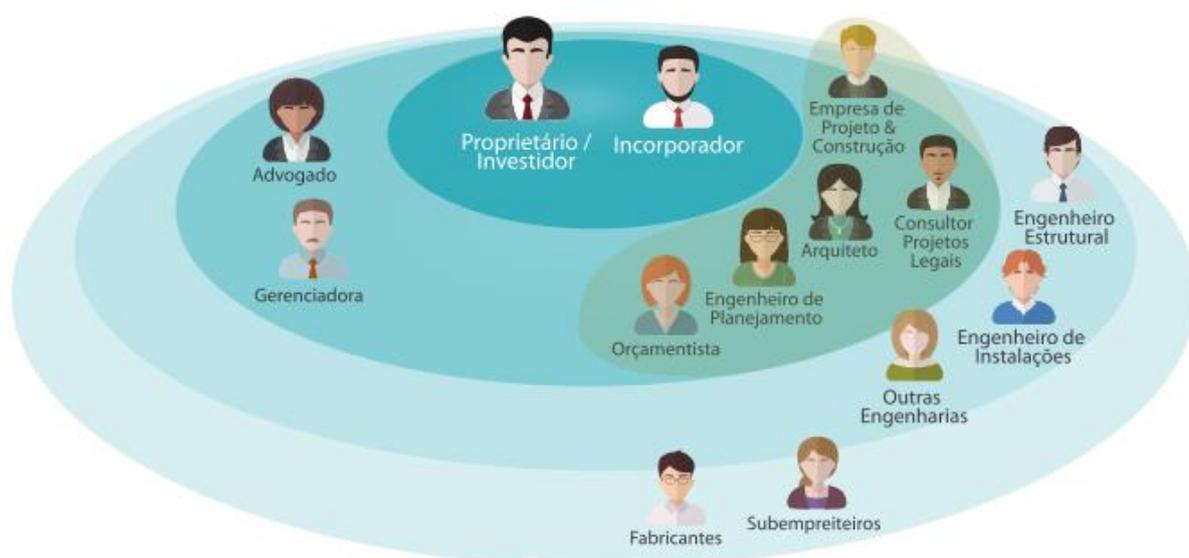
Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

Modalidade DB (*Design-Build*)

O DB ou EPC (*Engineering-Procurement-Construction*), é caracterizado pelo o proprietário, ou investidor (cliente), que contrata uma construtora-projetista, e por etapas de projeto e construção simultânea (ABAURRE, 2014).

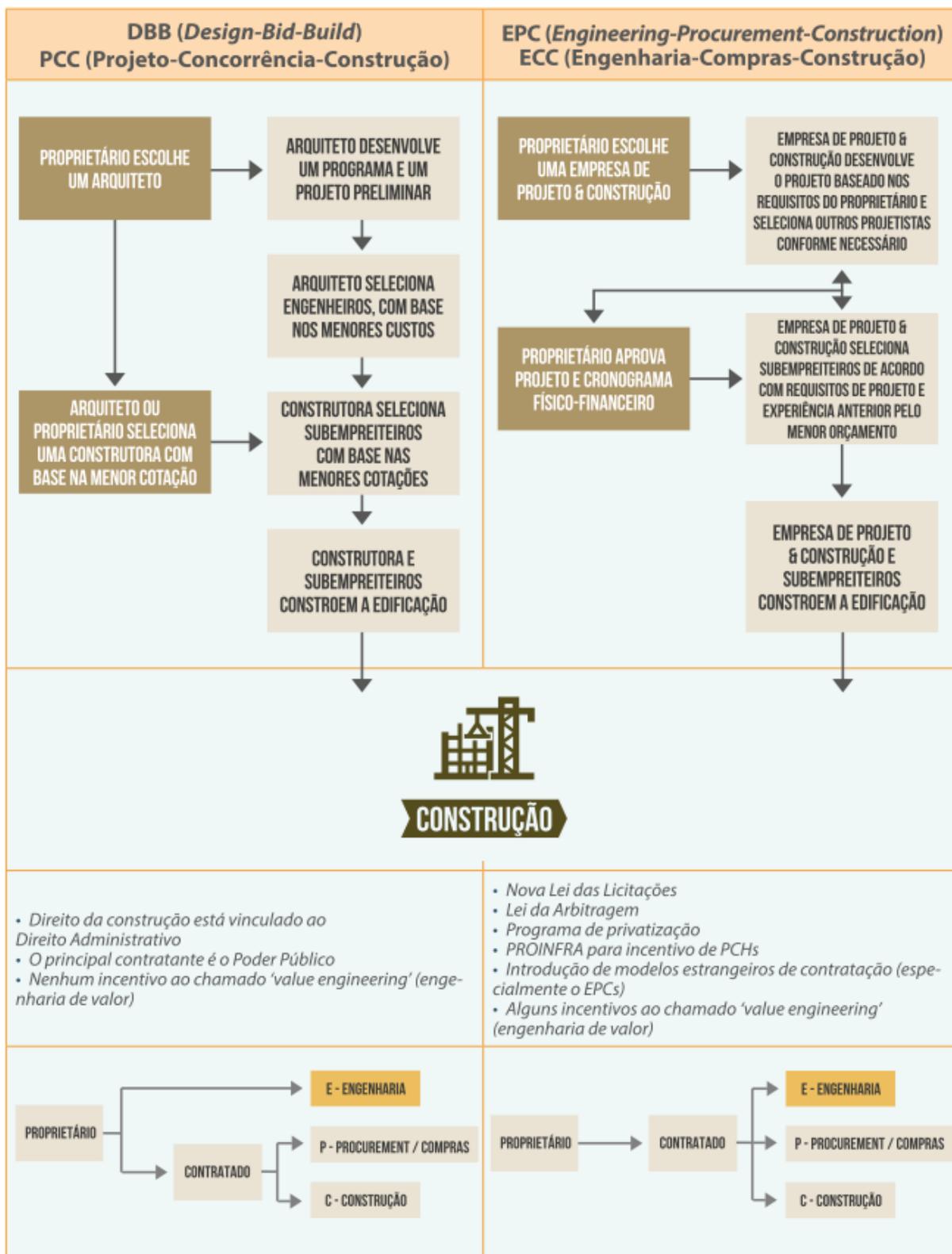
A construtora tem responsabilidade de desenvolver o projeto, que pode produzi-los internamente ou montar uma equipe com empresas parceiras de projeto. Desta forma a responsabilidade de cumprimento do contrato e entrega da obra é da construtora e a projetista fica refém das solicitações feitas pela construtora.

Figura 15: Modelo de Contrato DB.



Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

Figura 16: Ilustração DBB x DB (EPC).



Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

2.4.2 Contratos Integrados

Segundo (DURANTE, MENDES JR., *et al.*, 2015), o IPD (*Integrated Project Delivery*) é um dos modelos organizacional de contrato que corrobora com a gestão integrada proporcionada pelo processo BIM.

Os contratos IPD são conhecidos como contratos "relacionais" porque dão consideração ao processo e não somente ao produto final. Quando há intenção das partes em trabalharem futuramente juntos, há uma aproximação e gerenciamento de suas transações já com o propósito de atuação em conjunto (GHASSEMI e BECERIK-GERBER, 2011).

A seguir serão descritos alguns dos modelos de contratos relacionais:

Modalidade Aliança de Projetos (PA)

A modalidade Aliança de Projetos tem como conceito colaboração e compartilhamento dos lucros e prejuízos. Tratam, contratualmente, de transparência na contabilidade do empreendimento, compartilham riscos (inclusive os imprevisíveis), estabelecem custo alvo (com participação de todos os membros), adotam políticas para seleção dos participantes em função da qualidade de seu trabalho e comprometimento. O custo final é comparado ao custo alvo e, tanto resultado sendo negativo ou positivo, o valor é dividido entre os participantes (ABAURRE, 2014).

A autora ainda descreve as diretrizes mais comuns em projetos que utilizam a Aliança de Projetos em seu desenvolvimento, tais como:

- Ênfase primária nos resultados do negócio em que todas as partes ganham ou todas as partes perdem;
- Responsabilidade coletiva pelo desempenho e distribuição proporcional de riscos e recompensas;
- Relação igualitária entre as partes em que todas têm o mesmo poder de voz;
- Decisões devem ter em vista o melhor resultado para o projeto;

- Clareza nas responsabilidades de cada um dentro de uma cultura de isenção de culpa;
- Abertura e disponibilização completa dos recursos, habilidades e especialidades de todas as partes;
- Todas as transações são completamente transparentes;
- Incentivo a inovação com o compromisso de alcançar resultados melhores do que os previstos;
- Comunicação aberta e honesta, sem omissões de informações ou intenções;
- Suporte incondicional dos membros de alta hierarquia dentro de todas as organizações e empresas participantes.

Modalidade IPD (*Integrated Project Delivery*)

O IPD, ou Projeto Integrado, assim como à Aliança de Projetos, baseiam-se em incentivar a transparência, a comunicação aberta, a honestidade e a colaboração entre os envolvidos estabelecendo mecanismos de compartilhamento de riscos, decisões e recompensas. A confiança é introduzida através de relacionamentos e compromissos e, quando há confiança, os indivíduos aceitam os riscos, pois sabem que todos possuem intenções mutuamente positiva (GHASSEMI e BECERIK-GERBER, 2011).

O modelo IPD foi desenvolvido pela AIA (*American Institute of Architects*) e pelo Conselho Nacional da Califórnia do AIA em 2007, elas publicaram o *IPD Guide*, com o objetivo de orientar contratantes, construtoras e profissionais de projeto para implementarem modelos de contrato integrado visando à melhoria de seus processos de projeto, construção e operação (ABAURRE, 2014).

Esse guia IPD, segundo (CATELANI, 2016), estabelece princípios como:

- Respeito e confiança mútua entre todos os participantes do empreendimento em um processo multilateral;
- Compartilhamento da remuneração e dos benefícios apenas após a conclusão e a entrega do empreendimento, com a contabilização de todos os custos realmente incorridos;

- Esforços conjuntos e colaborativos para o desenvolvimento e uso de inovações, com a utilização de um processo compartilhado de tomada de decisões;
- Envolvimento antecipado dos principais participantes do empreendimento;
- Um exercício intenso, focado e exaustivo de planejamento;
- Um processo de comunicação direto e aberto;
- A utilização de tecnologias apropriadas para suportar os principais processos de trabalho;
- A definição de um tipo específico de organização e liderança.

O autor ainda ressalta que "será imprescindível e inevitável a participação de advogados experientes e especializados para a definição de modelos contratuais, que, no Brasil, ainda são inéditos."

A figura a seguir demonstra algumas das principais diferenças entre a modalidade IPD e os processos de contratos tradicionais de execução de projetos.

