

ESTEFANIA GRACIELA CARRÉ

**FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS EM BIM PELO ENFOQUE DE UMA EMPRESA INCORPORADORA E
CONSTRUTORA**

São Paulo

2017

ESTEFANIA GRACIELA CARRÉ

**FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS EM BIM PELO ENFOQUE DE UMA EMPRESA INCORPORADORA E
CONSTRUTORA**

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

Área de Concentração: Gestão de Projetos
na Construção

Orientador: Prof. Humberto Farina

São Paulo
2017

Catálogo-na-publicação

Carré, Estefania Graciela

Ferramentas de gestão da qualidade para o desenvolvimento de projetos em BIM pelo enfoque de uma empresa incorporadora e construtora. / E. G. Carré -- São Paulo, 2017.

97 p.

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

1.Gestão de projetos 2.Qualidade 3.BIM 4.Modelagem da Informação da Construção I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Humberto Farina, pelo apoio e paciência ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Às minhas colegas de curso, que fizeram as horas de aula e estudo muito mais agradáveis quando o cansaço se instalava.

Aos meus pais, sempre presentes, apesar da distância.

Ao Paulo, pelas suas palavras certas nas horas difíceis, por acreditar em mim e me incentivar a seguir adiante em todos os aspectos da minha vida.

E por último, e não menos importante, à Pudim, por ser meu fiel companheiro nas horas estudo.

RESUMO

No campo da tecnologia, a Modelagem da Informação da Construção oferece recursos para a melhoria da qualidade dos processos de projeto, planejamento e construção. No entanto, o avanço só é possível por meio de processos adequados onde são praticados a gestão e o controle da qualidade. O estudo apresentado neste trabalho visa elucidar, em um ambiente de desenvolvimento de projetos de uma empresa incorporadora e construtora, as necessidades de acompanhamento e controle do processo. A metodologia utilizada foi o estudo qualitativo dos processos e procedimentos adotados para a Gestão de Projetos utilizando a Modelagem da Informação da Construção, com a propositura de aplicação de ferramentas práticas num caso real. Como resultado, foi possível constatar a importância da qualidade na gestão do processo de projeto BIM.

Palavras-chave: Gestão de projetos. Processo de projeto. Construção civil. BIM. Modelagem da Informação da Construção. Qualidade.

ABSTRACT

In the technology field, Building information modeling offers resources to improve the quality of the design process, planning and construction. However, this is only possible through the appropriated processes, where quality control and quality management are carried out. The study presented in this task aims to elucidate, in an project development environment of a real state and construction company, the needs of monitoring and controlling of the process. The used methodology was a qualitative study of the processes and procedures adopted for the Management Projects using Building Information Modeling, with the purpose of applying practical tools in a real case. As a result, it was possible to notice the quality importance of process management of the BIM project process.

Keywords: Project management. Design process. Construction. Building Information Modeling. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Algumas conotações para a definição de BIM	29
Figura 2 – Dificuldades para implantação da tecnologia BIM.....	35
Figura 3 – <i>Value Added, Cost of Changes and Current Compensation Distribution for Design Services</i>	42
Figura 4 – Usos BIM.....	44
Figura 5 – <i>Model Uses Taxonomy</i>	46
Figura 6 – <i>Model Element Author</i>	52
Figura 7 – Estrutura Organizacional da empresa estudada	56
Figura 8 – Estrutura da Área Técnica da empresa estudada	56
Figura 10 – Organograma da Área de Projetos.....	65
Figura 11 – Atribuições da Área de Projetos e suas interfaces.....	66
Figura 12 – Macrofluxo.....	70
Figura 13 – Nível de detalhamento da empresa estudada.....	72
Figura 14 – Escopo de modelagem.....	73
Figura 15 – Processo de auditoria.....	78
Figura 16 – Lista de verificação de integridade	80
Figura 17 – Explicação da Lista de Verificação.....	81
Figura 18 – Processo de auditoria.....	82
Figura 19 – Processo de auditoria.....	83
Figura 20 – Relatório de Auditoria.....	83
Figura 21 – Quantidade de problemas encontrados	86
Figura 22 – Classificação dos problemas encontrados	87

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Benefícios da Modelagem da Informação da Construção	34
Quadro 2 – Descrição dos LODs.....	51
Quadro 3 – Tipos de problemas classificados.....	61
Quadro 4 – Estratégia de implantação BIM.....	63
Quadro 5 – Descrição de projetos-piloto	68
Quadro 6 – Conteúdo do documento: Diretrizes de Modelagem.....	74
Quadro 7 – Conteúdo do documento: Plano de Execução do estudo-caso	77
Quadro 8 – Critérios de análise de modelagem	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Modelo Tridimensional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
BEP	Plano de Execução BIM
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CD	<i>Construction Document</i>
CoBIM	<i>Common BIM Requirements</i>
DD	<i>Design Development</i>
LOD	<i>Level of Development</i> , ou Nível de Desenvolvimento
NBIMS-US	<i>United States National Building Information Modeling Standard</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
PMBok	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
SD	<i>Schematic Design</i>
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivo.....	15
1.2 Justificativa	15
1.3 Metodologia	16
1.4 Estruturação do Trabalho.....	18
2 PROJETO E A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	19
2.1 O Processo de Projeto.....	19
2.1.1 Deficiências das práticas atuais do processo de projeto	21
2.1.2 Importância da qualidade para o projeto	24
2.2 Modelagem da Informação da Construção, ou <i>Building Information Modeling</i>.....	28
2.2.1 Benefícios.....	31
2.2.2 Implantação	34
2.2.3 Mudanças no fluxo de trabalho convencional.....	38
2.2.4 Usos BIM	42
2.2.5 Contratação BIM.....	47
2.2.6 Controle da qualidade do Modelo BIM.....	52
3 FERRAMENTAS DE GESTÃO APLICADAS AO ESTUDO DE CASO	55
3.1 Contextualização da Empresa Estudada	55
3.1.1 Implantação BIM na empresa estudada	56
3.1.2 Estratégia	58
3.1.3 Equipe envolvida: Área de Projetos.....	65
3.1.4 Definição dos projetos-piloto da empresa estudada.....	67
3.1.5 Fluxo de atividades do modelo BIM na equipe de projetos	68

3.1.6	Ferramentas da Qualidade aplicadas ao Processo BIM.....	84
3.1.7	Resultados Obtidos	85
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
	ANEXO 1: Questionário de Avaliação do Fornecedor	94

1. INTRODUÇÃO

Há décadas, o setor da construção civil se mostra atrasado em comparação com outros setores industriais. Para Coelho *et al.* (2015), esse fato se deve à sua baixa produtividade, ao baixo nível de industrialização, ao alto desperdício de materiais e força de trabalho e à reduzida qualificação de mão de obra, resultando em baixa qualidade do produto final. Segundo Melhado (2001), a baixa produtividade na indústria da construção civil é causada por alguns fatores como a cultura atrasada dos principais agentes do setor, a fragmentação das atividades ao longo do empreendimento e o emprego de métodos de gestão ultrapassados.

De acordo com Haron, Marshall-Ponting e Aouad (2009), a baixa rentabilidade das operações financeiras, o pouco investimento em pesquisa e desenvolvimento, a crise no treinamento para a substituição dos profissionais que vão envelhecendo, a tendência do cliente de selecionar o menor preço, o planejamento inapropriado, a falta de controle, os atrasos das subcontratadas e a aplicação de métodos incorretos de execução, também estão entre as questões levantadas que contribuem para o atraso do setor.

Numa pesquisa realizada por Filipi e Melhado (2015) com o objetivo de elencar as principais causas de atrasos de obra que se verificam em empreendimentos imobiliários no Brasil, foram listadas cem causas distribuídas em onze grupos, sendo identificadas como causas mais frequentes:

- Planejamento de projeto malfeito ou programação de serviços ineficaz;
- Dificuldades financeiras do empreiteiro (limitações de fluxo de caixa);
- Atraso nos pagamentos ou medições dos empreiteiros pelo proprietário;
- Má gestão/supervisão (organização da equipe) no local de trabalho (canteiro);
- Alterações de escopo (contrato) pelo empreendedor durante a construção;

- Demora na tomada de decisão por parte do empreendedor;
- Inexperiência do contratado (ou trabalho inadequado);
- Atraso na preparação/aprovação de desenhos ou especificações de projeto;
- Atrasos nos retrabalhos de subempreiteiros (terceiros);
- Mão de obra não qualificada.

O primeiro tópico indica a falta de planejamento no processo do projeto como uma das principais causas do baixo desempenho da construção civil. Nesse contexto, destacam-se os temas a seguir como pontos críticos no desenvolvimento dos projetos:

- Incompreensão do proprietário em relação às requisições do projetista ou consultor;
- Dados insuficientes ou pesquisa malfeita para elaboração do projeto;
- Complexidade do projeto ou sua elaboração (ou projeto subestimado);
- Atraso na produção dos projetos e desenhos;
- Detalhes pouco claros e inadequados em desenhos;
- Poucos projetos (projetos pobres ou insuficientes);
- Muitas revisões de projeto;
- Não utilização de ferramentas ou *softwares* avançados de projeto;
- Inexperiência da equipe de projeto.

Em resumo, os tópicos apresentados estão relacionados à qualidade de conteúdo, seja pela forma de preparação da documentação ou pela quantidade de informação disponível. Espera-se que ambas apresentem mais precisão e riqueza para que sejam obtidos melhores resultados na construção.

Muitas evidências apontam também que a fragmentação do processo é uma

causa de problemas que ocorrem em um projeto de construção, agravados pelas práticas atuais de compartilhamento e comunicação das informações baseadas em entregas em papel (HARON; MARSHALL-PONTING; AOUAD, 2009).

A produção de representações gráficas bidimensionais (2D) apresenta fragilidades importantes a serem destacadas. Os desenhos 2D e relatórios nem sempre são representados seguindo uma mesma convenção, e dependem do conhecimento dos símbolos, códigos, convenções e experiência do autor. No processo de desenho bidimensional, cada autor recompõe o espaço 3D de uma maneira diferente, por exercício abstrato.

Segundo Ferreira (2007), existem cinco características da representação bidimensional que podem gerar conflitos no processo de projeto:

- **Ambiguidade:** a mesma representação pode ser interpretada de diversas maneiras, mesmo que adicionada de notas, símbolos ou esquemas; em geral, pode haver algum ponto do contexto do desenho que não é claramente percebido.
- **Simbolismo:** o objeto é representado por um símbolo cujas dimensões e formas não têm relação com o objeto real que representa.
- **Omissão:** na tentativa de tornar o desenho mais sintético, são omitidas informações consideradas “óbvias” para o especialista que está projetando. Entretanto, para a análise de outros envolvidos, a informação, em geral, é desconhecida e, por não estar representada, não é levada em consideração.
- **Simplificação:** o projetista simplifica uma determinada representação, alterando o volume real do objeto ilustrado.
- **Fragmentação:** está relacionada à separação da informação em várias vistas ortográficas (planta, elevação, corte) e pode ser agravada com a eventual representação destas vistas em folhas separadas. O esforço cognitivo é aumentado quando é necessário correlacionar informações

representadas em duas vistas diferentes, favorecendo o erro.

Cabe destacar que essas deficiências na interpretação dos desenhos tornam difícil a transmissão das informações entre os participantes do projeto de uma forma integrada, ou seja, geralmente marcam-se reuniões pontuais, na finalização de cada etapa, onde nem sempre os representantes de cada disciplina estão presentes, perdendo-se no caminho o histórico de critérios ou estratégias adotadas.

Manzione (2013) também menciona uma série de obstáculos inerentes à Gestão do Processo de Projeto, nesse caso, particularmente, oriundos dos profissionais de projeto:

- Processo fragmentado e sequencial;
- Pouca integração entre os agentes envolvidos;
- A coordenação de projetos é confundida com compatibilização de projetos;
- Planejamento com método inadequado: controle de entregas e não de processos;
- Falta de comunicação;
- Diferentes objetivos e valores para cada um dos agentes envolvidos;
- Resistência ao trabalho colaborativo;
- Resistência ao planejamento;
- Processo desestruturado de trabalho;
- Heterogeneidade dos conflitos envolvendo a equipe de projetos;
- Resistência ao uso de Tecnologia da Informação (TI);
- TI vista como um custo, não como investimento;
- Pouca relevância ao desempenho da construção;

- Falta de controle de qualidade do processo; e
- Falhas na gestão da empresa de projetos.

Segundo Sacks e Tribelsky (2007), como na maioria dos processos, o processo de projeto de uma edificação pode ou não ser eficiente. A eficiência de um processo é definida pela natureza das atividades recíprocas entre os participantes e pode ser mensurada pela efetividade das ações, que corresponde a não ocorrência de tarefas repetitivas desnecessárias. A eficiência dos processos e a eficácia dos resultados são questões-chave na medição da probabilidade de sucesso de um projeto.

Má comunicação, falta de documentação adequada, falta de informação de entrada, falta de alocação de recursos, falta de coordenação entre disciplinas e tomada de decisão errática são apontados como os principais problemas na gestão de projetos (FORMOSO *et al.*, 1998).

Cabe destacar que a integração entre os participantes do projeto é fundamental; o conhecimento deve ser compartilhado ao longo do processo de projeto e não unicamente na finalização de cada etapa. Reuniões multidisciplinares retornam resultados mais produtivos, já que cada participante tem a oportunidade de colaborar no processo com sua experiência e conhecimento.

A Modelagem da Informação da Construção (BIM) chega como uma forma inovadora de tratar esse problema, por meio de uma proposta do uso intensivo da tecnologia da informação e de uma proposta de trabalho colaborativo e integrado. A partir de 2008, essa tendência tornou-se forte no Brasil, despertando o interesse das empresas incorporadoras e construtoras para a implantação de novos métodos de trabalho que prometem o aumento de produtividade, a redução de perdas, a diminuição de prazos, a melhoria nos orçamentos e na qualidade do projeto e, por consequência, do produto imobiliário.

A motivação para que as empresas busquem o uso da modelagem da informação ainda se mostra o principal desafio a ser enfrentado, pois muitas

delas se frustraram ao entenderem que o BIM era uma mudança na produção gráfica do projeto, e não uma mudança conceitual abrangente do uso da informação para a produção de um empreendimento.

Por meio do uso de ferramentas tecnológicas orientadas à construção, pretende-se melhorar o entendimento do que será construído em etapas preliminares do projeto, permitindo uma tomada de decisão precisa, envolvendo todos os participantes do projeto. Para isso, é essencial que os fluxos de trabalho sejam reformulados e orientados para formas colaborativas, em que os processos existentes sejam repensados sob uma visão sistêmica.

1.1 Objetivo

O estudo apresentado neste trabalho visa elucidar, em um ambiente de desenvolvimento de projetos de uma empresa incorporadora e construtora, as necessidades de acompanhamento e controle do processo de Modelagem da Informação da Construção e propor a aplicação de ferramentas práticas num caso real.

1.2 Justificativa

O processo de projeto precisa ser planejado e controlado com o objetivo de minimizar os efeitos da complexidade das interações entre as disciplinas e da incerteza das informações. A falta de planejamento de projeto resulta em informações insuficientes para concluir tarefas de projeto e inconsistências refletidas nos documentos de construção (FORMOSO *et al.*, 1998).

Planejar um projeto significa estabelecer objetivos e metas, definir parâmetros, escopo, recursos e prazos das atividades de todos os participantes. Um planejamento consciente das atividades também deve contar com a gestão dos riscos que possam ocorrer tanto de ações internas quanto externas, e com um constante monitoramento das atividades para que não se perca o controle.

É preciso somar esforços para entender como os processos, ferramentas e

recursos humanos se interligam para a obtenção do sucesso do projeto (FILIPPI; MELHADO, 2015).

Como visto nos parágrafos anteriores, reforça-se o enfoque na melhoria do processo como caminho para solucionar ou mitigar as deficiências geradas no projeto. Por outro lado, como estratégia de melhor integração e de melhor abrangência do uso das informações, o BIM corrobora para o enfrentamento de tal desafio. No entanto, não há como simplesmente trocar a ferramenta de trabalho; implantar a modelagem da informação leva a uma alteração na forma da condução do processo, e tentar uma adaptação do processo CAD é um equívoco.

A empresa deve entender que seus processos atuais precisam ser modificados, é necessário repensar e organizar o fluxo de trabalho para que a metodologia funcione. Um exemplo disso é a necessidade do fornecimento de padrões ou *templates* às empresas projetistas para o início da modelagem. Eles devem ser alimentados com os métodos construtivos aplicados pela construtora; no entanto, nem sempre a organização de tais métodos é documentada, nem mesmo com um caderno executivo de detalhes que permita o desenvolvimento adequado do *template*.

Portanto, analisar o processo de desenvolvimento do projeto e definir procedimentos e controles sobre o conceito da modelagem da informação é uma necessidade para a obtenção de bons resultados.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa-ação. Segundo Engel (2000), trata-se de um tipo de pesquisa participante engajada, na qual procura-se unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. É, portanto, uma forma de pesquisar em situações em que também se é uma pessoa da prática e se deseja melhorar a compreensão desta. A pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre a teoria e a prática. Uma das

características desse tipo de pesquisa é que, através dela, se procura intervir na prática de modo inovador já no decorrer do próprio processo de pesquisa, e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto.

Como objeto da pesquisa, foram consideradas as experiências vivenciadas por uma empresa incorporadora e construtora de grande porte da cidade de São Paulo. Realizou-se a análise dos processos e procedimentos adotados para a gestão de projetos utilizando a modelagem da informação da construção, fazendo uma relação com os requisitos de um sistema da qualidade implantado – Certificação ISO 9001.

A escolha da empresa partiu da facilidade ao acesso as informações por parte do pesquisador, além do fato de que os conhecimentos adquiridos mediante pesquisa bibliográfica estavam sendo aplicados na criação das ferramentas de gestão para a Modelagem da Informação da Construção.

A coleta de dados para esta pesquisa foi realizada através de entrevistas com os colaboradores da empresa, análise de processos e procedimentos existentes, observação direta e vivências do pesquisador durante o desenvolvimento de seus trabalhos.

No que concerne às entrevistas, estas não seguiram roteiros ou questionários previamente elaborados, porém, foram pautadas nas seguintes perguntas:

- Quais são os principais problemas enfrentados pela sua área em relação ao processo de projeto?
- Como você pensa que a Modelagem da Informação da Construção pode ajudar a melhorar seu processo atual?

Como embasamento para este trabalho, realizou-se uma pesquisa bibliográfica focada nos seguintes assuntos: Processo de Projeto, Gestão da Qualidade em Processos de Projeto da Construção Civil e Modelagem da Informação da Construção.

1.4 Estruturação do Trabalho

O trabalho está estruturado em dois grandes tópicos, revisão bibliográfica e descrição da pesquisa-ação.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica. A seção 2.1 aborda o Processo de Projeto e suas etapas no contexto imobiliário e a importância da Gestão da Qualidade no Processo de Projeto, visando identificar os pontos de maior criticidade, delineando as atividades principais e pontos de controle. Na seção 2.2 são tratados os temas afetos à Modelagem da Informação da Construção relacionados ao processo de desenvolvimento de projetos e à gestão da qualidade.

O Capítulo 3 discorre sobre a pesquisa-ação realizada envolvendo o processo de desenvolvimento e contratação de projetos elaborados com o uso do BIM em uma incorporadora e construtora de grande porte da cidade de São Paulo. O capítulo inicia-se com uma contextualização da empresa estudada, seguido da descrição do fluxo da Modelagem da Informação da Construção na Área de Projetos da empresa.

Por fim, são apresentados os procedimentos e controles primordiais para a gestão de projetos utilizando a metodologia BIM, resultados obtidos e as propostas de melhorias.

2 PROJETO E A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

A exposição dos conceitos mais relevantes para o entendimento do Processo de Projeto e de suas características, que influenciam a qualidade dos resultados, está contemplada neste capítulo. Além disso, são abordados os fundamentos da Modelagem da Informação da Construção, ou *Building Information Modeling* (BIM), como condutora de um novo Processo de Projeto e de ganhos na sua qualidade.

2.1 O Processo de Projeto

Diversos autores descrevem projeto com diferentes enfoques, segundo seu contexto. No âmbito da construção de edificações, na literatura, o processo de projeto adquire várias definições, de acordo com a ênfase adotada por cada autor.

Para o Guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK, 2013), projeto pode ser definido como "um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo".

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 1992) traz a seguinte definição: "A palavra projeto significa, genericamente, intento, desígnio, empreendimento e, em sua acepção técnica, um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias a concretização de um objetivo."

Melhado (1994) define projeto como o procedimento ou prática de projetar; no entanto, quando se trata de projeto em edificações, acredita-se que esse conceito deve ser extrapolado para a visão do produto e encarado como a atividade de construir. Nesse contexto, o projeto também deve ser entendido como informação, de natureza tecnológica ou gerencial.

O processo de projeto ocorre através da sucessão de diferentes etapas, em que a liberdade de decisões entre alternativas vai sendo substituída pelo amadurecimento e desenvolvimento das soluções adotadas (MELHADO, 1994). Para o processo de projeto de edificações, o autor elenca as seguintes

etapas a serem desenvolvidas pela equipe de projetos:

- **Estudo Preliminar:** concepção e representação gráfica preliminar, atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades, permitindo a avaliação do partido arquitetônico adotado e a configuração física das edificações, inclusive a implantação no terreno.
- **Anteprojeto:** representação precedente da solução adotada para o projeto, em forma gráfica e de especificações técnicas, incluindo: definição de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e de fundação, concepção de sistemas de instalações prediais, com informações que permitam avaliações da qualidade do projeto e do custo da obra.
- **Projeto Executivo:** representação final e completa das edificações e seu entorno, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para a perfeita compreensão do projeto, elaboração do orçamento e contratação das atividades de construção correspondentes.
- **Projeto para Produção:** conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço, uso de equipamentos, arranjo e evolução do canteiro, dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Embora essas etapas sejam um denominador comum nas empresas relacionadas ao projeto de edificações, observa-se que existem diversos entendimentos do escopo de cada uma delas. Isso ocorre porque a padronização dos processos das empresas ainda é ineficiente ou, em alguns casos, inexistente.

Como participantes ativos do processo de projeto, Melhado (1994) identifica os seguintes atores:

- O empreendedor, responsável pela geração do produto.
- O projetista, atuando na formalização do produto.
- O construtor, que viabiliza a fabricação do produto.
- O usuário, que assume a utilização do produto.

2.1.1 Deficiências das práticas atuais do processo de projeto

O processo de projeto na construção de edifícios é formado por várias especialidades (arquitetura, estruturas, sistemas prediais, etc.), que desenvolvem as soluções em nível crescente de detalhamento, cumprindo diferentes etapas de projeto. Existe uma relação hierárquica entre a arquitetura e as demais disciplinas que compõem o edifício, sendo a Arquitetura a disciplina regente e responsável pelo produto.

No processo de projeto convencional, é comum que o desenvolvimento do projeto seja feito por etapas, disciplina a disciplina, de forma sequencial.

Normalmente, a fase de concepção do edifício ocorre separadamente do desenvolvimento do projeto, sem a participação de todas as disciplinas que integram o edifício. Dessa forma, o projeto é desenvolvido somente após o lançamento do empreendimento ao mercado. A atuação dos diversos projetistas envolvidos no Processo de Projeto não acontece de forma conjunta desde o início, desconsiderando-se suas possíveis contribuições. Além disso, observa-se que, durante o desenvolvimento do projeto, praticamente não existe a participação da construtora e do usuário, mas, por outro lado, a influência do incorporador é bastante significativa (FABRICIO; BAIA; MELHADO, 1998).

Diante do exposto, observa-se que desenvolvimento do processo de projeto das empresas ainda é deficiente, sendo possível a enumeração das causas, segundo Ballard e Koskela (1998) *apud* Manzione (2013):

- O trabalho de projeto é sequencial, rigidamente segmentado e sua administração se concentra apenas nos cumprimentos dos contratos

individuais dos projetistas.

- Fragmentação (é mais importante, na visão convencional, concluir a tarefa isoladamente do que promover a interação entre as diferentes tarefas).
- O entendimento da gestão do projeto apenas como gestão isolada de suas tarefas, não conseguindo capturar conceitualmente a geração de valor e trazendo resultados pobres para o cliente.
- Não existe trabalho colaborativo para a solução conjunta de problemas na equipe de projetos.
- A natureza cíclica e interativa do projeto é pouco percebida no processo, gerando uma elevada carga de retrabalho.
- Os requisitos do cliente vão sendo esquecidos ou negligenciados nas longas sequências de trabalho decorrentes dessa visão.

Koskela, Huovila e Lautanala (1994) *apud* Manzione (2013) observam que essas características são potencializadas dentro de uma organização, influenciando os controles e as estruturas de comunicação e impedindo a solução dos pontos problemáticos, mesmo que sejam percebidos pelas pessoas individualmente. A persistência de tais pontos traz as seguintes consequências:

- Baixa percepção de requisitos no início do processo.
- Detecção de erros de projeto somente em fases adiantadas.
- Interações escassas entre os membros das equipes.
- Desperdício de tempo em atividades de espera e troca de informações.
- Baixa qualidade final.

Na maioria dos casos, as empresas identificam a existência de um problema no seu Processo de Projeto, inclusive com a detecção das causas; porém, sua

solução não é estabelecida como uma prioridade, optando-se por ações corretivas ao invés de preventivas.

O desenho de um processo de um sistema da qualidade é subestimado e, muitas vezes, é deixado de lado por não ser considerado essencial pelos agentes tomadores de decisão. Segundo Melhado (1994), no âmbito das empresas de construção e incorporação, na construção de empreendimentos habitacionais, pode-se apontar as seguintes dificuldades na obtenção da qualidade do projeto:

- A elaboração do projeto de arquitetura sofre grande pressão de prazo, seja pelo interesse na aprovação do projeto junto aos órgãos competentes (prefeitura municipal, por exemplo) ou pela obtenção de fontes de financiamento.
- De modo geral, sobressai a preocupação com os aspectos comerciais, predominando os interesses de *marketing* em relação aos da qualidade.
- O detalhamento do projeto tende a ser exageradamente postergado, tendo em vista, muitas vezes, a espera pela viabilização de fontes de recursos para o empreendimento ou, simplesmente, por não se considerar necessário tal detalhamento, exceto quando da execução.
- Em determinados casos, o acabamento das unidades pode ser personalizado segundo o interesse do comprador, limitando as possibilidades de intervenção do projeto, que pode ser detalhado apenas até a chamada "obra bruta".
- A contratação de profissionais ou empresas projetistas é conduzida, muitas vezes, com base em concorrência de preços, constituindo-se no foco principal das preocupações com a redução dos custos das fases iniciais do empreendimento.
- O projeto, em resumo, serve para obter aprovação, para ser mostrado aos compradores, para conseguir recursos de financiamento, para elaborar orçamentos, para permitir a contratação por concorrência e,

apenas por último, para ser instrumento útil à execução da obra.

Cabe destacar que, à medida que o conteúdo do projeto aumenta, apresentando um número maior de definições e informações, pode-se obter um percentual de erros de projeto superior. Isso acontece porque algumas omissões de projeto, como a falta de detalhamento, não são usualmente computadas como falhas. Um projeto com baixo grau de detalhamento pode apresentar um pequeno percentual de falhas, mas um grande número de erros de execução provenientes da falta de definições técnicas (TZORTZOPOULOS,1999).

Além disso, Sacks e Tribelsky (2007) observam que o fluxo das informações nas equipes de projeto não é bem compreendido, e problemas de gerenciamento acontecem com frequência devido à falta de compreensão teórica do problema e de medidas objetivas do fluxo.

Pelas dificuldades elencadas, percebe-se claramente a necessidade de rever a filosofia de condução do empreendimento, tendo como consequência a formulação de diretrizes e procedimentos para o desenvolvimento do projeto.

2.1.2 Importância da qualidade para o projeto

De acordo com a AsBEA (1992), a elaboração de um projeto é um processo complexo, pois envolve, além dos projetos em si, diversas interfaces com outras especialidades técnicas. Portanto, a contratação e coordenação do projeto devem considerar a integração das equipes, dos conhecimentos e das experiências.

A dinâmica atual do setor demanda que o processo de projeto seja otimizado, a fim de garantir um melhor planejamento e controle das obras. Assim, faz-se necessário que as empresas estabeleçam um fluxo de trabalho estável e padronizado, em que as etapas atendam às necessidades de todos os intervenientes e contribuam para a interação das diversas equipes.

Para Tzortzopoulos (1999), ao desenhar o processo de projeto, possibilita-se

que todos os intervenientes passem a ter uma visão global do processo, e seus papéis e responsabilidades são definidos claramente e de maneira sistêmica. Essa prática tende a aumentar a transparência do processo e facilitar a troca de informações entre os mesmos, favorecendo a implementação da melhoria contínua.

Quando cada processo é identificado, torna-se mais fácil definir quais ferramentas serão necessárias para dar sequência às atividades e quem deverá assumir a responsabilidade por cada tarefa. Cada interveniente pode estabelecer seu próprio controle de qualidade baseando-se nos resultados que deverá atingir.