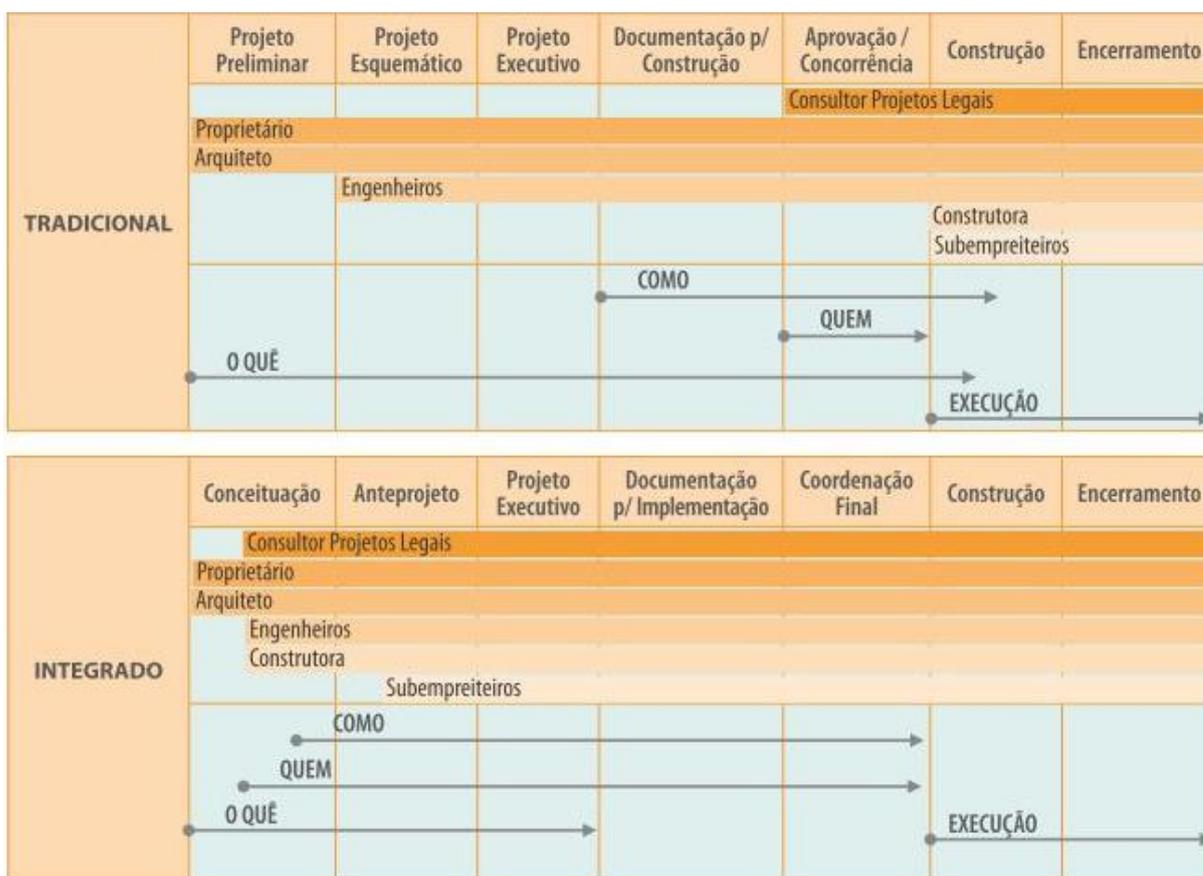
Figura 17: Principais Aspectos entre o Modelo Tradicional e o IPD.

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

Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

O modelo promove uma integração de pessoas, sistemas, estruturas de negócio e práticas colaborativas no processo de forma a aproveitar talentos dos participantes e aperfeiçoar resultados. Os projetos integrados são distinguidos unicamente pela colaboração altamente eficaz entre o proprietário, equipe projetista multidisciplinar e construtora de forma a adiantar a integração e soluções às etapas iniciais do processo (SUCCAR, 2009). A Figura a seguir ilustra essa participação precoce dos envolvidos.

Figura 18: Comparação entre Processos Tradicionais e IPD.



Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

(CATELANI, 2016), evidencia a resistência cultural que esse modelo irá causar, não apenas na comunidade técnica, mas também na comunidade jurídica. Para vencer essas forças inerciais, dentre outras ações, seria recomendável:

- A difusão de conhecimento nos Tribunais de Contas (União, estados e municípios);
- O envolvimento da comunidade acadêmica;
- A promoção da plataforma BIM e a difusão de conhecimentos nos órgãos governamentais e bancos públicos, em especial o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES);
- O envolvimento de entidades multilaterais (formadores de opinião);
- Talvez seja necessária até mesmo a criação de uma estrutura legal específica.

(MANZIONE, 2013), argumenta que, para a viabilização do IPD no Brasil, são necessárias mudanças na lei e na cultura.

3. ESTUDO DE CASO

Com o propósito de apresentar respostas para questões do tipo “como” e “por que”, estratégia preferida por pesquisadores que utilizam estudo de caso segundo (YIN, 2001), utilizou-se, no presente trabalho, de informações colhidas das etapas de implantação do BIM em uma empresa projetista de engenharia.

3.1 Caracterização da Empresa

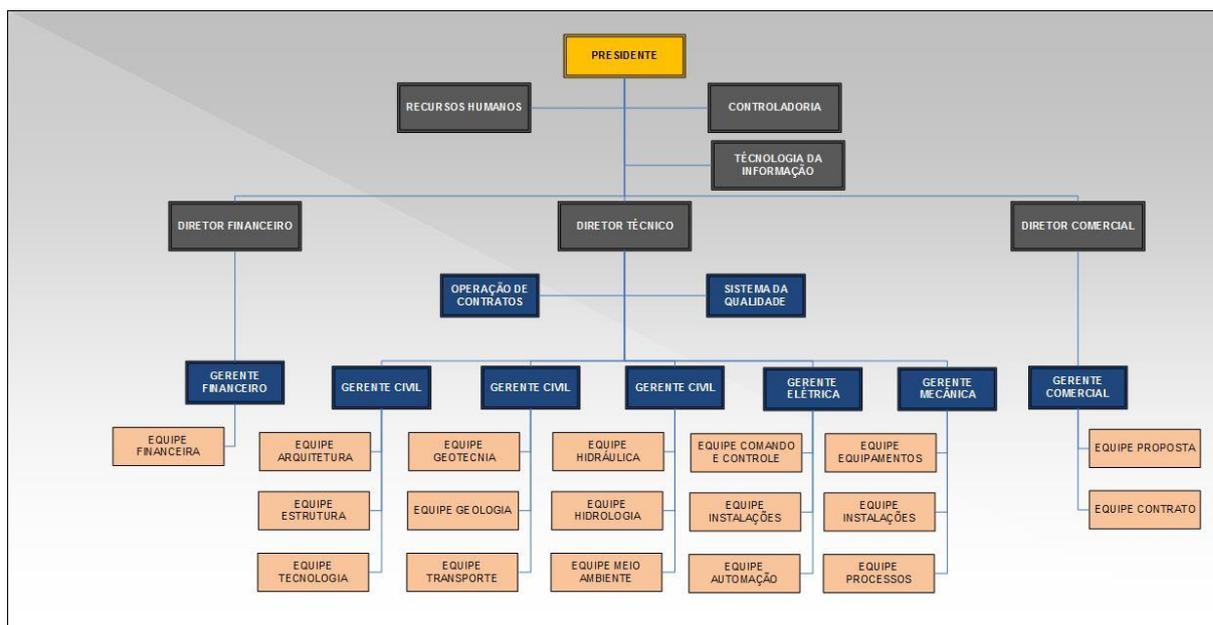
Trata-se de uma empresa de engenharia consultiva, com mais de 50 anos no mercado, com sede em São Paulo e filiais no Rio de Janeiro e Brasília.

Atua principalmente na área de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, porém também possui forte representação nas áreas de transportes, planejamento urbano, saneamento básico, meio ambiente, irrigação, mineração, projetos industriais, automação, prospecção de petróleo e fontes alternativas de energia com projetos nacionais e no exterior.

Além disso, oferece serviços de estudo de viabilidade, projeto básico, projeto executivo, gerenciamento de projeto, supervisão e fiscalização de obra, análise e controle de auscultação, entre outros.

Atualmente, conta com cerca de 200 colaboradores, em função do momento econômico do país, entretanto, já operou com cerca de 3 mil funcionários no ápice histórico de atuação. Por ser uma empresa tradicional no mercado, com extensa bagagem técnica, possui especialistas de alto nível de conhecimento e experiência, espalhados nas áreas de estrutura, geotecnia, geologia, mecânica, hidráulica, elétrica, área administrativa, tecnologia da informação, planejamento, coordenadores de projetos, dentre outras especialidades distribuídas conforme organograma apresentado na Figura19.

Figura 19: Organograma da Empresa.



Fonte: Autor.

A empresa é estruturada seguindo padrões da Qualidade do Selo ISO 9000, para isso foi criada uma plataforma onde informações e procedimentos são armazenados e cada usuário pode consultá-los em função de suas atividades na empresa. Além disso, a plataforma permite registrar ocorrências e não conformidade para ajudar no desenvolvimento do projeto em suas tomadas de decisão e/ou retroalimentação para futuros projetos.

Para contextualizar o estudo de caso, apresenta-se um panorama dos quatro principais processos desenvolvidos na empresa: **(3.1.1)** Gestão de Projetos; **(3.1.2)** Gestão do conhecimento; **(3.1.3)** Gestão de Contratos e **(3.1.4)** Gestão de equipe interna e terceirizada.

3.1.1 Gestão de Projetos

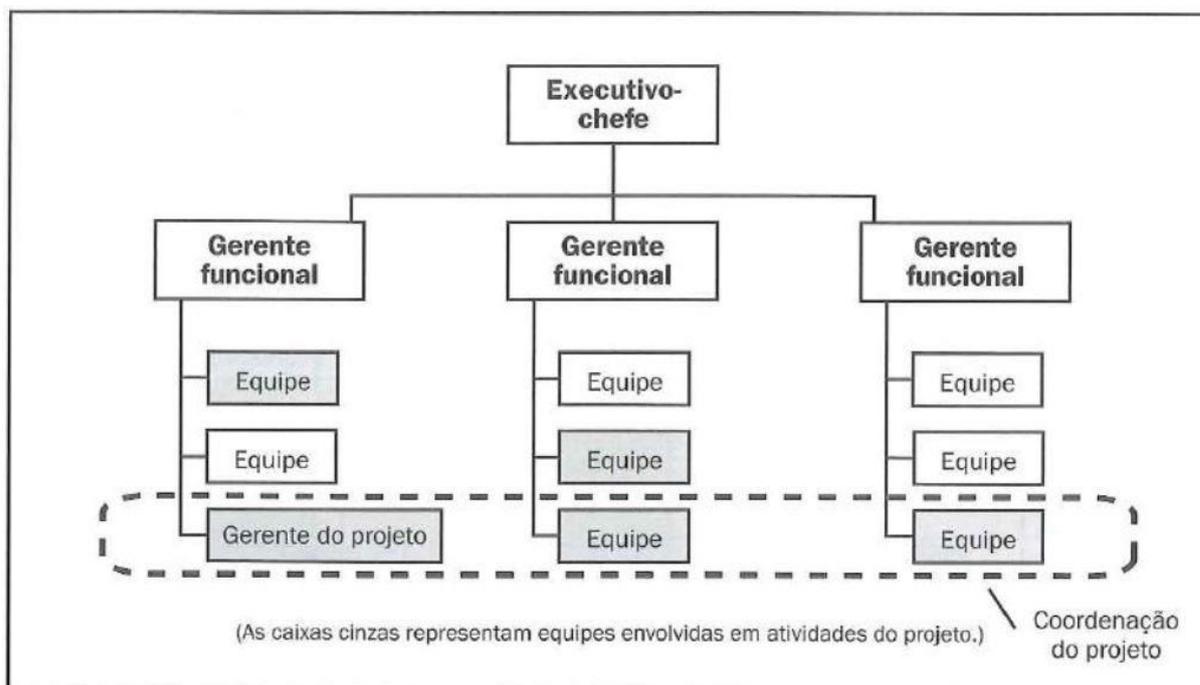
Para cada novo projeto, a Diretoria de Produção elege um Gerente de Contrato. Essa escolha leva em consideração o nível de competência necessário para o desenvolvimento do projeto em questão, além da disponibilidade.