É possível também reduzir o tempo de desenvolvimento dos projetos a partir da definição clara das atividades e de suas relações de precedência, possibilitando, assim, a criação de vantagem competitiva em resposta às pressões de mercado, a diminuição dos custos em função da diminuição das perdas, e o melhor direcionamento dos produtos para o atendimento das necessidades do cliente final. Para os clientes do projeto, sejam eles internos (os projetistas, a obra) ou externos (cliente final ou investidores), a melhoria do processo deve estar centrada em uma melhor compreensão e definição de suas necessidades (TZORTZOPOULOS, 1999).

Segundo Romano, Back e Oliveira (2001), os objetivos, ou motivações, que justificam o desenho do processo de projeto de edificações incluem:

- Estabelecer e nivelar o entendimento sobre o processo de desenvolvimento do produto.
- Explicitar o conhecimento ou *know-how* da empresa.
- Servir de base para a tomada de decisões sobre operações e a organização da empresa.
- Servir como base para planejar e especificar funções, informações, comunicação, etc.
- Permitir maior eficiência na seleção, treinamento e adaptação de novos

contratados ao processo de desenvolvimento praticado pela empresa.

- Melhorar a interação e a comunicação entre os intervenientes no processo, na medida em que permite racionalizar e garantir o fluxo de informações.
- Servir como base para planejar o registro dos conhecimentos para uso posterior.
- Melhorar o processo de planejamento de novos empreendimentos e projetos (previsão de recursos, de riscos, etc.).
- Servir como base para a escolha e o desenvolvimento de sistemas computacionais de suporte ao processo.
- Manter o padrão das atividades executadas pelos diversos projetistas através do estabelecimento de procedimentos internos mais consistentes com a realidade das áreas envolvidas, facilitando também as atividades de revisão e compatibilização de projetos, bem como as de implantação de certificação ISO, etc.
- Servir como base para simulação do funcionamento do processo de projeto.
- Identificar problemas e promover melhorias no processo de desenvolvimento praticado.

Para Birnberg (1998), raramente os projetistas estabelecem um programa formal de controle de qualidade. Existe uma tendência de minimizar as checagens da qualidade ou até ignorá-las, em razão da pressão recebida pelas entregas estabelecidas em prazos muito apertados. Ainda mais preocupante é a falta de atenção ao desenvolvimento de um programa para melhorar a qualidade do produto emitido pela empresa. A gestão de qualidade é muito mais do que simplesmente rever desenhos em várias fases de entrega. Para desenvolvê-la, deve-se incluir não apenas uma revisão do produto, mas também um exame do método de operação e organização dentro da empresa.

A norma de certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001 ABNT (2015) cita:

A organização deve estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente um sistema de gestão da qualidade, incluindo os processos necessários e suas interações [...], devendo:

- Determinar as entradas requeridas e saídas esperadas desses processos;
- Determinar a sequência e interação desses processos;
- Determinar e aplicar os critérios e métodos (incluindo monitoramento, medições e indicadores de desempenho relacionados) necessários para assegurar a operação e o controle eficazes desses processos;
- Determinar os recursos necessários para esses processos e assegurar a sua disponibilidade;
- Atribuir as responsabilidades e autoridades para esses processos;
- Abordar os riscos e oportunidades;
- Avaliar esses processos e implementar quaisquer mudanças necessárias para assegurar que esses processos alcancem seus resultados pretendidos;
- Melhorar os processos e o sistema de gestão da qualidade.

Na extensão necessária, a organização deve:

- Manter a informação documentada para apoiar a operação de seus processos.
- Reter informação documentada para ter confiança em que os processos sejam realizados conforme planejado.

Tais requisitos são importantes e necessários para que tanto as empresas projetistas quanto os empreendedores evitem um fluxo de trabalho desorganizado e ineficiente. O desenho dos processos e sua efetiva organização trarão a redução de problemas, refletindo em melhores produtos que, por sua vez, afetam o ciclo de vida da edificação.

O empreendedor tem um papel importante a cumprir, pois deve estabelecer padrões e procedimentos claros a serem seguidos, procurando trazer as premissas das fases conceituais à execução da obra, exigindo, assim, que seus fornecedores participem de forma colaborativa e comprometida.

Se consideramos que a atual natureza do mercado da Arquitetura, Engenharia

e Construção (AEC) é de fragmentação, o trabalho colaborativo pode ser visto como uma saída e uma chave para o sucesso, sendo a Modelagem da Informação da Construção um meio de promover essa integração e colaboração (ABAURRE, 2013).

O aumento da complexidade dos projetos e dos processos envolvidos na construção de empreendimentos acarretou a necessidade de inserção de uma mentalidade industrial por meio da aplicação do modelo tridimensional para a concepção do produto. Assim, a partir dessa noção de modelagem, originou-se o conceito BIM (*Building Information Modeling*), caracterizado como uma modelagem que prioriza a integração de todos os processos relacionados à construção do produto edificação (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009).

2.2 Modelagem da Informação da Construção, ou *Building Information Modeling*

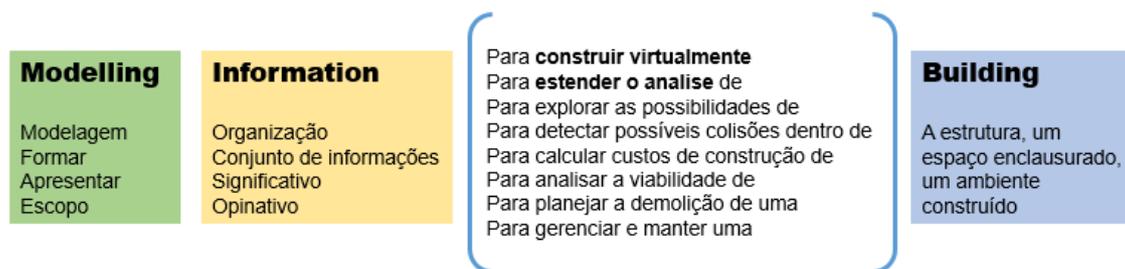
A crescente complexidade de edifícios modernos em um mercado muito competitivo aumentou significativamente a pressão para a melhoria do desempenho do Processo de Projeto em termos de tempo e qualidade. Tem sido bastante comum sobrepor as fases de concepção e produção, a fim de reduzir a duração do projeto e aumentar a flexibilidade da concepção do produto (FORMOSO *et al.*, 1998).

O mercado busca projetos mais eficientes e, diante desse cenário, começaram a aparecer novas metodologias de trabalho e tecnologias que buscam alcançar as exigências atuais. Dentre elas, pode-se citar o *Lean Thinking* (pensamento enxuto), a Engenharia Simultânea e os sistemas ágeis de gestão. No campo da tecnologia, o *Building Information Modeling* promete grandes vantagens para a Construção Civil, auxiliando na concepção, validação e construção do produto.

Existem diversas definições e interpretações para *Building Information Modeling* (BIM) no âmbito da Construção Civil. Segundo Succar (2008), BIM é uma mudança tecnológica e processual emergente dentro do mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O autor descreve modelagem da

informação como sendo um conjunto de políticas, processos e tecnologias que interagem, gerando uma metodologia para gerenciar o processo de projeto do empreendimento e os dados do projeto essenciais de uma construção, em formato digital, ao longo do ciclo de vida do edifício. A Figura 1 ilustra essa definição.

Figura 1 – Algumas conotações para a definição de BIM



Fonte: Adaptado de Succar (2008)

Em muitas outras fontes, argumenta-se que BIM é um catalisador para a mudança, que objetiva reduzir a fragmentação da indústria, melhorar a sua eficiência/eficácia e diminuir os custos elevados de interoperabilidade inadequada (SUCCAR, 2008).

Eastman *et al.* (2008) definem BIM como uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Os modelos de edifícios são componentes representados de forma digital por meio de objetos que “sabem” o que são e que podem ser associados através da computação gráfica, possuindo propriedades, atributos e regras paramétricas. Os componentes incluem dados que descrevem como eles devem se comportar: de forma coordenada, consistente e não redundante.

Ainda de acordo com Eastman *et al.* (2008), para uma melhor compreensão do conceito BIM, é necessário descrever quais soluções tecnológicas de modelagem não se utilizam dessa tecnologia:

- Modelos que contêm exclusivamente informações tridimensionais (3D), porém, sem atributos nos objetos. Estes são modelos que podem ser utilizados unicamente para visualizações gráficas e seus componentes não possuem inteligência.

- Modelos sem comportamento. Contam com componentes definidos, mas não podem ter sua posição ou proporções ajustadas em razão da não utilização da inteligência paramétrica.
- Modelos compostos por vários arquivos 2D CAD, que devem ser combinados para definir um edifício. Neste caso, é impossível assegurar que o modelo 3D resultante seja factível, consistente, quantificável e inteligente.
- Modelos que permitem a mudança das dimensões dos objetos numa vista e que não são refletidas automaticamente nas outras, permitindo erros de difícil detecção.

A Modelagem da Informação na Construção é considerada uma transição significativa na prática de projeto. Diferentemente do CAD, o BIM é uma mudança de paradigma e pode ainda ser considerado revolucionário, uma vez que faz com que o projetista pense diferente, substituindo desenhos por uma nova representação de projetos, capazes de conectar representações gráficas em 3D com informações das mais diferentes disciplinas, mesmo pertencendo a outras dimensões fora do projeto (orçamento, cronograma, etc.). Além disso, auxilia na comunicação, na construção e no arquivamento, baseado em modelos digitais (EASTMAN *et al.*, 2008).

Segundo Manzione *et al.* (2011), é importante entender que a modelagem da informação vai além de uma ferramenta de elaboração de projetos ou de gestão de obra. Trata-se da integração de informações provenientes de pessoas, processos e tecnologia. O conceito BIM, em sua íntegra, exige mudança na organização do trabalho de um modelo tradicional para um formato colaborativo, que passa do individualizado, protegido e fragmentado, para o exposto, aberto e compartilhado.

Para tanto, a premissa básica para o uso do BIM deve ser a colaboração dos diversos agentes envolvidos na produção do edifício, objetivando a atualização constante do modelo tridimensional a partir de inserções, extrações e modificações discutidas em reuniões que promovam a interação e a

comunicação dos agentes relacionados com a fase de projeto e execução do empreendimento (*NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2007*).

2.2.1 Benefícios

Para Leite *et al.* (2010), a aceitação da metodologia BIM no mundo se deve aos vários benefícios produzidos durante o processo de projeto, planejamento da execução e construção, e manutenção de um edifício. O mais evidente é que um modelo 3D melhora a capacidade de visualizar e entender o que está sendo apresentado.

De acordo com os autores, na fase de pré-construção, podem ser citados alguns benefícios, tais como: identificação de conflitos entre as disciplinas, possibilidade de projetos de pré-fabricação das instalações e representação geométrica com maior acurácia de todas as partes de uma construção.

Além disso, realizar a análise visual do modelo em reuniões de compatibilização, durante a concepção do projeto, permite que todos os envolvidos conheçam o projeto mais rapidamente e que possíveis problemas sejam antecipados.

Dessas reuniões, surgem soluções alternativas àquelas inicialmente projetadas, com base em experiências prévias ou boas práticas da equipe, que poderão ser analisadas e testadas anteriormente à construção da edificação. Isso pode ser considerado um grande avanço para o desenvolvimento do projeto, pois evita-se a tomada de decisão durante a execução, resultando em diferenças entre o projetado e o construído, aumentando os custos da obra.

A riqueza do conteúdo das informações dos projetos quando o BIM é aplicado constitui-se em outro ganho a ser mencionado. Ao gerar um modelo BIM, independentemente da fase de projeto na qual ele se encontra, as informações requeridas para sua elaboração são maiores do que aquelas utilizadas para a elaboração de um projeto convencional em CAD, em razão da necessidade de representação virtual da construção, que exige que os dados sejam mais precisos e coerentes com os métodos construídos. Na ausência de tais dados,

o processo de modelagem se esvai, não sendo efetivamente evolutivo.

A modelagem dos sistemas de um edifício força que as informações estejam disponíveis e que as soluções sejam pensadas preliminarmente. Como exemplo, citam-se a inclusão de esquemas de alturas das instalações dos sistemas prediais, cotas de tubulações, materiais, perspectivas e detalhes de construção, que são indispensáveis para a correta modelagem e desenvolvimento do projeto.

Quando se refere à extração de listas de quantitativos de materiais a partir de modelos BIM, pode-se notar muita diferença entre os processos convencionais e o processo de modelagem da informação. No processo convencional, um orçamentista mede cada elemento do projeto com base em especificações pré-estabelecidas pela empresa. Cada profissional tem seu próprio critério e metodologia para levantamento, segundo sua própria interpretação, dando margem à existência de resultados distintos.

Segundo Melhado e Pinto (2015), é justamente nesse campo que o BIM objetiva atuar, pois uma vez que podem ser extraídas todas as quantidades dos elementos de um sistema, espera-se menos desvios da informação causados por erros humanos, melhor rastreabilidade e maior flexibilidade na obtenção dos dados.

Embora a informatização por meio dos modelos BIM traga benefícios óbvios para o processo, ainda existe resistência a esse tipo de prática:

[...] a visualização virtual tridimensional possibilitada pelos *softwares* pode ser considerada como um empecilho para os projetistas, uma vez que o modelo aponta visivelmente todas as incompatibilidades e dificuldades apresentadas pelo projeto [...], sendo necessárias respostas imediatas. (KYMMEEL, 2008 *apud* FARINA *et al.*, 2015)

No decorrer da construção da edificação, conforme Leite *et al.* (2011), alguns ganhos podem ser elencados, tais como a redução de retrabalho, a diminuição na solicitação de informações e aditivos, a satisfação dos clientes e construtores (devido a pré-visualização da construção), o aprimoramento do cronograma, uma gestão da obra mais rápida e eficiente e, conseqüentemente,

o aumento da produtividade.

Considerando que as vantagens da utilização do BIM podem ser colhidas durante todo o ciclo de vida da edificação, deve-se incluir também o controle de custos da obra durante sua operação e o gerenciamento das informações para manutenção.

Na maioria dos Projetos de Construção Civil, a informação necessária para operação e manutenção nem sempre está disponível aos usuários, tendo que ser solicitada ou, muitas vezes, levantada *a posteriori*. Disponibilizar o modelo da edificação para as equipes de assistência técnica, com todas as informações (como catálogos das peças, notas fiscais, garantias, sistemas, etc.) concentradas num único ambiente, reduz a quantidade de homem/hora destinada ao levantamento de dados.