O Gerente de Contrato tem a responsabilidade de coletar, analisar e organizar os dados e informações inerentes ao empreendimento de forma a gerar relatórios de análise crítica e assim estabelecer o escopo, dificuldades e incompatibilidades antes do início do mesmo. Para obter uma análise mais fundamentada, o gerente pode solicitar o apoio de profissionais que representem as áreas de conhecimento e experiência exigidas na análise.

No âmbito do desenvolvimento do projeto, o Gerente de Contrato tem como atividades principais planejar a execução de projetos, dimensionar recursos, determinar prazos de entregas, custos, organizar e mobilizar as equipes, definir os responsáveis e suas atividades, fazer a coordenação e controle técnico e financeiro. Dependendo da complexidade e do porte do projeto, poderá eleger coordenadores técnicos para auxiliá-lo.

A empresa possui uma organização em formato Matricial, veja Figura 20, que caracteriza uma combinação entre as organizações funcionais e *projetizadas*, ou seja, o Gerente atua em tempo integral, mas só tem autoridade considerável dentro do seu contrato.

Figura 20: Estrutura Organizacional de Contrato.



Fonte: Extraído de PMI (2010).

3.1.2 Gestão do Conhecimento

Cabe ao Diretor Técnico proporcionar os recursos e as condições necessárias para treinamentos e capacitação da equipe técnica.

A identificação da necessidade de treinamento é atribuição das Gerencias de cada Área que deverá criar, no começo do ano, uma programação de treinamentos para atender as necessidades de sua área. Caso alguma nova demanda ocorra posteriormente, poderá ser solicitado o acréscimo do evento no programa, desde que justificadas pela Área e aprovadas pela Diretoria.

Já no âmbito de um contrato, a identificação pode partir de qualquer função-chave, mas exige a autorização do Gerente do Contrato. Sempre que peculiaridades do projeto exigir algum conhecimento ou manuseio de softwares específicos, será criado um programa de treinamento, indicando os tópicos a serem abordados, profissionais envolvidos, datas para realização e qualquer informação que possa ser necessária para qualificação do treinamento.

Todo treinamento e capacitação profissional deverão ser registrados e documentados através de preenchimento de uma ficha onde é indicado o responsável pela área, os participantes e o seu conteúdo.

3.1.3 Gestão de Contratos

A etapa de contratação tem grande importância, visto que, é nela que se definem todos os limites e questões que irão estabelecer as regras e condutas no desenvolvimento do projeto.

Apesar da busca por novos negócios ser de responsabilidade da área comercial, a empresa estimula a qualquer funcionário encontrar e informar uma possível oportunidade de captação de clientes/serviços.

A Tabela 4 resume as atividades e seus responsáveis em cada nova oportunidade de novos negócios e a geração da proposta e documentos contratuais.

Tabela 4: Divisão das Responsabilidades.

Função	Descrição
Diretoria Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação da conveniência / interesse na participação • Definição das diretrizes para a elaboração da proposta • Indicação do Coordenador da Proposta, escolhido preferencialmente na área técnica da parte preponderante do objeto da licitação • Aprovação final (técnica e preço)
Coordenação da Proposta	<ul style="list-style-type: none"> • Estimativa de esforço para elaboração da proposta (Hxh e Serviço) • Elaboração da parte técnica da proposta • Preparação dos textos necessários • Preparação da estimativa de recursos para a execução dos serviços (Hxh, Despesas diretas, Subcontratações, etc...) • Elaboração da memória técnica da proposta • Entrega da proposta, junto com representante da Área Comercial • Acompanhamento da licitação
Gerência Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoração das oportunidades comerciais divulgadas nos órgãos oficiais da imprensa (federal, estadual, municipal) e outros • Preparação da documentação necessária, como atestados, acervos técnicos, certidões, currículos, propostas similares anteriores, etc. • Elaboração da parte comercial da proposta e da documentação de habilitação • Elaboração e manutenção da memória comercial da proposta • Entrega da proposta, junto com a Coordenação da Proposta • Arquivamento da proposta • Acompanhamento da licitação
Assessoria Jurídica	<ul style="list-style-type: none"> • Análise e parecer sobre minutas de contrato • Elaboração e apresentação de recursos administrativos ou judiciais

Fonte: Autor.

Por se tratar de uma empresa que possui a maior parte do seu portfólio de obras públicas, os contratos normalmente são feitos por licitações através de editais, também há participações em concorrências em seus mais variados meios, sejam elas particulares, participações público privado, indicações, convites, entre outros.

O processo de contratação ocorre de diversas maneiras, sendo que normalmente as exigências e condições contratuais são definidas pelos clientes. Há procedimentos que estabelecem informações e requisitos mínimos em todo contrato. No final, seja o resultado positivo ou negativo, solicita-se uma reunião entre os envolvidos gerando discussões para produzir um relatório com "lições aprendidas" que são registra das para uso posterior.

3.1.4 Gestão da Equipe Interna e Terceirizada

A gestão de pessoas e as suas funções e responsabilidades tem uma grande importância, pois está diretamente ligada a qualidade, eficiência e desempenho dos serviços prestados aos clientes finais. Portanto, elaborou-se um procedimento para classificar e definir as exigências das funções-chaves para cada contrato.

A definição da quantidade de profissionais em cada função é determinada em decorrência do tipo de projeto e das condições que o contrato exige, tais como: porte, escopo dos serviços, prazos e orçamento. Por se tratar de uma organização matricial, (a não ser quando expressamente exigido em contrato), todas as funções-chaves podem ser exercidas cumulativamente, o que evita que o contrato perca qualidade em função de um determinado profissional chave que esteja envolvido em outro projeto.

Esse procedimento tem como finalidade definir algumas funções chaves, resumir suas atuações e responsabilidades. A Tabela 5 apresenta a matriz de atribuições e responsabilidades das funções-chave.

Tabela 5: Matriz de Atribuições e Responsabilidades.

Atividades / Documentos	Unidades organizacionais						
	Alta Administração	Gerências de Contrato	Gerências de Área		Operação Contratos	Órgão Gestor da Qualidade	
	D	GC	GA	CT	OC	RQ	AQ
Política da qualidade	EL / AP						
Manual da qualidade	EL / AP						
Planos da qualidade		AP/EL	CO	CO	AD	EL	
Coordenação de contrato		EX			PA		
Coordenação técnica			CS	EX			
Planejamento operacional		EX	CO		EX	CO	
Coordenação de recursos		CO	CO		EX		
Controle de doc. técnicos		CO	AP	CO	EX/AD		
Controle de interfaces		CS	CS	EX			
Controle dados entrada		EX	AP	CS/EX			
Verificação de projeto				CS			
Controle de modificação de projeto		CO	CS	EX			
Não-conformidades			CO	AP		CS	
Ações preventivas		CO	CO	EX		CS	
Ações corretivas			CO	EX		CS	
Auditorias da qualidade		PA	PA	PA	PA	CS	EX

Legenda

Ações

AD Arquiva, distribui
AP Aprova
CO Comenta
CS Coordena, supervisiona
EL Elabora
EX Executa
PA Participa

Funções

GA Gerente de Área
D Diretoria
GC Gerente de Contratos
OC Operação de Contratos
RQ Responsável pela função qualidade
CT Coordenador Técnico
AQ Auditor da Qualidade

Fonte: Autor.

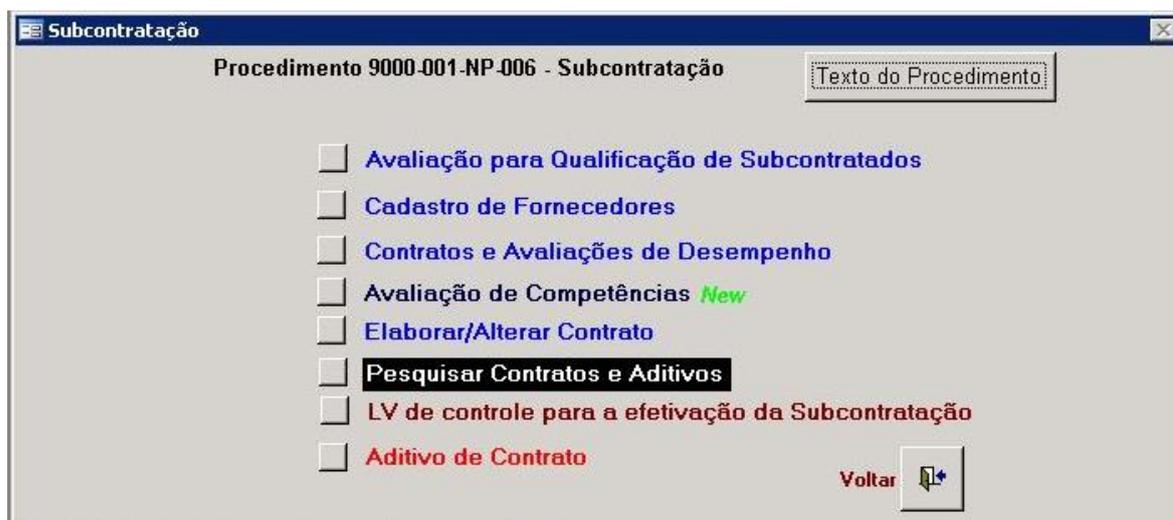
A subcontratação (atividade importante no desenvolvimento do projeto) também possui procedimentos de acompanhamento e controle, visando possibilitar a prestação de serviços especializados sem perder a qualidade e os padrões da empresa.

A empresa, a ser subcontratada, passa por um processo de seleção que visa levantar informações e requisitos mínimos que asseguram o desempenho com qualidade compatível. São levantadas informações do tipo legal, instalações e infraestrutura da empresa, histórico, equipe de profissionais e suas competências, práticas e procedimentos mínimos relativos à qualidade, entre outros.

O Gerente do contrato estabelece os tipos de serviços passíveis de subcontratação e acessa o sistema para verificação das empresas cadastradas e suas avaliações para definir quem será contratado. Cada situação deve ser objeto de análise e consenso das chefias envolvidas (Áreas Técnicas) com a aprovação da Diretoria.

O Coordenador Técnico, especialista na área a ser subcontratada, fica responsável pela verificação e validação dos documentos produzidos. Ao final dos trabalhos a empresa subcontratada é avaliada em função do desempenho. Com base nessa avaliação, registram-se aspectos como cumprimento de prazos, atendimento do escopo, qualidade técnica, apresentação dos trabalhos, agilidade, comunicação e relacionamento, qualificando-a para futuros trabalhos.

Figura 21: Gerenciador de Subcontratação.



Fonte: Autor.

3.2 Implantação 1ª Fase (Estrutura e Arquitetura)

Por se tratar de uma empresa com mais de 50 anos de mercado, é possível afirmar que já passou por diversos processos internos de modernização no modo de desenvolvimento de seus projetos, seja por dificuldades de mercado ou por avanços tecnológicos. Portanto seus profissionais já vivenciaram mudanças como: a

migração da produção em pranchetas e caneta nanquim para enormes computadores com uso do CAD, até chegar aos computadores atuais e suas funcionalidades.

Apesar de todo o histórico de evolução e inovação, até julho de 2012 os processos e conceitos de desenvolvimento de projeto eram totalmente baseado sem ferramentas e conceitos CAD e muito pouco se sabia dos conceitos do processo BIM.

Em meados de 2012, a empresa participou da concorrência para conceber Projeto Executivo de um aeroporto no interior de São Paulo. Por se tratar de um grande empreendimento foi formado um consorcio projetista, dividindo o escopo de projeto entre duas empresas participantes, sendo a empresa fruto desse trabalho participante do projeto e líder de contrato.

Além de o empreendimento ser complexo e de grande porte, o prazo para finalizar o projeto e a construção era extremamente curto.

A partir desse panorama, o grupo formado para análise crítica e viabilidade, junto com o departamento comercial, considerou que para conseguir atender, seria necessário implantar a modelagem 3D e utilizar o projeto básico que havia sido modelado no Revit por uma empresa holandesa.

3.2.1 Caracterização do Projeto

O projeto do Aeroporto fazia parte de um plano de ampliação dividido em cinco etapas, com duração prevista de 30 anos. Nessa primeira etapa, com um investimento total previsto de aproximadamente R\$ 1,4 bilhões de reais, possuía um prazo de 16 meses para construção das seguintes estruturas:

- Terminal de Passageiros: três pavimentos e dois píer(s) de embarque nacional e um internacional - aproximadamente 110.000 m²;
- Pátio de Estacionamento de Aeronaves: área aproximada de 183.000 m²
- Pistas de Taxiamento: em torno de 253.000 m²;
- Edifício Garagem: 140.000 m² de área construída;

- Vias de Comunicação e Circulação rodoviária;
- Além de estruturas menores, como: centros de utilização para abastecimento das necessidades do terminal, canal de drenagem, dentre outras.

O escopo do projeto foi dividido entre as duas empresas conforme a seguinte distribuição:

Tabela 6: Escopo do Projeto (Divisão).

Empresa (Estudo de Caso)	Empresa Parceira
ARQUITETURA	ARQUITETURA
EDIFÍCIO GARAGEM	PÍERS
GATEHOUSES	DRENAGEM
RAMPAS DE ACESSO	LADO AR
VIADUTO	VIADUTO
TERMINAL DE PASSAGEIROS	ELÉTRICA
PAISAGISMO	CUT
COMUNICAÇÃO VISUAL	EDIFÍCIO GARAGEM
CUT	GATEHOUSES
DRENAGEM	RAMPAS DE ACESSO
LADO TERRA	VIADUTO
CANAL	TERMINAL DE PASSAGEIROS
ESTRUTURAS	PÍERS
CUT	PISTAS
CANAL	PÁTIOS
GATEHOUSES	VIAS
RAMPAS DE ACESSO	ESTRUTURAS
VIADUTO	PÍERS
TERMINAL DE PASSAGEIROS	EDIFÍCIO GARAGEM
SISTEMAS ELETÔNICOS	PÁTIO
CUT	HIDRÁULICA/INCÊNDIO
EDIFÍCIO GARAGEM	CUT
GATEHOUSES	EDIFÍCIO GARAGEM
VIADUTO	GATEHOUSES
TERMINAL DE PASSAGEIROS	TERMINAL DE PASSAGEIROS
PÍERS	PÍERS
SISTEMA VIÁRIO	PÁTIO
GEOLOGIA/GEOTECNIA	TAXIWAYS

Fonte: Autor.

O projeto básico foi feito por uma empresa holandesa e entregue em agosto de 2012, dando início aos trabalhos. Nos primeiros dois meses houve uma etapa de

Análise Crítica para definir as necessidades, dificuldades e aspectos construtivos que o projeto apresentaria.

Além da existência das duas projetistas que dividiam o escopo do projeto, esse empreendimento caracterizou-se por contar com diversos agentes envolvidos, sendo que uns já haviam sido definidos inicialmente como: empresa holandesa responsável pelo projeto básico, consórcio construtor (contratante), o grupo que possuía a concessão do aeroporto, fornecedores de equipamentos e serviços. Outros agentes envolvidos foram apresentados no decorrer do projeto, fruto das grandes mudanças de projetos, materiais e/ou equipamentos ou transferência de escopo.

3.2.2 Caracterização da Implantação

A implantação da modelagem se tornou realidade, em consequência de um prazo exíguo e da expectativa de utilização do modelo de projeto básico fornecido pela empresa holandesa. Além de ter sido a oportunidade de inovar o processo de projeto da empresa, com a intenção de se destacar frente a seus concorrentes.

Inicialmente a atuação foi nas áreas de estrutura e arquitetura, por serem áreas de maior volume no escopo do projeto. A empresa nunca havia utilizado a modelagem da informação em seus projetos, portanto, as equipes possuíam praticamente nenhum conhecimento das ferramentas e processos existentes. Por essa razão, iniciou-se o planejamento para estabelecer os meios e recursos necessários para viabilizar a implantação.

Nesse período foi contratada uma empresa especializada em consultoria, implantação, treinamento e comercialização das licenças de produtos *Autodesk*.

A primeira etapa, realizada em outubro de 2012, consistiu no treinamento de quatro engenheiros para o software de cálculo estrutural, seis profissionais para modelagem estrutural e outros seis para modelagem de arquitetura.

Durante o processo, verificou-se também a necessidade de comprar novos equipamentos, já que os softwares exigiam hardwares potentes, e licenças dos softwares que seriam utilizados. Em seguida um consultor acompanhou a equipe no desenvolvimento do projeto do aeroporto criando os elementos necessários apresentando as melhores práticas e estabelecendo o ambiente de rede integrado durante oito meses.

Não havia nenhum acerto contratual prevendo a utilização da modelagem da informação no projeto do aeroporto, não sendo do interesse por parte da construtora e nem da empresa projetista parceira a utilização de seus benefícios. O cliente insistiu que os desenhos deveriam ser entregues em dwg e criticava constantemente a qualidade de apresentação dos projetos, principalmente os de arquitetura, causando muitas revisões, retrabalhos e conseqüentemente atrasos e por fim, resultando no retorno dos projetos de arquitetura em CAD 2D.

A empresa projetista parceira, que ficou responsável pelos projetos de instalações elétricas e hidráulicas, também não utilizou os modelos, sendo as compatibilizações feitas do modo convencional, o que gerou retrabalhos, inconsistências e atrasos nas entregas dos projetos.

Apresenta-se, a seguir, um resumo das principais atividades e dificuldades encontradas na implantação:

Tabela 7: Atividades e Dificuldades na Implantação.

ATIVIDADE	ESTRUTURAS	ARQUITETURA
Número de profissionais treinados em softwares de cálculo estrutural.	4	0
Número de profissionais treinados em softwares de modelagem.	6	6
Compra de equipamento e licenças de softwares?	SIM	SIM
Acompanhamento de consultores no desenvolvimentos de padrões, elementos e configurações do projeto.	SIM	SIM
Qualidade de exportações dos desenhos DWG aceitos pelo cliente?	NÃO	NÃO
Exportações em PDF aceitos como entregas principais?	SIM	NÃO
Compatibilização interna com projetos integrados?	SIM	SIM
Compatibilização externa com projetos integrados?	NÃO	NÃO
Resistência de profissionais internos à utilização das ferramentas?	SIM	SIM

Fonte: Autor.

Seguindo os critérios propostos por (SUCCAR, 2010), temos:

Conjunto de Competências de Tecnologias:

- Criação de modelos 3D com o intuito de gerar representações precisas em 2D, porém não houve monitoramento dos modelos por parte dos gestores e não houve definições suficientes para o uso, o armazenamento e a troca de dados;
- Foram disponibilizados equipamentos adequados aos serviços BIM e sua compra encarada como item imprescindível para atender as necessidades dos softwares;
- O ambiente de rede, apesar de já haver regras internas de compartilhamentos de dados, foi estabelecido através da criação de pastas provisórias para a

utilização dos usuários envolvidos na modelagem. A falta de organização dos modelos e arquivos armazenados nessas pastas gerou dificuldades para localização da informação.

Conjunto de Competências de Processos:

O conjunto de processos foi pouco desenvolvido. O ambiente de trabalho não foi reconhecido como fator motivador, os processos de projetos eram definidos de forma inconsistente, não houve definição do detalhamento dos modelos e os gestores possuíam visões variadas a respeito do BIM e da sua implantação.

Conjunto de Competências de Políticas:

Já para o conjunto de políticas, treinamentos foram disponibilizados para profissionais específicos do BIM, mas sem estabelecer padrões e diretrizes para o controle de qualidade da modelagem. Os contratos seguiam os moldes convencionais de contratação.

Figura 22: Ilustração dos Modelos do Aeroporto (Arquitetura e Estrutura).

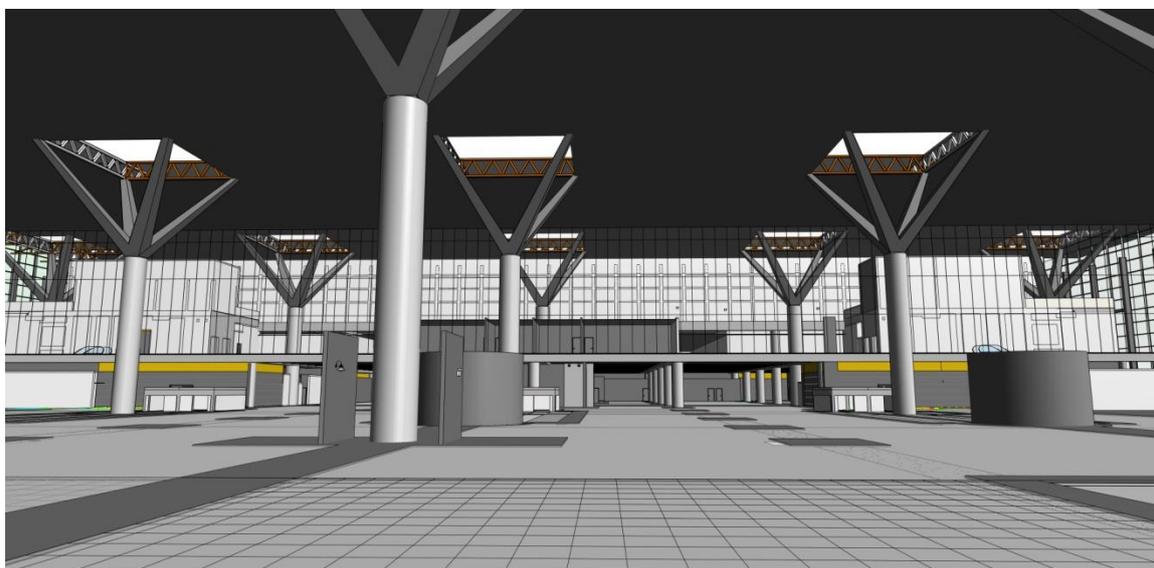
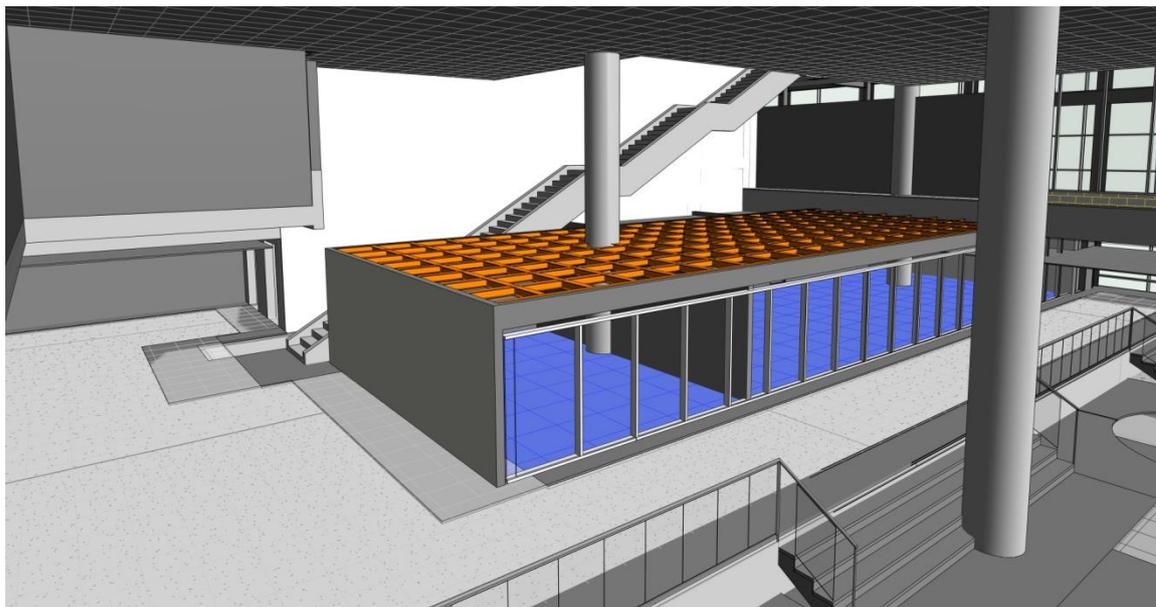


Figura 23: Ilustração dos Modelos do Aeroporto (Arquitetura e Estrutura).