Conforme descrito no GSA (2011), o estudo “*Cost Analysis of Inadequate Interoperability in U. S. Capital Facilities Industry*” (NIST GCR 04-867), do *National Institute of Standards and Technology* (NIST), mostra que todos os *stakeholders* da indústria de *facilities* desperdiçam uma grande quantidade de dinheiro, buscando, validando e/ou recriando informação de uma edificação que deveria estar prontamente disponível. A utilização da metodologia BIM para manutenção fornece a visualização, a obtenção da localização exata dos sistemas prediais e dos equipamentos de uma edificação, e o acesso aos seus dados e atributos existentes. Cabe destacar que os benefícios potenciais não se reduzem unicamente à diminuição de custos operativos; ademais, há ganhos qualitativos, como o tempo de resposta mais rápido para os proprietários.

O Quadro 1 apresenta alguns dos benefícios do uso do BIM durante o ciclo de vida da edificação.

Quadro 1 – Benefícios da Modelagem da Informação da Construção

FASE	BENEFÍCIOS
CONCEPÇÃO E PROJETO	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização do projeto - Melhoria na compreensão do projeto - Rápido conhecimento do projeto - Identificação de conflitos entre as disciplinas - Antecipação de possíveis problemas - Elaboração de projetos de pré-fabricação - Compatibilização tridimensional multidisciplinar - Reuniões com maior produtividade, ampliando as discussões sobre as soluções adotadas - Riqueza de informações dos projetos - Redução de omissão de informação - Análise crítica dos projetos - Aprimoramento da representação gráfica, representação geométrica com maior acurácia - Integração das equipes - Melhoras na comunicação através de modelos tridimensionais - Visão holística do projeto (CHECCUCCI <i>et al.</i>, 2013) - Extração de quantitativos: rápida identificação de riscos e incompatibilidades e projeto (MELHADO; PINTO, 2015) - Identificação de dificuldades construtivas (MELHADO; PINTO, 2015) - Aumento da precisão no cálculo das quantidades (MELHADO; PINTO, 2015) - Facilidade nas modificações de projeto (SOUZA; AMORIM; LYRIO, 2009)
CONSTRUÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de retrabalho - Diminuição na solicitação de informações e aditivos - Satisfação dos clientes e construtores (devido à pré-visualização da construção) - Extração automática das informações do projeto - Aprimoramento e análise do cronograma mediante simulações - Percepção de conflitos espaciais gerados pelo plano de ataque previsto para obra (MELHADO; PINTO, 2015) - Gestão da obra mais rápida e eficiente - Aumento da produtividade das equipes
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento das informações para manutenção - Informações precisas <i>as-built</i> para reduzir o custo e o tempo necessários para reformas (GSA, 2011) - Aumento da satisfação do cliente (GSA, 2011) - Otimização da operação e manutenção dos sistemas de construção para reduzir o uso de energia (GSA, 2011) - Extração automática de informações

Fonte: A autora

2.2.2 Implantação

Embora já seja uma realidade de mercado para muitas das grandes empresas de projetos e construção no Brasil, a adoção da Modelagem de Informação da Construção ainda enfrenta muita resistência (MELHADO; PINTO, 2015).

Pode-se citar como alguns dos motivos a relutância das equipes em alterarem

as suas rotinas de trabalho, a falta de integração com a equipe de parceiros, a necessidade de formação de mão de obra especializada, o medo de mudanças e a cultura das empresas (CHECCUCCI *et al.*, 2013).

Segundo Manzione (2013), em uma indústria como a da AEC, cuja maioria dos projetos baseia-se em associações temporárias de equipes multiorganizacionais, a falta de clareza das responsabilidades e dos benefícios do uso do BIM também constitui um importante fator inibidor.

Uma pesquisa realizada por Souza, Amorim e Lyrio no ano de 2009, onde foram entrevistados treze escritórios de arquitetura usuários da tecnologia BIM, localizados nas cidades do Rio de Janeiro (sete empresas), São Paulo (cinco) e Curitiba (uma empresa), demonstra as dificuldades enfrentadas na implantação da metodologia e destaca como um dos itens principais a falta de tempo para tal implementação, conforme se observa na Figura 2.

Figura 2 – Dificuldades para implantação da tecnologia BIM



Fonte: Adaptado de Souza, Amorim e Lyrio (2009)

A implantação da Modelagem da Informação da Construção nas empresas deve ser vista e entendida como uma estratégia de negócio, pois a nova rotina a ser proposta vai requerer uma mudança significativa nos seus processos atuais. É importante que existam políticas fortes e claras da empresa em relação à metodologia BIM. O processo deve ser patrocinado pelos altos níveis de gerência e seu andamento deve ser monitorado periodicamente.

Como todo novo processo, sua aplicação demanda maior disponibilidade das

equipes e dos seus gestores até que a empresa atinja o nível de maturidade desejado; entretanto, esse fato, às vezes, não é considerado. Não se observa uma readequação da programação dos projetos, dificultando o percurso das equipes pela curva de aprendizado, resultando na desistência ou rejeição da adoção das novas práticas.

Segundo Coelho *et al.* (2015), a liderança deve estar convicta dos benefícios do BIM, que deve ser entendido como um elemento principal do negócio, e não como um simples conjunto de novos *softwares*. Se uma empresa quer implementar BIM, deve entender que seu fluxo de trabalho será modificado, abrindo mão das práticas tradicionais e quebrando antigos paradigmas.

A disseminação do novo processo é imprescindível dentro da empresa ou projeto, pois todos os colaboradores precisam estar conscientes do seu potencial. *Workshops*, *benchmarking* e capacitações frequentes são ferramentas de grande ajuda para a sua difusão.

Atualmente, nem todos os escritórios de projetos encontram-se preparados para desenvolver seus projetos em BIM, alegando que não adotam o processo em razão do alto investimento inicial, ou por não terem sido acionados pelos contratantes. É nesse ponto que o cliente deve tomar consciência de sua função na implantação do processo BIM. Além de incentivar seus fornecedores para a adoção da metodologia, ele precisa exercer uma postura mais flexível e formar parcerias com esses fornecedores.

A tolerância também tem um papel importante no processo, pois todos os agentes precisam entender que a implantação deve ser feita de maneira gradual. O contratante deve estar preparado para ser uma parte ativa no processo de implantação, pois é o agente que obtém os maiores lucros e benefícios com a adoção da tecnologia BIM.

Conforme mencionado por Melhado e Pinto (2015), a implantação da modelagem da informação requer estudo e planejamento cuidadosos, pois se relaciona com diversas áreas da organização. Antes de iniciar um trabalho, devem ser avaliadas as seguintes questões:

- Os colaboradores envolvidos deverão conhecer os objetivos, requisitos e limitações do processo.
- Os usuários precisam saber reconhecer e identificar possíveis desvios, nas práticas e nos resultados dos processos (MELHADO; PINTO, 2015).
- Os *softwares* devem ser escolhidos criteriosamente para atingir o objetivo do trabalho.
- O nível de detalhamento do modelo precisa ser definido e especificado de acordo com o objetivo do trabalho, sempre ao início do processo.
- Deve ser estabelecida uma política de controle de qualidade rigorosa, pois possíveis erros na modelagem podem acarretar resultados imprecisos nas diferentes etapas do processo. Itens como nomenclaturas, modelagem dos elementos e interferências carecem de ser verificados.
- Realizar projetos-piloto para garantir o nível de confiabilidade esperado do processo. Ao longo do desenvolvimento do projeto-piloto, serão realizadas adequações e melhorias para alcançar o objetivo com maior precisão.

De acordo com Justi (2008), a implantação de novas tecnologias baseadas em BIM pressupõe a reestruturação das empresas através da reorganização do seu processo, da organização dos trabalhos e do modo de pensar de seus integrantes, visto agora de forma integrada.

A utilização da metodologia BIM requer:

- Mão de obra especializada.
- Aquisição de novos equipamentos capazes de suportar plataformas de trabalho mais complexas.
- Capacitações e treinamentos *just in time* das equipes.
- Aquisição de novos *softwares* e aplicações.

- Uma nova aptidão para os gestores: aprender a lidar com os demais agentes do processo, visando a integração e a colaboração.

Para Eastman *et al.* (2008), substituir a tecnologia CAD 2D ou 3D pela tecnologia BIM compreende muito mais do que a aquisição de *softwares*, treinamento e atualizações de *hardware*. O uso eficaz de BIM requer que as mudanças sejam realizadas em quase todos os aspectos de negócio de uma empresa (não somente fazendo as mesmas coisas de uma nova maneira). Requer-se um entendimento profundo e um plano de implantação antes que a conversão seja iniciada.

2.2.3 Mudanças no fluxo de trabalho convencional

Nos últimos anos, a Modelagem da Informação da Construção tornou-se uma área de pesquisa ativa, a fim de resolver os problemas relacionados à integração de informações e interoperabilidade. Atualmente, os modelos BIM são promissores para serem os facilitadores da integração, interoperabilidade e colaboração para o futuro da indústria da construção. Definições recentes de BIM destacam os modelos como facilitadores do processo de trabalho colaborativo. Em paralelo, o trabalho colaborativo em equipe é um aspecto importante da gestão do ciclo de vida da construção (ISIKDAG; UNDERWOOD, 2010).

Segundo o PAS 1192-2 (2013), cada tarefa precisa ser levada a cabo numa ordem particular para o benefício de todos os agentes envolvidos, o chamado "trabalho colaborativo".

Em um ambiente de trabalho colaborativo, as equipes são convidadas a produzir informação usando processos padronizados, normas acordadas e métodos, com o objetivo de garantir um mesmo formato e qualidade, permitindo que a informação seja utilizada e reutilizada sem alteração ou interpretação. Não são aceitáveis mudanças do processo ou padrões individuais por nenhuma das partes envolvidas sem prévio acordo de todos, pois isso dificulta a colaboração. Isso não significa que haverá mais trabalho, já

que a informação necessária é a mesma solicitada no processo tradicional. No entanto, o verdadeiro trabalho colaborativo exige compreensão, mútua confiança dentro da equipe e um profundo nível de padronização do que já havia sido experimentado.

Os benefícios dessa forma de trabalho resultam em menos atrasos e disputas dentro da equipe, melhor gestão do risco do projeto e melhor compreensão do processo.

Sempre que possível, os princípios *Lean* também devem ser aplicados para reduzir o dispêndio de recursos para qualquer objetivo que não seja a criação de valor para o empregador. Por exemplo, no BS 1192 (2007) promove-se a prevenção de atividades de desperdício, tais como:

- Espera e busca de informações.
- Excesso de produção de informações sem uso definido.
- Excesso de processamento de informações, simplesmente porque a tecnologia permite.
- Defeitos, causados pela má coordenação.

Diante desse contexto, torna-se necessária a incorporação de novos protocolos e práticas contratuais a serem implementadas no início dos trabalhos. Novas cláusulas devem ser inseridas nos contratos, enfatizando a importância do desenvolvimento correto e colaborativo do processo.

Muitos países já têm consciência dos benefícios que a metodologia BIM traz para o setor da Construção Civil e seu uso no setor público é obrigatório. O setor privado, entretanto, ainda reluta em adotar a modelagem da informação.

Observam-se esforços de diversas organizações que visam estruturar o processo de trabalho para o BIM. Esses trabalhos estão documentados sob a forma de manuais de boas práticas e guias de implantação da metodologia (MANZIONE, 2013).

Guias ao redor do mundo destacam a importância de se estabelecer

orientações claras e detalhadas sobre como será o desenvolvimento do processo BIM no projeto. Essa atitude evita retrabalhos e mal-entendidos entre os participantes do projeto, falta de entendimento das necessidades do contratante e visa um trabalho coordenado e colaborativo. Tais guias têm como objetivo padronizar o processo BIM e buscar a transparência aos processos de negócios e processos de projeto.

Tzortzopoulos, Formoso e Sommer (2014) realizaram um levantamento dos guias elaborados em países como Austrália, Estados Unidos, Finlândia e Reino Unido, onde há uso mandatório da tecnologia BIM. São eles:

- NATSPEC (2011, Austrália)
- *United States National Building Information Modeling Standard, NBIMS-US* (Estados Unidos)
- *Penn State BIM Project Execution Planning Guide, da Pennsylvania State University* (2010, Estados Unidos)
- CoBIM – *Common BIM Requirements* (2012, Finlândia)
- PAS 1192-2 (Reino Unido)
- *GSA Building Information Guides Series* (Estados Unidos)

Já Faria, Barros e Santos (2016) elencam no seu levantamento uma série de publicações que complementam a lista acima:

- *BIPS 3D Working Method* (Dinamarca)
- *Statsbygg Building Information Modelling Manual – Version 1.2.1 (SBM1.2.1)* (Noruega)
- *Rgd BIM Standard* (Holanda)
- *Building Information Model (BIM) Protocol – Standard Protocol for Use in Projects Using Building Information Models, CIC/BIM ProFirst Edition* (2013, Reino Unido)

- *National BIM Standard-United States, Version 3* (Estados Unidos)
- *AIA Document E203: Building Information Modeling and Data Exhibit* (Estados Unidos)

No Brasil, várias instituições brasileiras vêm desenvolvendo grupos de estudo e de trabalho com o objetivo de discutir a implementação do BIM, promovendo a metodologia dentro da comunidade AEC através da organização de eventos e cursos, mas seu conceito ainda não está amplamente difundido no mercado.

Analisando as iniciativas de BIM no país, verifica-se que há baixa articulação entre elas. No entanto, é importante ressaltar que, embora as iniciativas não sejam articuladas, todas elas são relevantes (SOUZA; WYSE; MELHADO, 2013).

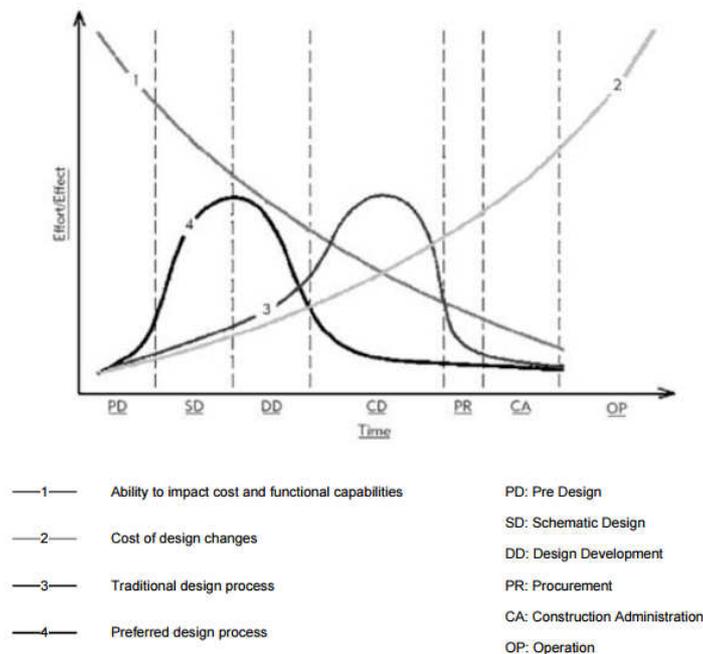
Outro aspecto importante que deve ser entendido no processo BIM é que algumas informações técnicas devem ser fornecidas em fases preliminares do projeto, diferindo do processo tradicional e deslocando uma carga maior de informações no Anteprojeto (COELHO *et al.*, 2015). A antecipação de atividades e decisões nos processos leva à simultaneidade dos projetos, com trabalhos de engenharia de planejamento e de controle de qualidade.