3.3 Implantação 2ª Fase (Instalações)

Ao final do projeto do Aeroporto e, conseqüentemente, o fim do período de acompanhamento do consultor de modelagem nas áreas de arquitetura e estrutura, iniciou-se a segunda fase de implantação, com o intuito de: inserir as áreas de instalações elétricas, mecânica e hidráulica no processo, a fim de agregar valor aos projetos possibilitando trabalhos multidisciplinares integrados internamente.

3.3.1 Caracterização do Projeto

Para criar condições de desenvolvimento mais favoráveis, foram escolhidos projetos "pilotos" diversos, evitando a pressão gerada por prazos de entregas com melhores condições para o aprendizado. Nessa ocasião, foi selecionado um projeto em desenvolvimento pelas áreas de estruturas e arquitetura e seus modelos foram disponibilizados como suporte das áreas de hidráulica, mecânica e elétrica.

O primeiro modelo disponibilizado tratava-se de uma estação do Metro que fazia parte de um novo trecho com 13 estações formando aproximadamente 12km de

linha, sendo a maior parte subterrânea, em uma cidade litorânea do nordeste do país.

Também foram criados modelos de um trecho de uma Usina Hidrelétrica, com projeto recém-finalizado, que possui cinquenta unidades geradoras totalizando uma capacidade de geração de 3750MW com aproximadamente nove quilômetros de extensão.

Em seguida, iniciaram-se estudos para participar de uma concorrência de obra de interligação entre duas represas para abastecimento de água da cidade de São Paulo. Era necessário criar estruturas que possibilitassem a transferência de água entre duas represas, em ambos os sentidos, atendendo a requisitos mínimos previstos no edital, a um preço competitivo. Os projetos resultantes previam uma estrutura de captação e bombeamento de água de forma reversível, uma adutora em vala de 13km e outros 6km em túnel com uma profundidade média de 100 metros, havia uma capacidade de transportar 8,5m³ de água por segundo e custaria cerca de R\$ 560 milhões de reais.

Outro projeto, e o primeiro com a integração das equipes de estruturas, arquitetura e instalações, foi o de um reservatório com um volume útil de 26 milhões de m³ com possibilidade de aumento da vazão de 5900 l/s para 8200 l/s localizado no interior de São Paulo.

O projeto consistia na construção de uma barragem com uma altura máxima de 50 metros, um vertedor de concreto com capacidade de vazão de 1.542 m³/s, uma estrutura de tomada d'água seletiva para permitir a retirada de água da superfície do reservatório e uma escada de transposição de peixes. Esse projeto faz parte de um empreendimento que visa elevar a capacidade de abastecimento de água acerca de 15 municípios de cidades do interior de São Paulo, atendendo aproximadamente 5,5 milhões de habitantes. A construção tinha um prazo 36 meses e um custo previsto de R\$ 700 milhões de reais.

3.3.2 Caracterização da Implantação

Assim como na primeira fase, a implantação iniciou-se pela contratação da mesma empresa especialista representante Autodesk. Nessa oportunidade foi feita uma reunião onde a empresa apresentou uma sequência de atividades para fundamentar a implantação do BIM.

As atividades iniciavam-se por um diagnóstico, para entender os processos que a empresa utilizava, para identificar todos os usuários que a empresa disponibilizava, avaliar os softwares, hardwares e o servidor, levantar os tipos de documentação que cada área desenvolve para cada tipo de projeto, identificar os padrões e bibliotecas necessárias e identificar os usos BIM que a empresa usará em função de suas atividades de análise, controle e operação.

Além desse diagnóstico, ela indicou a elaboração de um manual BIM onde seria definido o ambiente de trabalho, a segurança dos modelos, o coordenador BIM, os usuários de cada disciplina e suas atividades, padronizações e bibliotecas necessárias e metodologias de elaboração dos projetos. Eram definidas também quais equipes deveriam ser treinadas, qual projeto piloto a ser escolhido em função de sua simplicidade, abrangência e com possibilidade de ser executado em um curto período de tempo e que teria um acompanhamento de um consultor técnico especializado para orientar os usuários sobre as melhores práticas durante a elaboração do projeto piloto.

Após as etapas iniciais de diagnóstico e definições dos elementos e dos profissionais envolvidos, iniciaram-se as atividades de treinamento com a participação de quatro profissionais de instalações hidráulicas e quatro de instalações elétricas em setembro de 2014.

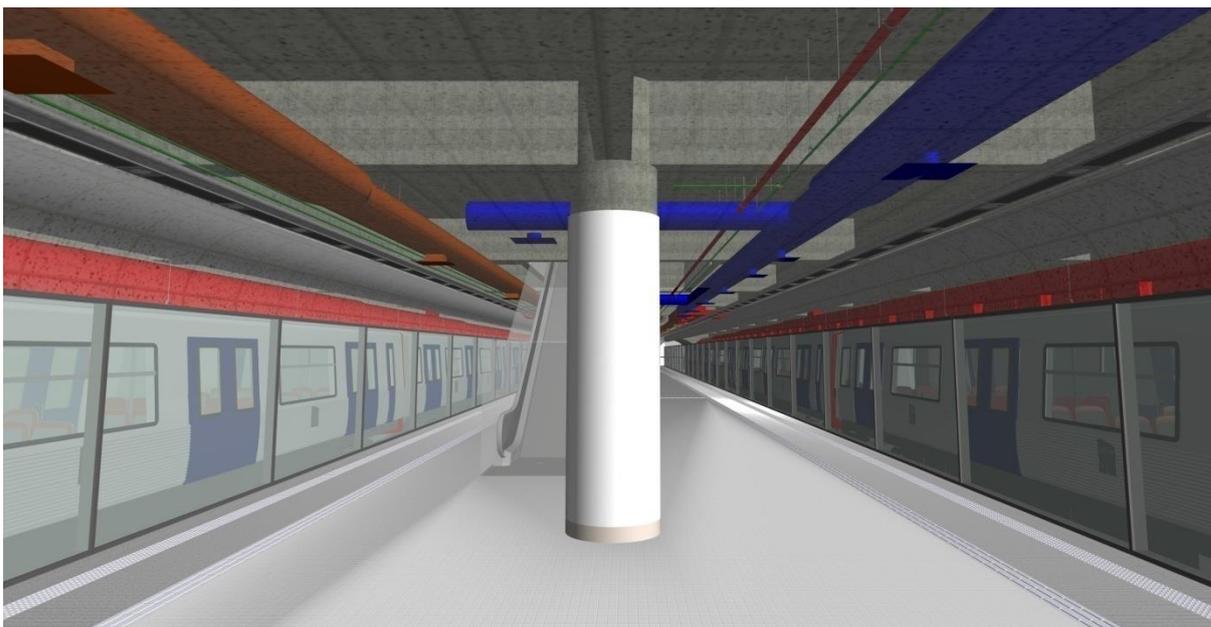
Além do curso básico de instalações, um profissional de cada área técnica foi escolhido para desenvolver o conhecimento de criação de famílias e administração dos modelos. Também foi necessário investir na compra de equipamentos e softwares.

Logo em seguida, no início de 2015, um consultor especializado em instalações acompanhou o desenvolvimento dos profissionais dando condições de criar os elementos e modelos durante cinco meses.

Algumas lições foram aprendidas na primeira etapa, incorporando mudanças no processo de implantação nas áreas de instalações. Como ficou claro na primeira fase a utilização de um projeto real com o prazo sendo um condicionante do aprendizado, causaram problemas e desgastes. Desta forma, a primeira mudança considerável nessa etapa foi à utilização de projetos existentes ou em andamento que possuísem modelos de estrutura e arquitetura, mas não gerassem documentos ou prazos para as áreas de instalações, classificados como "projeto piloto".

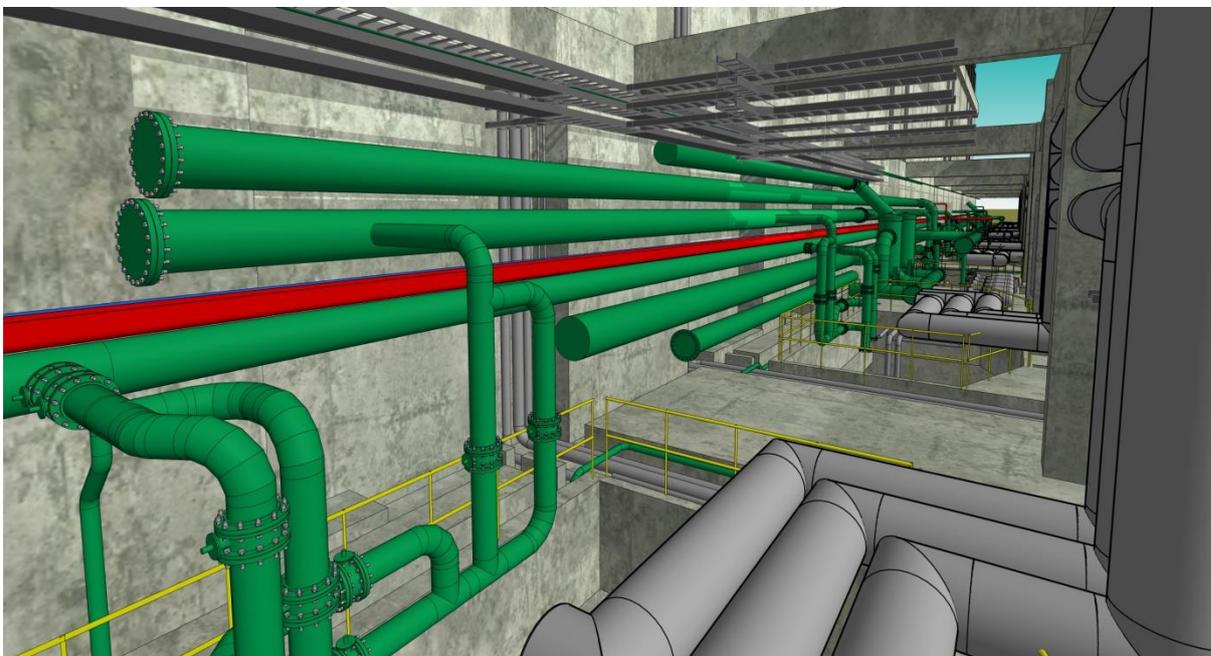
Conforme descrito no capítulo anterior, o primeiro "projeto piloto" utilizado se tratava de um modelo de uma estação de Metro que estava sendo desenvolvido na área de estrutura. Através dele foi possível criar os modelos de instalações com a utilização dos desenhos em CAD 2D desenvolvidos pelas áreas de hidráulica e elétrica. Esse modelo deu suporte para o desenvolvimento das padronizações e dos elementos hidráulicos e elétricos, além de condições para, o responsável por administrar o modelo, desenvolver suas tarefas para propiciar um ambiente colaborativo, sempre com ajuda do consultor técnico.