De acordo com Eastman *et al.* (2008), o processo de desenho é a atividade na qual a maior parte dos esforços sobre um projeto é definida inicialmente e documentada em fases posteriores. A contratação tradicional dos serviços de Arquitetura sugere um calendário de pagamentos, relativo à distribuição dos esforços, dividido em 15% para o Estudo Preliminar (*Schematic Design – SD*), 30% para o Detalhamento do Projeto (*Design Development – DD*) e 55% para a elaboração de Documentos para a Construção (*Construction Documents – CD*).

Essa distribuição demonstra o peso dado para a produção dos documentos de construção. A Figura 3 ilustra como a relação entre esforço e tempo é distribuída no processo tradicional e como poderia ser redistribuído com a utilização do processo BIM. Enfatiza-se que o impacto da tomada de decisão em etapas iniciais do projeto resulta em menores custos e maiores benefícios

para o projeto como um todo.

Figura 3 – Value Added, Cost of Changes and Current Compensation Distribution for Design Services



Fonte: Eastman *et al.* (2008)

2.2.4 Usos BIM

Os usos de BIM podem ser definidos como o método de aplicação da modelagem da informação durante o ciclo de vida de uma edificação para atingir um ou mais objetivos específicos (KREIDER *et al.*, 2013).

Segundo Succar (2016), os usos do modelo são os "produtos previstos ou esperados do projeto responsáveis por gerar, colaborar e vincular modelos 3D a bancos de dados externos". Cada uso do modelo representa um conjunto de requisitos definidos, atividades especializadas e resultados específicos do projeto, agrupados em um único título para que possam ser mais facilmente especificados, medidos e aprendidos.

A Penn State (2011), através de numerosas entrevistas com especialistas da indústria da construção, análises de casos e revisão bibliográfica, identificou 25 usos BIM nas diferentes fases do desenvolvimento do projeto, que são apresentados na Figura 4. Recomenda-se que os membros das equipes

entendam o uso futuro da informação que estão desenvolvendo para conseguirem sucesso na implementação.

Figura 4 – Usos BIM

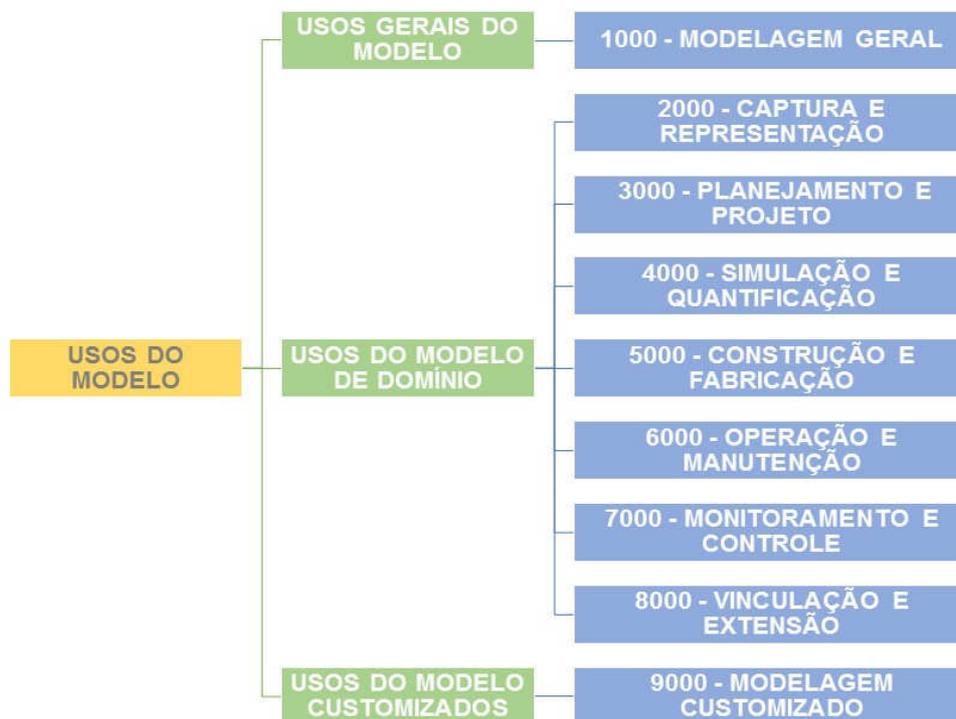
OPERAÇÃO	CONSTRUÇÃO	PROJETO	PLANEJAMENTO
PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO			
ANALISE DO SISTEMA DE CONSTRUÇÃO			
GESTÃO DE ATIVOS			
GERENCIAMENTO DE ESPAÇOS/RASTREAMENTO			
PLANEJAMENTO CONTRA DESASTRES			
MODELAGEM DE REGISTROS			
	PLANEJAMENTO DE UTILIZAÇÃO		
	PROJETO DO SISTEMA CONSTRUÇÃO		
	FABRICAÇÃO DIGITAL		
	PLANEJAMENTO E CONTROLE 3D		
	COORDENAÇÃO ESPACIAL 3D		
		DESIGN AUTORAL	
		ANALISE ESTRUTURAL	
		ANALISE LUMINOTECNICA	
		ANALISE ENERGETICA	
		ANALISE MECANICA	
		ANALISE DE OUTRAS ENGENHARIAS	
		AVALIAÇÃO LEED SUSTENTABILIDADE	
		VALIDAÇÃO DE CODIGOS	
		REVISÃO DE PROJETOS	
			PROGRAMAÇÃO
			ANALISES LOCAIS
			PLANEJAMENTO 4D
			ESTIMATIVA DE CUSTOS
			MODELAGEM DAS CONDIÇÕES EXISTENTES

Fonte: Adaptado Penn State (2011)

Succar (2016), baseado em diversas literaturas, elenca 125 usos BIM divididos em três categorias, conforme se observa na Figura 5, sendo:

- Categoria I: **Usos Gerais do Modelo** (*General Model Uses*). Representa a Informação do Projeto Modelada (*Modelled Project Information*), aplicável através de vários domínios de conhecimento, indústria e sistemas de informação. Nesta categoria, são considerados, por exemplo, os usos de modelagem de arquitetura, de vedações, de decoração, de sistemas de drenagem, de estruturas temporárias, dentre outros.
- Categoria II: **Usos do Modelo de Domínio** (*Domain Model Uses*). Representa informações de projeto modeladas específicas do setor. Por sua vez, esta categoria divide-se em sete séries. Nela são considerados, por exemplo, os usos de documentação 2D, detalhamento 3D, *laser scanning*, planejamento de demolição, planejamento de desastres, análise acústica, planejamento urbano, impressão 3D, realidade virtual, manutenção de ativos, dentre outros.
- Categoria III: **Usos do Modelo Customizados** (*Custom Model Uses*). Representa a mistura dos Usos Gerais e de Domínio para refletir quaisquer requisitos do projeto personalizado.

Figura 5 – Model Uses Taxonomy



Fonte: Adaptado de Succar (2016)

De acordo com Succar (2016), futuras interações podem incorporar itens adicionais e/ou descrições atualizadas seguindo os avanços relevantes da tecnologia e as expectativas em evolução das partes interessadas da indústria.

Todas as aplicações citadas acima têm como objetivo um aumento da precisão durante a construção, diminuindo o desperdício de tempo, materiais e retrabalhos. Com a introdução das modelagens BIM, os agentes têm a possibilidade de analisar melhor a viabilidade e a construtibilidade da edificação.

Segundo Manzione (2013), a compatibilização geométrica no universo BIM talvez seja um dos atributos mais conhecidos na prática atual; entretanto, o aspecto da verificação da compatibilização baseada em regras abre a possibilidade de estudos mais aprofundados do processo de análise crítica, podendo melhorá-lo sensivelmente, pois o atendimento de requisitos espaciais de programa e o atendimento às normas e requisitos específicos do usuário podem ser feitos de maneira automática, ampliando potencialmente o uso da

modelagem da informação para as fases iniciais do processo de projeto e instrumentalizando adequadamente a atividade de análise crítica de projetos.

2.2.5 Contratação BIM

Como visto nos itens anteriores, com a introdução desse novo processo de trabalho no processo de projeto, faz-se necessária uma contratação que se adeque às novas demandas. Para tanto, deve-se especificar claramente como será o desenvolvimento do processo BIM ao longo do ciclo do projeto.

Faria, Barros e Santos (2016) realizaram um estudo entre algumas publicações internacionais que buscam padronizar a utilização do BIM no mercado da construção civil, e como denominadores comuns, foram encontrados os seguintes itens:

- Usos esperados dos modelos
- Propriedade intelectual dos modelos e seus componentes
- Papéis e responsabilidades das partes envolvidas
- Formato de arquivos para troca de informações
- Definição do ambiente colaborativo para troca de informações
- Estruturação dos modelos BIM
- Especificação dos *softwares* que devem ser utilizados
- Diretrizes de modelagem
- Padrões de nomenclatura
- Padrões de representação gráfica
- Controle de qualidade das informações do modelo

Os itens elencados acima devem ser documentados e especificados em contrato. Várias publicações e protocolos, como por exemplo o PAS 1192-

PAS1192-2:2013, citam o Plano de Execução BIM (*BIM Execution Plan*) em conjunto com o Nível de Desenvolvimento (LOD) do modelo e seus componentes como documentos essenciais para auxiliar nesse processo.

Por outro lado, os contratantes se deparam com outro fator importantíssimo no momento de realizar uma contratação BIM: a experiência e a maturidade dos fornecedores. A avaliação do fornecedor previamente à contratação é fundamental, não unicamente em relação ao manejo das ferramentas, mas também na experiência e no conhecimento do fluxo de trabalho. As empresas contratadas devem ter incorporados processos de controle de qualidade, padrões e estratégias de melhoria no desenvolvimento de seus métodos de trabalho. Com isso, demonstra-se o engajamento do fornecedor com o novo processo.

2.2.5.1 *Plano de Execução BIM*

O Plano de Execução BIM (*BIM Execution Plan*) é o documento que explicita as características específicas do projeto (que mudam de projeto a projeto) a ser desenvolvido em BIM (FARIA; BARROS; SANTOS, 2016).

De acordo com o manual da *Penn State* (2010), o Plano de Execução BIM desenha uma visão geral a ser seguida pela equipe ao longo do projeto, juntamente com detalhes de implementação. O plano de execução deve ser desenvolvido em estágios iniciais do projeto, continuamente aperfeiçoado, monitorado, atualizado e revisado, se necessário, através da fase de implantação do projeto.

O PAS1192-2:2013 menciona que, no Plano de Execução BIM, deverá constar:

- O Plano de Implementação do Projeto (Project Implementation Plan)
- Objetivos do projeto de colaboração e informações da modelagem
- Principais marcos do projeto consistentes com a programação do projeto
- Estratégia das informações a serem entregues no modelo

Segundo o *Penn State* (2010), ao desenvolver um Plano de Execução BIM, o projeto e seus participantes alcançarão os seguintes valores:

- Todas as partes compreenderão e comunicarão claramente as metas estratégicas para a implementação do BIM no projeto.
- As organizações entenderão seu papel no projeto e suas responsabilidades.
- A equipe será capaz de projetar um processo de execução que seja adequado às práticas de negócios de cada membro da equipe e fluxos de trabalho organizacionais típicos.
- O plano descreverá recursos adicionais, treinamento ou outras competências necessárias para implementar com êxito o BIM para os usos previstos.
- O plano fornecerá uma referência para descrever o processo aos futuros participantes que aderirem ao projeto.
- As divisões de compras serão capazes de definir a linguagem do contrato para garantir que todos os participantes do projeto cumpram suas obrigações.
- O plano de linha de base fornecerá uma meta para medir o progresso ao longo do projeto.

É imprescindível que um Plano de Execução BIM seja elaborado com especificações de responsabilidades, nível de desenvolvimento de informações geométricas e não geométricas das modelagens (ao longo do ciclo de vida do projeto), protocolos de troca de informação, entre outros. Esse documento deve, inclusive, ser anexado às cartas-convite tradicionalmente utilizadas, como uma diretriz inicial para os processos de concorrência, onde os fornecedores serão avisados como deverão proceder ao longo do desenvolvimento do projeto.

2.2.5.2 Nível de Desenvolvimento

Concebido inicialmente pelos membros da indústria de *software*, o conceito foi trazido para o subcomitê de tecnologia do *American Institute of Architects* (AIA). Segundo o AIA, o *Level Of Development* (LOD) descreve o grau de completude sob o qual um elemento do modelo é desenvolvido.

Devido à dinâmica do uso do BIM, o AIA (2008) desenvolveu o conceito e publicou um documento conhecido como *BIM Protocol Exhibit* (2008), que formaliza o processo de desenvolvimento e os usos do BIM. O documento aborda as seguintes questões: responsabilidades de cada elemento do modelo em cada um dos LOD, usos autorizados para o modelo, e propriedades e responsabilidade pelo seu gerenciamento.

Os níveis de desenvolvimento são representados em uma escala que varia em cinco graus, correspondendo a um detalhamento que vai ocorrendo progressivamente ao longo do projeto: 100 (fase conceitual), 200 (geometria aproximada), 300 (geometria precisa), 400 (execução ou fabricação) e 500 (obra concluída). Essa escala prevê a possibilidade futura da criação de níveis intermediários (MANZIONE, 2013).

Em 2011, o *BIM Forum*, organização formada para acelerar a adoção da modelagem da informação na indústria da Construção Civil, iniciou o desenvolvimento da sua especificação LOD (*LOD Specification*) com base nos conceitos abordados pelo AIA, contando com a colaboração de um grupo de trabalho composto por contribuintes do setor da construção civil.