Figura 24: Ilustração dos Modelos de Metrô (Arquitetura, Estrutura e Instalações).



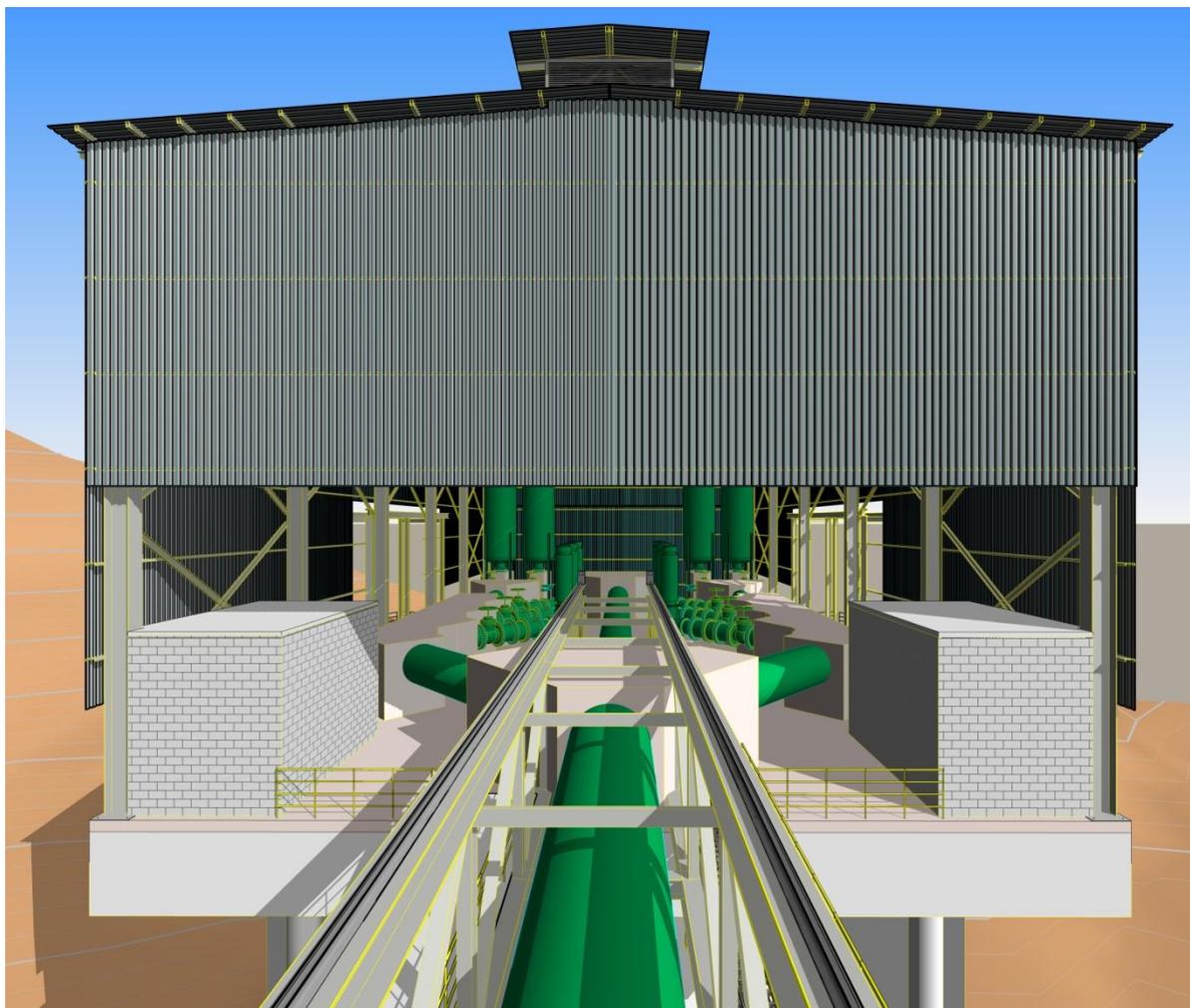
Depois de esgotada as possibilidades do projeto do Metro, foram desenvolvidos modelos de estrutura, hidráulica e elétrica de um projeto, já finalizado, de uma Usina Hidrelétrica. Criando a experiência e os elementos necessários para um empreendimento dessa natureza, escolheu-se uma amostra significativa da usina que representasse todas, ou a maioria, das considerações e itens que um projeto de tal complexidade requer.

Figura 25: Ilustração dos Modelos de uma Usina Hidrelétrica (Arquitetura, Estrutura e Instalações).



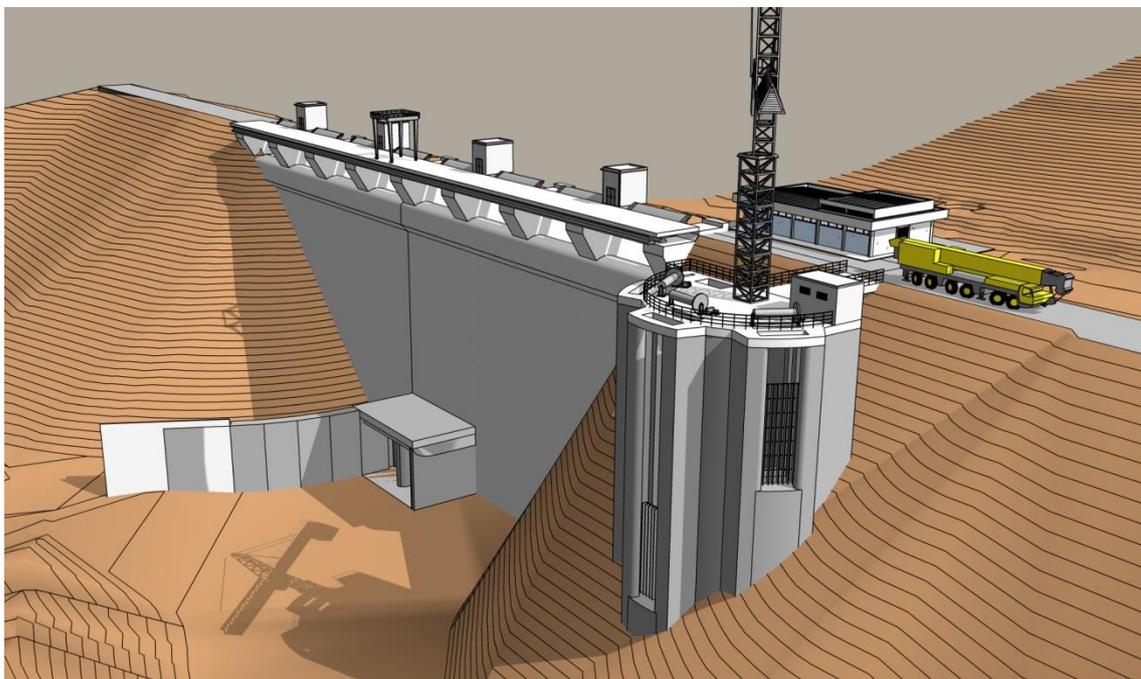
Já com condições de desenvolver projetos multidisciplinares, foi disponibilizado um estudo de viabilidade de um empreendimento de transposição de água entre represas do interior de São Paulo. Considerado importante, pois foi o primeiro que provocou a integração entre todas as disciplinas e o coordenador BIM. Por se tratar de um estudo para participação de uma concorrência pública, muitas variações foram criadas até a elaboração do modelo mais econômico que atendesse todas as solicitações do edital.

Figura 26: Ilustração dos Modelos de Transposição de Água (Arquitetura, Estrutura e Instalações).



Por fim, assumiu-se que as equipes tinham maturidade o suficiente para iniciar um projeto com prazos, interfaces e necessidades reais. O projeto resumia-se na construção de uma barragem de solo compactado, com um vertedouro de concreto central, uma estrutura de captação seletiva e uma escada de peixes. O coordenador BIM criou no servidor os modelos de estruturas, arquitetura, hidráulica e elétrica onde todos tinham acesso e trabalhavam de forma colaborativa. Nem todos os envolvidos no projeto utilizavam a modelagem da informação para gerar seus documentos, em função disso foi necessário modelar a partir de desenhos já emitidos de forma convencional, isso gerou certo retrabalho e atraso na modelagem, mas não houve um grande prejuízo no resultado final.

Figura 27: Ilustração dos Modelos de Barragem de Água (Arquitetura, Estrutura e Instalações).



Assim como no projeto do aeroporto, não havia restrições ou especificações contratuais prevendo a utilização da modelagem da informação no projeto da barragem, portanto seus usos e benefícios foram restritos a fluxos e atividades internas.

A execução desses projetos deu condições de gerar grande parte dos elementos e padrões necessários para modelar a maioria dos projetos que a empresa costuma participar, isso proporcionou condições de atender as demandas de possíveis projetos futuros.

Como resultado dessa fase de implantação e classificando conforme critérios estabelecidos por (SUCCAR, 2010), tivemos:

Conjunto de Competências de Tecnologias:

- Utilização de softwares da Autodesk em diferentes disciplinas com o intuito de gerar entregáveis em 2D, porém considerando a possibilidade de oferecer o modelo 3D. Alguns critérios de uso, armazenamento e trocas foram criados,

porém não documentados. Observou-se que as ferramentas Autodesk não atenderiam a todas as necessidades de projetos como os de barragens;

- Os equipamentos destinados aos usuários envolvidos atendiam, plenamente, as necessidades dos softwares. As especificações dos equipamentos para toda a organização é conduzida de forma a proporcionar condições de uso, porém essa nova demanda foi encarada como fundamental para os envolvidos no BIM;
- O ambiente de rede já possuía soluções de compartilhamento e controle de acesso estabelecidos dentro da organização, porém adaptações foram feitas para atender a nova demanda. Plataformas de gerenciamento de dados e servidor de modelos Revit, utilizados por meio de conexões de banda larga, e ambiente interno para modelos federados.

Conjunto de Competências de Processos:

Pouco foi desenvolvido no conjunto de processos. Toda a evolução que se estabeleceu nesse conjunto deve-se a regras combinadas pelos usuários sem que essas tenham sido documentadas ou que os gestores tomaram conhecimento/atitude.

Conjunto de Competências de Políticas:

Treinamentos foram planejados e disponibilizados de forma a atender às necessidades dos profissionais envolvidos na modelagem e administração do modelo.

A Tabela 8 ilustra um resumo das atividades que fizeram parte da Fase 1 e Fase 2 da implantação:

Tabela 8: Tabela Resumo das Atividades - Fase 1. e Fase 2.