Tal especificação é definida como uma referência que possibilita a especificação e a articulação, com um alto grau de clareza, do conteúdo e da confiabilidade dos modelos da informação da construção em várias fases do processo de concepção e construção (*BIM Forum*, 2015). Nessa especificação, incorpora-se uma escala intermediária entre o 300 e 400, denominada 350. No Quadro 2 está resumida a definição de cada escala do LOD.

Quadro 2 – Descrição dos LODs

100	Elementos de um modelo podem ser representados graficamente por um símbolo ou outra representação genérica
200	Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema genérico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades e orientações aproximadas. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos
300	Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades e orientações também específicos. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos
350	Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades, orientações e interfaces com outros sistemas também específicos. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos
400	Elementos de um modelo podem ser representados graficamente como um sistema específico. Objeto ou montagem com tamanhos, formas, quantidades, orientações com informações detalhadas sobre fabricação, montagem e instalação. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos
500	A representação gráfica dos elementos de um modelo é verificada em campo, em termos de tamanho, formas, localização, quantidades e orientações. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos

Fonte: Adaptado do AIA *Document G202-2013 e BIM Forum LOD Specification 2015*

Segundo o CBIC (2016), o LOD é um conceito muito utilizado na definição do escopo de contratação de serviços de modelagem BIM realizados por terceiros. A especificação clara de um LOD tem como principal objetivo:

- Servir de referência para que as equipes (incluindo proprietários) possam especificar entregáveis BIM, definindo claramente o que deve ser incluído em cada um deles.
- Servir como um padrão que possa ser utilizado como referência em contratos e planejamentos de trabalhos baseados em BIM.
- Possibilitar que usuários BIM, posicionados mais à jusante no fluxo de trabalho, possam confiar nas informações incorporadas nos modelos BIM que eles estão recebendo (desenvolvidos por outros autores).

Além do conceito LOD, o documento G202-2013, do AIA, cita dois conceitos recorrentes ao se falar de BIM: Elemento do Modelo (*Model Element*) e Autor do Elemento do Modelo (*Model Element Author*).

- **Elemento do Modelo:** uma parte do *Building Information Model* representando um componente, um sistema ou uma montagem dentro de um edifício.
- **Autor do Elemento do Modelo:** é o agente responsável pelo desenvolvimento do elemento do modelo específico para o nível de desenvolvimento requerido pela fase do projeto.

Conforme explica Manzione (2013), para especificar as responsabilidades pelas informações de forma combinada com o LOD de um projeto, é definida, na seção 4.3 do documento E202 da *Exhibit* (2008), a Tabela de Elementos do Modelo, que identifica o nível de desenvolvimento de cada elemento do modelo ao final de cada fase do projeto e o autor do elemento do modelo responsável por desenvolvê-lo para o nível de desenvolvimento.

Figura 6 – Model Element Author

§ 3.3 Model Element Table				Schematic Design			Design Development			Construction Documents												Notes		
Identify (1) the LOD required for each Model Element at each Project milestone, (2) the Model Element Author, and (3) references to any applicable notes found in Section 5.4.																								
Insert abbreviations for each MEA identified in the table below, such as "A – Architect," or "C – Contractor."																								
NOTE: LODs must be adapted for the unique characteristics of each Project.																								
Model Elements Utilizing CSI Uniform®				LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes
B	SHELL	B10	Superstructure	B1010	Floor Construction	100	A		200	S		300	S											
				B1020	Roof Construction	100	A																	
					Truss Elements				200	S		300	S											
					Roof Decking				200	AM		100	M											

Fonte: AIA, E202 da *Exhibit* (2008)

2.2.6 Controle da qualidade do Modelo BIM

Uma vez definido o escopo por meio das ferramentas apresentadas nas seções acima, faz-se necessária a implementação de um controle da qualidade das informações que serão recebidas. Deve-se proceder a certificação de que o conteúdo das entregas respeite as diretrizes estabelecidas na fase de planejamento e sejam documentadas no plano de execução. Para isso, é preciso fazer uso de ferramentas e práticas de controle que ajudem as equipes. É essencial entender que falhas na qualidade e a veracidade das informações dos modelos podem invalidar o objetivo e a função dos mesmos.

O *Penn State* (2010) recomenda que as equipes de projetos determinem e documentem a estratégia geral para o controle de qualidade do modelo. Para assegurá-la em cada fase do projeto e previamente à troca de informações, alguns procedimentos devem ser definidos e implementados. Cada modelo criado durante o ciclo de vida do projeto deve ser pré-planejado, considerando o conteúdo do modelo, o nível de detalhamento, o formato e as partes responsáveis pela atualização e distribuição do modelo para o resto das partes. Cada empresa participante do processo precisa designar um responsável para sua gestão. Recomenda-se o seguinte controle de qualidade:

- **Verificação Visual** (*Visual check*): certificar-se da inexistência de componentes não intencionais do modelo e que a intenção do projeto tenha sido seguida através do uso do *software* de navegação.
- **Detecção de interferências** (*Interference Check*): detectar problemas no modelo em que dois componentes de construção estão em conflito com um *software* de Detecção de Conflitos.
- **Verificação de Padrões** (*Standards Check*): assegurar que o modelo atende aos padrões acordados pela equipe.
- **Validação de elementos** (*Element Validation*): certificar-se de que o conjunto de dados não tem elementos indefinidos ou incorretamente definidos.

O CBIC (2016) cita algumas ferramentas que podem ser utilizadas para a realização de testes de verificação da qualidade de dados e de projetos BIM, como por exemplo:

- Vistas específicas para controle da qualidade de dados e do projeto. O procedimento consiste na utilização de vistas 3D específicas, que possibilitam a verificação visual de partes do modelo.
- Cronogramas (listagens) próprios para controle da qualidade de dados e da qualidade de projetos. O procedimento permite identificar alguns problemas importantes, como o uso excessivo de componentes

genéricos, que pode provocar incorreções nas extrações de quantidades; a presença de objetos corrompidos, que podem ser identificados pelos seus nomes e serem muito longos, além de conterem informações sobre os fabricantes e caracteres impróprios como “%20”, etc.; e objetos inseridos uma única vez no modelo deverão ser verificados, pois, em alguns casos, significam um uso incorreto de classificação que pode aumentar em muito o tamanho do arquivo de um modelo BIM.

- Verificações automáticas que podem ser realizadas por alguns *softwares* BIM. Dentre outros procedimentos, detectam se existem componentes duplicados, comparam disciplinas duas a duas ou em conjuntos determinados, podendo ainda executar verificações específicas, baseadas em regras programáveis.
- Listas de verificação.

3 FERRAMENTAS DE GESTÃO APLICADAS AO ESTUDO DE CASO

Com base na revisão bibliográfica pesquisada, será apresentada uma proposta para a aplicação de ferramentas de gestão da qualidade orientadas à gestão do processo da modelagem da informação da construção.

O estudo realizou-se em uma empresa incorporadora e construtora de grande porte estabelecida na cidade de São Paulo, que, no momento deste trabalho, estava implantando o processo BIM dentro da sua Área de Projetos. A seguir, segue uma contextualização da empresa e a descrição das ferramentas implantadas.

3.1 Contextualização da Empresa Estudada

A empresa estudada é uma empresa incorporadora e construtora, com foco na construção e venda de empreendimentos imobiliários residenciais e comerciais na cidade de São Paulo, Rio de Janeiro e região Centro-Oeste. Atua no mercado brasileiro há quase 40 anos, tendo em torno de 2,5 mil colaboradores e totalizando 22 milhões de m² de área construída.

É controlada por um grupo estrangeiro, gestor global de US\$ 250 bilhões em ativos, presente no país há 117 anos, com investimentos nos segmentos de energia renovável, infraestrutura e *Private Equity*, além do imobiliário.

Sua estrutura organizacional está dividida por diferentes unidades de negócio de incorporação e uma diretoria de construção, além das diretorias de finanças, jurídica e desenvolvimento urbano. A interação entre as diretorias de incorporação e construção é constante, porém, devido às atribuições de cada uma, a diretoria de construção depende diretamente das decisões tomadas na incorporação, que lidera os processos da empresa.

Figura 7 – Estrutura Organizacional da empresa estudada



Fonte: A autora

3.1.1 Implantação BIM na empresa estudada

A implantação da modelagem da informação partiu da necessidade da empresa de melhorar seus processos internos relacionados à pré-construção, em conjunto com as metodologias de trabalhos praticadas.

No final de 2015, foi criado um departamento denominado “Área Técnica” na diretoria de construção. Sua função principal é dar suporte a todas as áreas de construção e pré-construção, envolvendo novas tecnologias de inovação e soluções para instalações prediais. O departamento foi pensado para permear todas as áreas, inclusive a diretoria de incorporação. Sua estrutura está configurada conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 – Estrutura da Área Técnica da empresa estudada



Fonte: A autora

Seis profissionais divididos em três áreas compõem essa área: instalações prediais, novas tecnologias e BIM. Seu Diretor Técnico responde diretamente ao Diretor Executivo de construção da empresa. No estudo de caso, serão

analisadas unicamente as ações do setor BIM.

Um Especialista BIM foi contratado para liderar a implantação da tecnologia em todas as sedes da empresa (São Paulo, Rio de Janeiro e região Centro-Oeste).

Tem como exigências e atribuições as seguintes ações:

- Planejar, aprovar recursos (*hardware*, *software*, treinamento) e implementar BIM dentro de uma visão holística dos processos de engenharia e construção na área de desenvolvimento imobiliário, objetivando que esta seja a principal plataforma de projeto da empresa, percolando e integrando informações de custo, orçamento, planejamento, execução, controle e pós-obra, incluindo a etapa de uso e operação dos empreendimentos.
- Ter habilidade e desenvoltura em gerenciamento, planejamento, controle, coordenação e compatibilização de projetos em BIM na modelagem paramétrica de projetos de edificações em 3D e na criação de modelo digital integrado, atuando em todas as etapas de projeto, incluindo concepção, estudo preliminar, anteprojeto, projeto pré-executivo e projeto executivo.
- Atuar firme e agilmente como especialista e instrutor de *softwares* que dizem respeito ao BIM, tais como: Revit, Archicad e Bentley Architecture, agregando valor aos projetos, influenciando projetistas (migração para o BIM e definição de diretrizes, premissas e padrões de projeto) e capacitando a equipe nessa plataforma.
- Dominar as melhores práticas de gestão de projetos, conforme preceitos e conceitos do PMI.
- Apoiar a Área de Projetos na definição de premissas, diretrizes e padrões para os projetos, com visão aguçada e atenção aos detalhes, auxiliando a análise crítica de projetos.
- Possuir sólidos conhecimentos em desenhos e documentação de projetos, bem como em processos de levantamento, orçamento,

planejamento e estimativas de custos, avaliando e prevenindo, juntamente com a equipe, os riscos de projeto.

- Atuar, em conjunto com o Gerente Geral de Projetos, na avaliação e homologação de projetistas e consultores.
- Ser guardião dos processos e procedimentos de modelagem, mantendo-os atualizados, eficazes e organizados.
- Ser formado em Engenharia Civil ou em Arquitetura e Urbanismo.
- Possuir sólidos conhecimentos em projeto (*design*) e BIM.

Uma vez realizada a contratação do profissional, elaborou-se a estratégia de implantação para a empresa como um todo, abarcando todas as áreas referentes à projeto e construção, contando com a participação do diretor técnico, do gerente geral de projetos e do especialista BIM.

Os objetivos estabelecidos para a implantação na empresa foram os seguintes:

- Realizar projetos mais eficientes e de alta qualidade.
- Logística de canteiro e planejamento eficientes.
- Garantir uma produção sem interrupções, atendendo às metas de custo, qualidade e prazo planejadas.
- Gerir os ativos da empresa ou de seus clientes (operação e manutenção) através da organização e disponibilização de informações completas dos empreendimentos.

3.1.2 Estratégia

Para a montagem da estratégia, a metodologia de trabalho baseou-se em entrevistas e análise de indicadores advindos da Área de Projetos.

Realizaram-se cinco entrevistas com um representante de cada uma das áreas envolvidas (área de projetos, produto, técnico, orçamento e assistência

técnica), em que os principais temas abordados foram a descrição das atividades de cada área, seus problemas recorrentes e quais seriam os benefícios trazidos pela modelagem da informação para cada uma delas. Como denominador comum, foram encontrados problemas de falta de informação nos projetos, falta de compatibilização e problemas na execução da obra, também apontou-se que a execução acontecia de forma diferenciada daquela estabelecida em projeto.

A segunda etapa envolveu a análise dos indicadores de solicitação de informação, extraídos do banco de dados de chamados de obra da Área de Projetos.

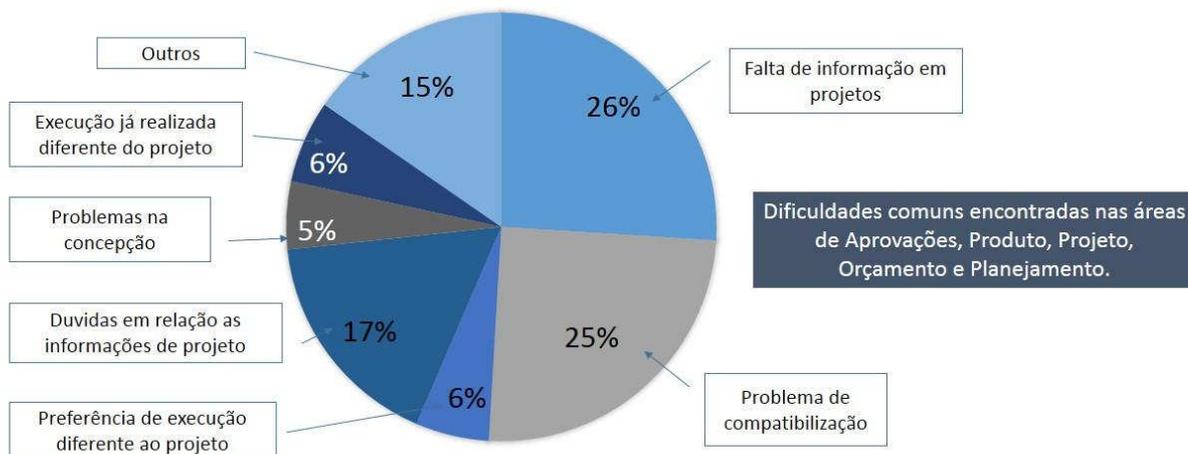
Para a comunicação com a obra, a Área de Projetos utilizava o módulo de chamados de obra da ferramenta Autodoc. Dessa forma, os engenheiros de produção ou gerentes de cada obra solicitavam informações ao coordenador encarregado do projeto.

Cada solicitação era classificada nas seguintes categorias: falta de informação, problemas de compatibilização, preferência de execução diferente do projeto, dúvidas em relação as informações de projeto, problemas na concepção, ou execução já realizada diferente do projeto e outros (problemas específicos).

Como base para a elaboração da estratégia, foram utilizados os dados de julho de 2015, em que foram registrados 111 chamados de obras em 24 empreendimentos. Na análise dos indicadores, observou-se que 26% dos chamados referiam-se a falta de informação nos projetos, 25% estavam relacionados à problemas de compatibilização de projetos, 6%, à preferência de execução de forma diferente daquela estabelecida no projeto, 17% diziam respeito às dúvidas relativas às informações de projeto, 5%, a problemas na concepção do projeto, 6% referiam-se à efetiva execução realizada de forma diferente do projeto e, por último, 15% relacionavam-se a problemas específicos, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Chamados obra Área de Projetos

Indicadores extraídos dos chamados de obra de 24 empreendimentos de Julho de 2015.
 Numero total de chamados : 111



Fonte: Estudo de caso – Banco de dados da Área de Projetos

O banco de dados conta com a especificação e o histórico de cada um dos problemas detectados, viabilizando sua classificação e visando a extração de indicadores. Para fins deste estudo de caso, extraíram-se alguns dos problemas detectados com o objetivo de exemplificá-los. O Quadro 3 demonstra um problema por categoria de classificação.

Quadro 3 – Tipos de problemas classificados

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	DISCIPLINA PRINCIPAL	PROBLEMA RESUMIDO	CLASSIFICAÇÃO
Nos projetos executivos de arquitetura, não há detalhamento da forma de confecção dos guarda-corpos das escadas de emergência. A obra solicita que seja feito um detalhamento da grade/tela artística destes guarda-corpos	Arquitetura	Falta de detalhamento de guarda-corpo	Falta de informação em projeto
No início do processo de cotação dos bancos, todos os fornecedores alegaram impossibilidade de execução devido ao formato requerido. Solicitou-se uma solução quanto ao projeto desses bancos, pois os mesmos são inexequíveis com a mão de obra da região	Paisagismo	Impossibilidade de execução dos bancos	Impossibilidade de execução do projeto
Devido ao acréscimo dos caixilhos CA43 e CA44 na última revisão do projeto E607, os mesmos não foram orçados pela contratada. Portanto, há necessidade de modificá-los para elemento vazado. É possível?	Arquitetura	Alteração de caixilho não orçado	Preferência de execução diferente de projeto
OBRA: O forro do térreo pede, em quase todos, os ambiente H = 2,55 m com sanca e/ou cortineiro. Porém, em vários ambientes há vigas passando com H = 2,55 m do contrapiso, não havendo possibilidade de execução do cortineiro com a altura de projeto. É necessário que o projeto seja revisado com urgência, pois já está em fase de execução. PROJ: Foi estudado um novo desenho para os forros, respeitando altura de vigas x caixilhos x cortineiro. OBRA: Foi realizado um protótipo e, junto com projetos, PDV e produtos foram aprovados e executados	Decoração	Altura de forro incorreta	Problema na concepção
Na concretagem do 3º pavimento do Centro de Pesquisa, verificou-se a impossibilidade de executar um dos <i>inserts</i> metálicos conforme o projeto P001, devido ao fato de a viga V11 cobrir o <i>insert</i> . Com aval do projetista, executou-se o <i>insert</i> com 84 cm abaixo da posição do projeto. Aguarda-se atualização do projeto	Estrutura Metálica		Execução já realizada diferente de projeto
Solicitação de COMPATIBILIZAÇÃO dos projetos de Arquitetura/Paisagismo/ Detalhamento de Arquitetura do térreo em razão de vários problemas de execução. Detalhes como "espelhos d'água, revestimentos, floreiras, <i>decks</i> e outros estão totalmente diferentes nos três projetos. Aguarda-se uma solução	Arquitetura	Incompatibilidades gerais	Problema de compatibilização

Fonte: Estudo de caso – Extração do banco de dados da Área de Projetos

Da análise das informações acima, concluiu-se que os problemas principais da pré-construção referentes ao processo de projeto eram comuns para todas as áreas, norteando a elaboração da estratégia e dos passos seguintes, uma vez que a mesma fora consolidada.

Conforme apresentado no Quadro 4, a estratégia foi dividida pelas áreas da empresa que seriam afetadas pela implantação, e elaborou-se um plano de ação discriminando as metas a serem atingidas por cada área, quais ferramentas seriam utilizadas para tal finalidade (usos de BIM aplicáveis, infraestrutura necessária e treinamentos) e quando pretendia-se atingi-las.

A duração da implantação foi fixada em três anos; no entanto, esclareceu-se que essa previsão de prazos poderia ser alterada, pois dependia das providências dos líderes e colaboradores de cada área, o que foi estabelecido como um desafio. Cabe lembrar que as áreas incluídas na estratégia dependiam de diretorias diferentes, onde os objetivos nem sempre coincidiam.

Havia hipóteses de que o aperfeiçoamento da Área de Projetos traria um retorno visível a curto prazo, demonstrando que o investimento nessa nova metodologia de trabalho traria ganhos para a empresa.

Definiu-se que a implantação começaria pela Área de Projetos de São Paulo, por ser a área detentora de maior interface com o restante das áreas da empresa e pela proximidade da equipe com a Área Técnica. A eficiência da equipe seria melhorada, os projetos teriam maiores informações e detalhamentos, reduzindo os chamados de obra, e a compatibilização espacial das disciplinas, que até então não era contemplada, seria realizada. Outro ponto importante a ser destacado na estratégia foi a utilização da implantação desse processo como uma ferramenta de motivação e aperfeiçoamento das equipes, que até então possuíam pouco conhecimento da modelagem da informação da construção.

Quadro 4 – Estratégia de implantação BIM

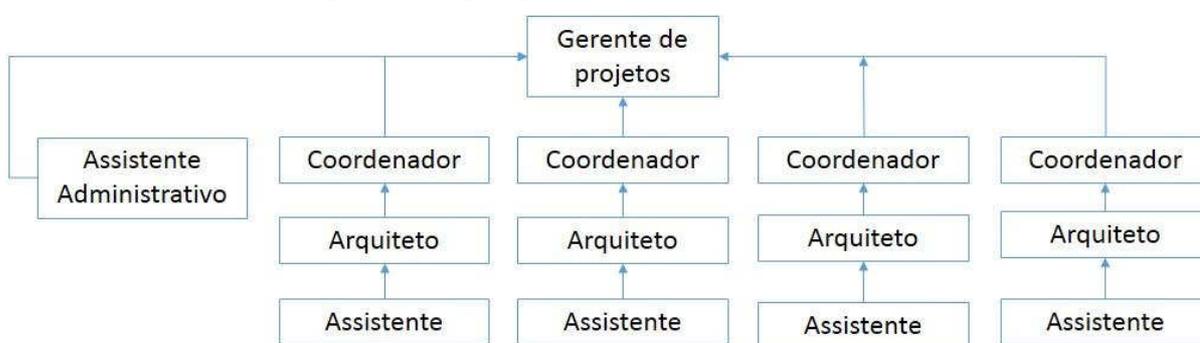
AREA	METAS	COMO?				QUANDO?
		USOS BIM	TREINAMENTOS	SOFTWARE	HARDWARE	
Incorporação e novos negócios	Automatizar o processo de estudo de viabilidade e melhorar sua precisão	Estudo de viabilidade através de ferramentas BIM Análise de massas e alternativas de usos a traves de estudos de volumetrias em 3D Estudo inicial de custos	Treinamentos de conceitos BIM " <i>in-company</i> "	A definir	A definir	2016
Produto/ Projetos	Reduzir falta de informações e especificações nos projetos Eliminar interferências entre as disciplinas durante a fase de projeto Antecipar soluções inexecuáveis Integrar os departamentos de desenvolvimento de produto e projeto. Melhorar a comunicação entre projeto e obra	Coordenação 3D; extração de quantitativos; análise de soluções; revisão de projetos Extração de documentações; comunicação mediante ferramentas de compartilhamento; engenharia de valor	Treinamentos de conceitos BIM " <i>in-company</i> " Autodesk Navisworks Solibri Model Checker Autodesk Revit	Autodesk Building Suite Ultimate Solibri Model Checker BIM Collab (gratuito) Autodesk 360	Ano 2016: oito computadores desktop / dois laptops	2016
Orçamento	Aumentar agilidade na extração de informações para orçamento Reduzir as incertezas dos quantitativos e orçamentos Melhorar a compreensão da complexidade do empreendimento	Extração de quantitativos Análise de modelagens Visualização	Treinamentos de conceitos BIM " <i>in-company</i> " Autodesk Revit Autodesk Navisworks	Autodesk Revit Autodesk Navisworks	A definir	2016

3.1.3 Equipe envolvida: Área de Projetos

No início da implantação, a Área de Projetos de São Paulo era formada por um gerente de projetos, duas arquitetas sêniores, uma especialista em projetos executivos e cinco arquitetos plenos. A equipe agia de forma linear, cada arquiteto tomava conta de uma série de empreendimentos e era encarregado da contratação das disciplinas complementares e de seu seguimento através das fases pré-executiva, executiva, liberado para obra, execução e pós-obra. Cada colaborador tinha autonomia absoluta em relação à coordenação de cada projeto, reportando-se diretamente ao gerente geral de projetos.

A partir de 2016, a Área de Projetos passou por uma transformação importante: a estrutura quase linear converteu-se em hierárquica, sendo formada por uma gerente de projetos, quatro coordenadores, quatro arquitetos pleno e quatro assistentes (arquiteto júnior). O organograma da área pode ser observado na Figura 10.

Figura 9 – Organograma da Área de Projetos



Fonte: Estudo de Caso

Dentro das atribuições das equipes de projetos, encontram-se a contratação de disciplinas complementares, compatibilização de projetos, análise crítica dos projetos, suporte às solicitações de obra, coordenação de projetistas, pagamentos de fornecedores, elaboração do manual do proprietário, disponibilização de projetos para as outras áreas da empresa, entre outras.

Na Figura 11 apresenta-se um resumo das atribuições da equipe em cada uma

das fases do projeto e os pontos de encontro com o resto das áreas. A figura foi adaptada do material fornecido pela empresa estudada.

Figura 10 – Atribuições da Área de Projetos e suas interfaces



Fonte: Estudo de Caso

Estabeleceu-se entre a gerência de projetos, o especialista BIM e o gerente técnico uma estratégia de escolha de pilotos, onde a equipe existente pudesse executar os usos BIM estabelecidos na estratégia de implantação. Os usos aplicados seriam: compatibilização 3D, visualização, extração de quantidades e extração de documentação. Com as experiências obtidas a partir desses projetos-piloto, a empresa consolidaria todos seus processos em *Building Information Modeling*.

Cabe destacar que, uma vez definidos os projetos-piloto, a Área de Projetos recebeu treinamento para a utilização de *softwares* BIM, capacitações em relação aos conceitos essenciais da modelagem da informação e foram adquiridos os equipamentos adequados às novas atividades a serem exercidas.

3.1.4 Definição dos projetos-piloto da empresa estudada

Foram listados seis projetos a serem considerados “pilotos” dentre os 23 previstos para lançamento pela empresa até 2018, sendo que, para cada um, adotou-se um escopo BIM diferente.

A contratação dos projetos dividida entre as diferentes diretorias foi um fator que influenciou na estratégia para definir os escopos dos projetos-piloto. A diretoria de incorporação contratava as disciplinas referentes ao produto arquitetura, decoração e paisagismo, sendo que, para essas disciplinas, existia um número limitado de projetistas homologados e que já estavam alinhados à marca da empresa. A diretoria de construção se encarregava da contratação das disciplinas complementares: fundação, estrutura, instalações prediais, piso estrutural, acústica, luminotécnica, ar condicionado, dentre outras.

Por outro lado, cada um dos projetos encontrava-se numa fase diferente do processo de projeto (anteprojeto, pré-executivo e executivo), algumas contratações já tinham sido realizadas, dificultando o estabelecimento de um único escopo e uma mesma data de início para todos os projetos.

Cada um dos projetos selecionados contava com uma complexidade diferente, porém, todos eram projetos residenciais. Para fins do estudo de caso, os projetos serão denominados Projetos A, B e C, sendo que o Projeto C está dividido em quatro fases por tratar-se de um condomínio de maior escala.

O Projeto A encontrava-se na fase de pré-executivo e todos os projetistas já tinham sido contratados. Para este projeto, decidiu-se contratar uma empresa terceirizada para a realização exclusiva da modelagem do empreendimento, sendo que a compatibilização seria feita internamente pela equipe de projetos, que já havia realizado o treinamento correspondente.

O Projeto B ainda estava na fase de estudo de viabilidade, sendo que seria a oportunidade perfeita de para que todos os projetistas contratados estivessem capacitados para realizar a modelagem BIM. Neste caso, a modelagem e a coordenação dos modelos também seria interna e executada pela equipe de

projetos.

O Projeto C tratava de um condomínio dividido em quatro fases de execução. Seu diferencial era que cada uma das plantas tipo tinha uma configuração diferente em cada andar. Por isso, este foi considerado o projeto mais complexo, e determinou-se que tanto a modelagem quanto a compatibilização seriam realizadas externamente.

O Quadro 5 apresenta um resumo dos projetos selecionados, com o escopo definido para cada um deles.

Quadro 5 – Descrição de projetos-piloto

Projeto	Área Construída	Descrição	Fase	Escopo BIM
Projeto A	13566,11	Projeto residencial – Torre Única	Pre-Executivo	ME / CI
Projeto B	14653,64	Projeto residencial – Torre Única	Estudo de viabilidade	MP/CI
Projeto C Setor 1	44348,25	Projeto residencial – Duas Torres	Anteprojeto	ME/CE
Projeto C Setor 2	91118,45	Projeto residencial – Duas Torres	Anteprojeto	ME/CE
Projeto C Setor 3	24126,49	Projeto residencial – Torre Única	Executivo	ME/CE
Projeto C Setor 4	17822,59	Projeto residencial – Duas Torres	Executivo	ME/CE

Fonte: Estudo de caso

Referências

- ME (Modelagem Externa):** a modelagem é realizada por uma empresa terceirizada que reproduz os projetos em 2D como modelos tridimensionais.
- MP (Modelagem Projetista):** a modelagem é realizada pelas projetistas.
- CI (Compatibilização Interna):** a compatibilização é realizada internamente pela equipe de projetos.
- CE (Compatibilização Externa):** a compatibilização é realizada por uma empresa terceirizada.