ATIVIDADE	INÍCIO	TÉRMINO	DURAÇÃO
Treinamento Estrutura Modelagem	out-12	out-12	6 dias
Treinamento Estrutura Cálculo Estrutural	out-12	nov-12	4 dias
Treinamento Arquitetura Modelagem	out-12	out-12	4 dias
Acompanhamento Consultor Estruturas e Arquiteura	out-12	mai-14	20 meses
Projeto "Piloto" Aeroporto	ago-12	mai-14	22 meses
Treinamento MEP Modelagem	set-14	set-14	3 dias
Treinamento Administração de modelos	set-14	out-14	4 dias
Planejamento de Implantação	set-14	out-14	1 mês
Criação do Ambiente Colaborativo (Revit Server)	jan-15	jan-15	3 dias
Acompanhamento Consultor Estruturas e Arquiteura	fev-15	jun-15	5 meses
Projeto Piloto Metro	jan-15	jul-15	7 meses
Projeto Piloto Usina Hidrelétrica	jul-15	set-15	3 meses
Projeto Piloto Transposição de Água	out-15	nov-15	2 meses
Projeto Piloto Barragem de Água	nov-15	mar-16	5 meses

Fonte: Autor.

4. DIAGNÓSTICO

4.1 Identificação dos principais pontos

Empresa com um altíssimo grau de experiência e competência técnica, com profissionais com muitos anos de carreira que passaram por projetos dos mais variados tipos e com complexidades diversas.

A maior parte de seus colaboradores acompanhou a empresa por décadas, vivenciou altos e baixos, mudanças e adaptações. Esse perfil profissional, com muita experiência, faz com que o foco no desenvolvimento de seus trabalhos sejam direcionados pra soluções técnicas, deixando aspectos funcionais e organizacionais em segundo plano. O único e maior esforço no desenvolvimento de processos, padronizações e organização, foi em razão da implantação dos requisitos do Plano da Qualidade.

Segundo as métricas de avaliação sugeridas por (SUCCAR, 2010), é possível verificar qual o nível de maturidade que a empresa se encontra, permitindo o direcionamento do esforço e recursos para áreas a serem desenvolvidas ou melhoradas. Partindo desse princípio, a avaliação da maturidade da empresa, feita através da Matriz de Maturidade BIM de Succar, determinou que a empresa se encontra no nível inicial de Modelagem baseada em objetos, portanto não dispõe de maturidade suficiente para ser analisada para níveis de colaboração, integração e contratação IPD.

Tabela 9: Matriz de Maturidade BIM.

Matrix de Maturidade BIM		Inicial	Definido	Gerenciado	Integrado	Otimizado
Tecnologia	Software		X			
	Hardware		X			
	Rede		X			
Processo	Recursos	X				
	Ativ. & Fluxo de Trab.	X				
	Produtos & Serviços	X				
	Liderança	X				
Política	Preparatória		X			
	Regulatória	X				
	Contratual	X				

Fonte: Baseado em (SUCCAR, 2010).

Seguindo as métricas sugeridas por (SUCCAR, 2010) é possível verificar que os recursos e o foco da implantação foram direcionados à tecnologia e treinamento, deixando de lado pontos importantes como os de processos e política.

Para o conjunto de tecnologia, competência mais explorada nessa implantação, houve uma grande preocupação em estabelecer softwares, equipamentos e ambiente de rede que permitissem que os usuários tivessem boas condições de trabalho. Porém não houve critérios de avaliação para estabelecer quais softwares atenderiam melhor às necessidades da empresa, pois apenas soluções Autodesk foram apresentadas.

Apesar da natureza da implantação ter foco na tecnologia, praticamente não houve criação de protocolos e mapas que estabelecessem regras e diretrizes para a modelagem.

Foram disponibilizados equipamentos novos aos usuários que participaram do treinamento. Os equipamentos foram escolhidos de forma que suas especificações atendessem totalmente a demanda necessária dos softwares. Sua compra foi

encarada como essencial e foram cotadas e adquiridas seguindo regras e procedimentos internos de novas aquisições de ferramentas.

Ambientes de rede na nuvem foram criados com a utilização do Revit Server, para compartilhamento de usuários internos e externos, porém foram restritos a modelos em formato rvt, anulando a colaboração entre outras aplicações sem ser o Revit, desta forma não há possibilidade da integração de modelos em formato IFC, restringindo parcerias de projetos entre empresas que utilizassem outros softwares.

Para o conjunto de processos, pouco abordou-se na implantação BIM, pois praticamente nenhum processo existente foi adaptado ou criado para que as necessidades BIM fossem atendidas.

O fato de não haver um foco na inovação, planejamento e controle, faz com que as atividades sejam feitas praticamente da mesma maneira há anos, pois pouco se utiliza das “lições aprendidas” a não ser como experiência dos que vivenciaram ou os que estão próximos aos que vivenciaram. Também não há padronização de tarefas repetitivas, gerando trabalhos com alto gasto de recursos e tempo.

Há uma grande necessidade de atuação mais direta e constante das lideranças, para criação de um ambiente motivacional, com direcionamento estratégico e destinação de recursos para tarefas de interesse.

Para o conjunto de políticas, apesar da empresa possuir procedimentos de Gestão do Conhecimento e ter feito um planejamento de treinamento inicial, a equipe treinada, em sua maioria, estava no nível operacional e pouco se desenvolveu no nível gerencial. Portanto, existe a necessidade de criação de um plano de treinamentos onde seja considerado o envolvimento do nível gerencial e que os demais funcionários da empresa sejam envolvidos em próximos treinamentos.

A maior dificuldade, talvez a que realmente impede que a empresa invista de forma mais intensa, é a dificuldade de mostrar ao cliente o benefício de contratar um projeto em BIM, além de não conseguir incorporar em seus contratos, cláusulas contratuais para inserir as restrições, conceitos e critérios para conseguir implantar realmente o BIM em seus projetos.

Parte das dificuldades de implantação pode ser atribuída aos processos tradicionais da cadeia produtiva da construção civil, que inibem a colaboração entre os agentes e reduzem o potencial do uso da modelagem.

De modo geral muitos problemas foram criados em função da implantação da modelagem da informação ter sido feita em um projeto complexo, com um prazo curto, com uma equipe com maturidade em desenvolvimento, sem tomar as devidas providencias nos processos internos e sem nenhum respaldo contratual. Na segunda fase utilizou-se de projetos pilotos, para não haver interferência de aprendizado em função de prazos estipulados.

Além de todas essas dificuldades, imperfeições, falta de informação e resistência, houve uma crise político-financeira no Brasil que restringiu o orçamento da empresa e fez com que a equipe fosse reduzida drasticamente. Inibindo qualquer gasto com a implantação e perdendo peças importantes no desenvolvimento do processo.

A Tabela 9 ilustra um resumo das competências BIM conforme a divisão de (SUCCAR, 2009).

Tabela 10: Campos de tecnologia, processo e política da implantação BIM.

TECNOLOGIA	
	Utilização de soluções Autodesk atendem de forma parcial as necessidades que a empresa possui no desenvolvimento de seus projetos em BIM.
	Disponibilidade de equipamentos de qualidade para treinamentos e desenvolvimento de projetos.
	Criação de um ambiente de Rede organizado, padronizado e com boa velocidade de trocas de dados.
	Criação de um ambiente de compartilhamento de arquivos internamente e colaboração na nuvem de modelos federados que só suportavam formato rvt (RevitServer).
	Necessário controle de segurança dos modelos para evitar que usuários tenham possibilidade de deletá-los.
	Adaptação de protocolos e manuais para instrução dos usuários no armazenamento e manuseio dos dados.
PROCESSO	
	Os processos de projeto que estabelecem os critérios e procedimentos não foram desenvolvidos para atender as necessidades do BIM.
	O processo de contratação não levam em consideração critérios e requisitos profissionais para desenvolvimentos de projetos em BIM nas escolhas de novos profissionais.
	O compartilhamento do conhecimento entre os profissionais não é formalizado, gerando heterogeneidade do conhecimento entre os profissionais.
	A empresa possui definições de regras de relacionamento profissional no desenvolvimento de seus projetos, porém requer pequenos ajustes para adaptação ao BIM.
	Falta de frentes de trabalho para desenvolvimento da inovação e renovação.
	Necessidade de ajustes estratégicos e organizacionais com foco na implantação e utilização do BIM.
	Maior atuação gerencial.
POLÍTICA	
	Há necessidade de continuar o desenvolvimento de manuais, regras, diretrizes e padrões de modelagem.
	Criou-se alguns critérios de classificação dos elementos através de códigos internos da empresa e não foi considerado classificações como Omniclass e/ou NBR 15965.
	Não houve utilização de normas de modelagem e classificação dos elementos na implantação do BIM.
	Modelos contratuais convencionais sem respaldos para trabalhos em BIM.
	Não há programas vinculados à instituições educacionais de pesquisa e desenvolvimento BIM.
	Houve um plano de treinamento para desenvolvimento de usuários de modelagem no nível operacional, porém há necessidade de treinamentos de profissionais no nível gerencial.

Positivo

Há necessidade de melhorias

Deve ser refeita ou desenvolvida

Fonte: Autor.

4.2 Identificação de melhorias a serem implementadas

A implementação do BIM em empresas de projetos proporciona maior competitividade, automatiza tarefas e gera melhorias gerenciais, resultando em produtos de maior qualidade e eficiência. Para auxiliar essa implantação é necessário que guias, manuais, normas e regulamentos sejam criados para estabelecer padrões e requisitos para que a indústria crie certa uniformidade necessária ao desenvolvimento de empreendimentos em BIM.

Conforme a bibliografia consultada, a gestão de mudanças envolve ações de planejamento, organização e direcionamento de processos, coordenação e motivação dos funcionários. Para tanto será necessário que aspectos organizacionais e estratégicos da empresa estejam de acordo com plano de implementação BIM. Caso haja incompatibilidades, será necessário que correções sejam feitas e implantadas na empresa antes do início do processo.

A perfeita leitura organizacional e estratégica permite estabelecer os objetivos para que metas sejam traçadas a partir do levantamento dos "usos BIM" que fazem parte do processo de desenvolvimento de seus produtos. Com a identificação dos usos que serão necessários, eles deverão ser classificados conforme sua importância, urgência e nível do conhecimento dos envolvidos em cada um deles. Através dessa classificação é possível fazer um plano de implementação e executá-lo com mais sucesso e controle.

A *PennState University*, em um trabalho publicado em 2009, identificou 25 diferentes usos para o BIM de acordo com sua fase do ciclo de desenvolvimento do empreendimento.

Figura 28: Os 25 usos identificados pela *PennState University* nas grandes fases do ciclo de vida do empreendimento.



Fonte: Reproduzido de (CATELANI, 2016).

O BIM possui diversos usos para várias finalidades e aplicações, portanto é importante evidenciar quais vantagens ele pode proporcionar para o seu negócio e quais ferramentas são as mais indicadas para obter um melhor resultado. Desta forma, torna-se inevitável que existam diferentes soluções de diferentes fornecedores e desenvolvedores. Contudo, estabelecer soluções sem restrições de fabricantes de software, além de soluções colaborativas que atendam aos formatos e padrões abertos, torna-se essenciais.

Conforme já mencionado na revisão bibliográfica, é fundamental que seja documentado, de forma organizada, um conjunto de premissas e diretrizes, sendo compartilhado entre todos os envolvidos. Essa documentação deve determinar as informações que serão trocadas, a maneira que serão trocadas, descrever os principais objetivos para cada fase de projeto, descrever o planejamento e detalhar o intercâmbio entre softwares e aplicações.

A definição do plano de treinamento e capacitação, segundo bibliografia consultada, será condição crítica para o sucesso da implantação, esse plano deverá levar em consideração o nível de experiência e conhecimento prévio de cada um dos integrantes da equipe. Escolher participantes em função do entusiasmo pode contribuir mais para o sucesso e ajuda a contagiar os demais profissionais.

Em resumo não se trata apenas de treinamentos de softwares e sim de programas de inovação e desenvolvimento de competências evolutivo de forma organizada e planejada, onde o compartilhamento de experiências e novas tendências tenham um canal aberto para decisão e difusão em todos os níveis da cadeia profissional da empresa.

Conforme bibliografia, (SUCCAR, 2009), indica a utilização dos campos de tecnologia, processo e política para balizar a implantação do BIM nas empresas. Dessa forma é possível organizar e verificar se todos os campos estão sendo atendidos e se estão no mesmo nível de maturidade. Além disso, possibilita que recursos e critérios de contratação profissional sejam direcionados para atender aos itens que necessitam de atenção.

Outra etapa de implementação do BIM corresponde à etapa de colaboração de informação e dos modelos. Essa etapa exige planejamento, padronização e controle já sendo necessário certo nível de maturidade BIM. Nesse nível de maturidade, já devem ser utilizados procedimentos e padronizações de forma a criar regras de uso para que haja uniformidade na criação. Desta forma cria a possibilidade para que os demais usuários, que exercerão alguma atividade no ciclo de vida do empreendimento, possam automatizar seus trabalhos. Utilizar um plano de codificação dos elementos (NBR 15965, Omniclass, entre outros) também é fundamental.

Como já se mencionou na revisão bibliográfica, muitas soluções e aplicações serão utilizadas no desenvolvimento de um projeto integrado de alta qualidade. Para que isso seja possível, é necessário que mapeamentos de trocas de modelos sejam definidos em função dos fabricantes, portanto, estabelecer um ambiente que permita integração em formato aberto (IFC), possibilita que qualquer aplicação tenha condições de ser compartilhada e utilizada.

Para que haja um projeto integrado de qualidade é necessário que alguns ajustes contratuais sejam feitos. Na revisão bibliográfica, alguns conceitos de contratos relacionais foram abordados, porém para que relações de confiança e transparência, referentes ao conceito IPD, sejam estabelecidas no mercado brasileiro, será necessário, dentre outras ações, que alguns ajustes sejam feitos para quebrar a resistência cultural que medidas como essas possuem, como:

- A difusão de conhecimento nos Tribunais de Contas (União, estados e municípios);
- O envolvimento da comunidade acadêmica;
- A promoção da plataforma BIM e a difusão de conhecimentos nos órgãos governamentais e bancos públicos, em especial o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES);
- O envolvimento de entidades multilaterais (formadores de opinião);
- Talvez seja necessária até mesmo a criação de uma estrutura legal específica.

Atualmente alguns órgãos já procuram inserir conceitos de modelagem da informação em suas licitações, editais e requisitos de projetos. Esse avanço ajuda na evolução do conceito na construção civil, exigindo, cada dia mais, que empresas invistam na implantação da modelagem para permanecerem atrativas ao mercado.

Na medida em que mais empresas se capacitam para desenvolver seus projetos em BIM, aumenta-se a chance de trabalhos colaborativos entre as empresas e seus diferentes usuários.

5. CONCLUSÃO

De forma geral, o objetivo desse trabalho foi fazer um diagnóstico da implantação BIM em uma empresa de projetos de infraestrutura, de forma a orientar profissionais que possuam o interesse em implantar BIM em suas empresas.

Algumas dificuldades culturais ainda são barreiras para a aplicação de alguns conceitos e inibem, ou atrasam o desenvolvimento de implantações no âmbito nacional.

A falta de uma atuação mais intensa das instituições de ensino e órgãos reguladores transfere parte da responsabilidade no desenvolvimento profissional para as empresas, que se sentem obrigadas a investir em seus funcionários que, por muitas vezes, são absorvidos pelo mercado. Algumas empresas ainda criam barreiras, (como estabelecer um tempo mínimo de permanência na empresa após determinados treinamentos, caso não cumprido, o valor investido deverá ser restituído à empresa).

A implementação deve ser encarada como uma forma de evolução contínua, onde começa definindo-se o objetivo da implementação e suas metas, avança para a avaliação das competências da equipe, documentar e criar um plano de ação, identificando as lacunas a serem desenvolvidas, seguindo para o nível da ação, onde se faz os treinamentos, implementações, padronizações, investimentos, desenvolvimentos e acompanhamento e por fim medir, para identificar conquistas e novos avanços e reiniciar o ciclo.

Estabelecer procedimentos para processos de inovação de forma sistemática, permitindo e incentivando aos profissionais a diagnosticá-los, desenvolve-los e difundi-los de modo a manter a evolução e não estacionar a cada degrau que se avança.

Selecionar pessoas que tenham foco e motivação incentiva que outras pessoas sejam contagiadas e ajuda a criar um ambiente de profissionais que propensos a

cooperar de forma mais ativa. Criar equipes multidisciplinares beneficia soluções mais abrangentes e de fácil aplicabilidade.

Esse diagnóstico identificou a necessidade de alocação de recursos e esforços equivalentes em tecnologia, processo e política para que a implantação seja bem sucedida. Na empresa estudada, constatou-se que o maior recurso foi destinado a tecnologia, causando um desequilíbrio e impedindo que a implantação seja bem sucedida. Assim foi possível demonstrar a importância de considerar de forma similar os demais conjuntos de competência definidos por (SUCCAR, 2009) e assim possibilitar obter os benefícios que o BIM pode proporcionar quando bem embasado.

O BIM possibilita projetos mais eficientes com maior valor agregado. As empresas estão se desenvolvendo para alcançar esses benefícios e se posicionar no mercado para garantir competitividade. Por isso dar o primeiro passo é essencial, planejamento formal é indispensável, compartilhar conhecimento, para um avanço comum, torna o caminho menos doloroso. Nenhuma implantação será igual à outra, cada empresa tem suas peculiaridades, cada caso é um caso.

6. BIBLIOGRAFIA

ABAURRE, M. W. **Modelos de Contrato Colaborativo e Projeto Integrado para Modelagem da Informação da Construção**. Tese de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014.

BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo – uma Contribuição para a Formação do Projetista**. Tese de Doutorado. São Paulo. 2015.

CATELANI, W. S. Implementação BIM. In: _____ **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, v. 1-5, 2016.

COELHO, K. M.; LIMA, T. F.; MELHADO, S. **Implementação da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Arquitetura: Um Estudo de Caso**. VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Recife: [s.n.]. 2015.

DIAS, E. R.; ARANTES, E. M. Interoperabilidade de Ferramentas de Modelagem Paramétrica em Projetos de Plantas Industriais. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, 2015. 35-46.

DURANTE, F. K. et al. **Avaliação de Aspectos Fundamentais para a Gestão Integrada do Processo de Projeto e Planejamento com o Uso do BIM**. VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Recife: [s.n.]. 2015.

EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 2ª Edição. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002.

FERRARI, F. A.; MELHADO, S. B. **Análise do Ambiente para Inovação Tecnológica em um Banco Público Brasileiro**. XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo: [s.n.]. 2016. p. 4800-4818.

FERREIRA JUNIOR, C. B. **Diretrizes para capacitação profissional por competências de trabalhadores da Construção Civil**. Tese de Mestrado. São Paulo. 2012.

GHASSEMI, R.; BECERIK-GERBER, B. Transitioning to Integrated Project Delivery: Potential barriers and lessons learned. **Lean Construction Journal**, Los Angeles, 2011. 32-52.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: ATLAS S.A., v. 1, 2002.

GUALBERTO, A. C. F. **Aplicação da Ferramenta DSM - Design Structure Matrix ao Planejamento do Processo do Projeto de Edificações**. Tese de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.

HU, Z. -Z. et al. Improving interoperability between architectural and structural design models: An industry foundation classes-based approach with web-based tools. **Automation in Construction**, Beijing. China, 25 Março 2016. xx.

ILOZOR, B. D.; KELLY, D. J. Building Information Modeling and Integration Project Delivery in the Commercial Construction Industry: A Conceptual Study. **Journal of Engineering, Project, and Production Management**, Michigan, 2012. 23-36.

KASSEM, M. et al. Building Information Modelling: Protocols for Collaborative Design Processes. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, Julho 2014. 126.

LIN, Y.-C. Use of BIM approach to enhance construction interface management: a case study. **Journal of Civil Engineering and Management**, Taiwan, 2015. 201-217.

MAINARDI NETO, A. I. D. B. **Verificação de Regras para Aprovação de Projetos de Arquitetura em BIM para Estações de Metrô**. Tese de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2016.

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

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

MANZIONE, L.; ABAURRE, M. W.; MELHADO, S. B. **Desenvolvimento e Aplicação de Indicadores de Desempenho na Análise e Melhoria da Gestão do Fluxo de Informações do**. TIC. Salvador: [s.n.]. 2011.

MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. **Automation in Construction**, Finland, 2014. 84-91.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de Caso na Engenharia de Produção: Estruturação e Recomendações para sua Condução. **Produção**, São Paulo, v. 17, p. 216-229, 2007. ISSN 1.

MORITANI, E. K. **Técnicas e Ferramentas de Gestão na Coordenação de Projetos**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

NEWTON, S. **A Change in Perspective For Construction Management Education**. The University of New South Wales. Austrália, p. 300-310. 2016.

OLIVEIRA, A. B. F. et al. **Projeto Integrado Aplicado a Projetos de Reabilitação**. XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo: [s.n.]. 2016. p. 3191-3205.

OWEN, R. Integrated Design & Delivery Solutions. **CIB White Paper on IDDS**., Rotterdam, 2009.

OWEN, R. **Integrated Design and Delivery Solutions**. CIB White Paper on IDDS. Holanda:. 2009.

OWEN, R. et al. Challenges for Integrated Design and Delivery Solutions. **Architectural Engineering and Design Management**, 2010. 232-240.

PESSARELLO, R. G. **Implementação de Sistema Integrado para Gestão de Contratos de Obras de Edificações em Empresas de Construção Civil**. Tese de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, PMBOK: Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos, n. 5ª Edição, 2010.

SENESCU, R.; HAYMAKER, J.; FISCHER, M. **Design Process Communication Methodology: improving the efficiency and effectiveness of collaboration, sharing, and understanding**. Stanford University. Stanford. 2011. (CIFE TR197).

SHEN, W. et al. **Systems Integration and Collaboration in Architecture, Engineering, Construction, and Facilities Management: A Review**. National Research Council Canada. Ontario, Canada. 2009. (N R C C - 5 1 2 3 4).

SILVA, T. F. L. D. **O Processo de Projetos no Segmento de Projetos Industriais**. Tese de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014.

SOUZA, F. R. D. **Implementação de Modelo de Gestão para Empresas de Projeto de Edifícios**. Tese de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

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

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

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. **Automation in Construction**, Australia, 2009. 357–375.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix. **Handbook of Research Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**, Australia , 2010.

SUCCAR, B. **The Five Components of BIM Performance**. University of Newcastle. Newcastle. 2010.

SUCCAR, B.; KASSEMC, M. Macro-BIM adoption: Conceptual structures. **Automation in Construction**, Australia, 2015. 64-79.

SUCCAR, B.; SHER, W. **A Competency Knowledge-base for BIM Learning**. University of Newcastle. Newcastle. 2013.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated Approach to BIM Competency Assessment, Acquisition and Application. **Automation in Construction**, Newcastle, 2013. 174-189.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2^a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.