3.1.5 Fluxo de atividades do modelo BIM na equipe de projetos

Uma vez estabelecida a estratégia de projetos, fez-se necessário entender como seria o fluxo do modelo BIM dentro da rotina da equipe de projetos e, para tanto, desenhou-se um fluxograma. A partir do desenho, identificou-se os procedimentos e formulários que deveriam ser elaborados. Na Figura 12 encontra-se detalhado o fluxo percorrido pela modelagem BIM,

especificamente na Área de Projetos.

Na primeira etapa do processo, chamada de “planejamento”, realizou-se a contratação do modelo BIM. Independentemente do tipo de contratação (modelagem terceirizada ou realizada pelas projetistas), a empresa estabeleceu que o processo seria o mesmo; entretanto, alguns documentos deveriam ser adaptados. A seguir, a descrição do fluxo.

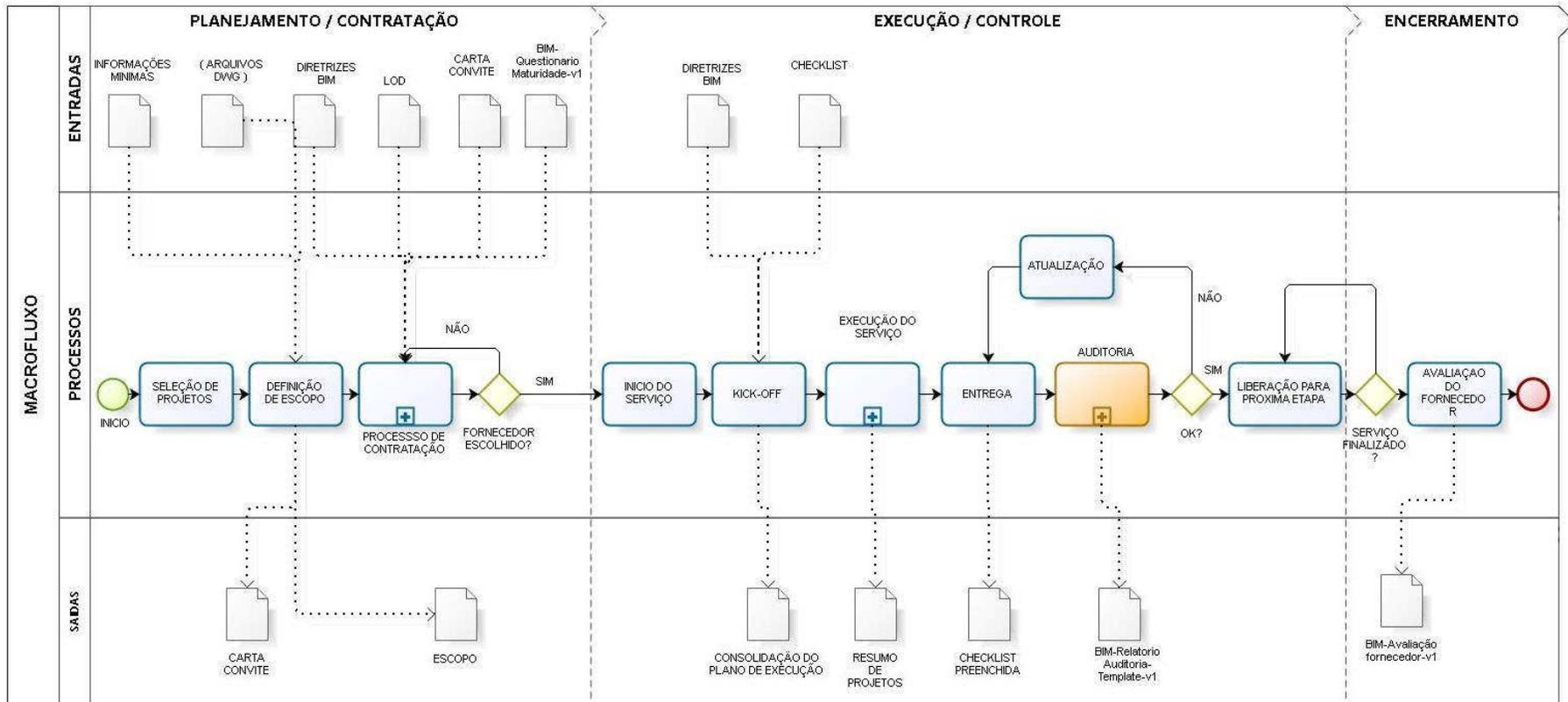
3.1.5.1 Seleção dos projetos

Determinou-se que a seleção dos projetos deveria ser realizada de forma conjunta entre o gerente da Área de Projetos e o especialista BIM. O critério para a escolha dos projetos seria baseado no custo disponível para BIM dentro da verba do projeto, na complexidade do empreendimento, na fase do projeto e na disponibilidade dos integrantes das equipes.

3.1.5.2 Definição de escopo

Uma vez elencado o projeto, propõe-se a realização de uma reunião inicial para delinear as diretrizes da modelagem em conjunto com o coordenador de projetos encarregado. Nessa reunião, consolidam-se os objetivos do modelo, as disciplinas a modelar, os usos do BIM a serem aplicados, o cronograma inicial, e define-se o nível de detalhamento a ser solicitado. Nos casos em que as bases dos projetos já estão consolidadas, também propõe-se a realização uma análise da quantidade e da qualidade das informações contidas no projeto. De posse dessas informações, determina-se qual é o melhor momento para iniciar a modelagem.

Figura 11 – Macrofluxo



Fonte: Estudo de Caso

3.1.5.3 Fase Planejamento: processo de contratação

O processo de contratação existente foi levantado mediante entrevistas com os integrantes da equipe, pois não havia nenhum processo documentado. Observou-se que existiam muitas iniciativas individuais, mas não havia um processo consolidado. Um dos motivos apontados foi que a empresa tinha sofrido muitas mudanças de diretores nos últimos dois anos, e com cada nova diretoria, o processo de projeto e as responsabilidades atribuídas às equipes era alterada. Outro motivo observado foi que não havia um responsável designado para liderar o registro dos processos e procedimentos da área, sendo assim, o foco da equipe se concentrou na coordenação dos projetos.

O processo de contratação proposto inicia-se pelo convite aos fornecedores para participarem de uma concorrência, com o objetivo de realização do projeto ou de uma modelagem BIM. Uma vez aceito, encaminha-se uma carta convite contendo: objetivos principais da modelagem, escopo da proposta, disciplinas a modelar, detalhamento do modelo, diretrizes de organização da modelagem, entregáveis, *softwares* a utilizar e forma de pagamento dos serviços. Junto à carta convite, são enviados dois documentos adaptados pela empresa estudada: (1) Nível de Detalhamento, (2) Diretrizes de Modelagem.

- 1) Nível de Detalhamento: percebeu-se que, sempre que uma proposta BIM era solicitada, cada fornecedor estabelecia um nível de detalhamento diferente, o que tornava difícil a equalização das propostas. Para evitar esse problema, criou-se um documento padrão baseado em algumas entrevistas realizadas com o gerente de projetos e os gerentes de obra, aqui especifica-se quais são as informações geométricas e não geométricas que devem constar na modelagem e que são consideradas necessárias pela empresa.

Figura 12 – Nível de detalhamento da empresa estudada

Nº	Informação Geométrica Requerida	Unid.	Informação Não Geométrica Requerida	Nível de detalhamento			
				LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
9	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, ATERRAMENTO, AUTOMAÇÃO e DETECÇÃO DE INCÊNDIO						
9.1	Eletrocalhas, Perfilados e Barramentos	m		X	X	X	X
9.2	Eletrodutos $\geq 1\ 1/2"$	m		X	X	X	X
9.3	Eletrodutos $\leq 1\ 1/2"$ (3)	m			X	X	X
9.4	Conexões (conduletes) $\geq 1\ 1/2"$	Unid.		X	X	X	X
	Conexões (conduletes) $\leq 1\ 1/2"$ (3)				X	X	X
9.5	Luminárias	Unid.		X	X	X	X
9.6	Sensores, Detectores de fumaça, Câmeras	Unid.		X	X	X	X
9.7	Tomadas, Interruptores e Caixas de passagem	Unid.		X	X	X	X
9.8	Quadros elétricos, Painéis, Racks, Medidores	Unid.		X	X	X	X
9.9	Geradores, transformadores e etc.	Unid.		X	X	X	X
9.10	Suportes	Unid.				X	X
9.11			Nome	X	X	X	X
9.12			Tipo	X	X	X	X
9.13			Dimensões (Diâmetro, comprimento, etc.)	X	X	X	X
9.14			Material (ex: Aço galvanizado)	X	X	X	X
9.15			Nível de referencia	X	X	X	X
9.16			Descrição Característica		X	X	X
9.17			Fabricante (1)			X	X
9.18			Modelo (1)				X

Fonte: Empresa estudada

- 2) Conforme a Figura 13, no eixo vertical, a planilha se divide por disciplina e por seus elementos. No eixo horizontal, está dividida por informação geométrica, não geométrica e nível de detalhamento (LOD) determinado para a modelagem em questão. Considera-se nesse documento que as informações geométricas se referem aos objetos que deverão estar modelados. A informação não geométrica relaciona-se à informação que deverá ser atribuída a esses objetos. O nível de detalhamento determinado está vinculado ao objetivo final do modelo. Por exemplo, quando o modelo é exclusivamente utilizado para compatibilização, é estabelecido um nível de detalhamento 200, considerado mais simples; quando o objetivo final for extração de informações ou suporte para obra, o nível de detalhamento especificado sobe para 300 ou 400, dependendo do caso.
- 3) Quando o modelo for realizado por escritórios de projeto, estabeleceu-se que a empresa utilize um outro documento além do nível de

detalhamento convencional. Conforme se observa na Figura 14, a tabela é uma adaptação do documento *Model Element Author Table*, extraída do documento G202-2013 da AIA, em que o nível de detalhamento do modelo possui variações por fase de projeto e são definidas as responsabilidades de cada uma das partes. A diferença do documento de nível de detalhamento é que este deve ser preenchido em conjunto com os participantes do projeto.

Figura 13 – Escopo de modelagem

DADOS				LEGENDA									
PROJETO	XXXX			A	Arquitetura	IE	Inst. Elétrica	CX	Caixilhos				
DATA DE INICIO	XXXX			E	Estrutura	IH	Inst. Hidraul	VD	Vedação				
NOME PLANO DE EXECUÇÃO	XXX			F	Fundação	IA	Inst. Ar Con	X					
Nº	Disciplina	Elemento do Modelo	FASE ANTEPROJETO			FASE PRE-EXECUTIVO			FASE EXECUTIVO / LO				
			DATA	LOD	NOTAS	DATA	LOD	NOTAS	DATA	LOD	NOTAS		
			MEA	LOD	NOTAS	MEA	LOD	NOTAS	MEA	LOD	NOTAS		
1 ARQUITETURA													
1.1	Espaços	Delimitação de espaços	A	200			300		A	300			
1.2	Paredes: Alvenarias, Elementos vazados, Enchimentos e Drywall												
		Alvenarias, Elementos Vazados	A	200		A	300		A				
		Drywall	A	200		A	300		A				
		Enchimentos	A	200		A	300		A				
		Muros e muretas	A	200		A	300		A				
		Acabamentos (ceramico, pintura)				A	300		A				
		Furações em alvenaria				A	100		A			100	
1.3	Fachada (Pele de vidro)												
		Estrutura metálica	A	200		A	300		A			300	
		Sistemas de fixação do vidro, ferragens, etc.							A			300	
		Painéis (vidro, concreto ou veneziana)							A			300	
1.4	Divisórias												

Fonte: Estudo de Caso

- 4) Diretrizes de Modelagem: o segundo documento proposto refere-se às diretrizes para a organização da modelagem e das entregas correspondentes. Seu objetivo é apresentar e comunicar aos fornecedores os requisitos que deverão ser atendidos. Este documento se divide em três partes, que aparecem detalhadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Conteúdo do documento: Diretrizes de Modelagem

Seção	Conteúdo
Padrões	<ul style="list-style-type: none"> - Orientações para a entrega dos modelos - Orientações para a modelagem dos objetos - Orientações para entrega de relatórios de <i>status</i> das informações - Estratégia adotada para manutenção predial através do modelo BIM
Colaboração e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Orientações para a formalização das reuniões - Fluxo de colaboração - Gerenciamento de arquivos - Protocolos de comunicação - Configuração de e-mails - Configuração de solicitação de informações (RFI)
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Listagem de itens que a ser verificados na auditoria de modelagem - Lista de verificação

Fonte: Estudo de caso

Nos casos em que o fornecedor é novo para a empresa, propõe-se enviar também um questionário com 18 perguntas, a fim de avaliar sua experiência e conhecimento em relação à modelagem da informação. O questionário foi adaptado do documento *BIM Capability Questionnaire*, da *CPIx BIM Assesment Form V1.0*. Seguem algumas perguntas do questionário:

- O que BIM significa para a sua organização?
- Quem dirige BIM dentro da organização?
- Quem dirige BIM dentro do(s) escritório(s)? Como está formada a equipe?
- A sua organização tem padrões BIM?
- Quem dirige BIM em cada projeto, quais são os seus títulos e responsabilidades?
- Quais são seus planos futuros para a implementação BIM em relação ao pessoal e seu comando, e treinamentos do processo?
- O que significa interoperabilidade para você?

Com esse questionário, pretende-se não somente avaliar o conhecimento em relação à modelagem da informação da construção, mas também

entender qual é a estratégia BIM do fornecedor avaliado. Um exemplo desse questionário consta no Anexo 1 desta monografia.

3.1.5.4 *Escolha do fornecedor*

Uma vez recebida a proposta comercial, a equipe realiza a escolha do fornecedor e inicia-se a elaboração do contrato. Para tanto, foi proposta a adequação dos contratos de projetos utilizados pela empresa, incluindo cláusulas relativas ao novo processo. Utilizou-se como referência algumas cláusulas extraídas da sede da empresa no Reino Unido, que iniciou sua implantação há quatro anos. A seguir, algumas das cláusulas incluídas:

- “A contratada deverá garantir a integridade e consistência das informações do modelo BIM e suas respectivas extrações em pdf / dwg/ exe em todas as fases do projeto”.
- “Os modelos serão combinados num modelo federado pela empresa-caso, onde serão apontadas ocorrências, inconsistências e colisões com outras disciplinas. Caso atinjam a disciplina em questão, esta deverá fornecer todos os esclarecimentos necessários, absorver as modificações correspondentes e atualizar seu modelo”.
- “A contratada é responsável pela compatibilização dos elementos da sua disciplina, os modelos de cada disciplina deverão ser entregues compatibilizados”.
- “Qualquer ocorrência detectada na integração com as outras disciplinas deverá ser apontada junto com uma proposta de solução. Caso a solução precise da participação das outras disciplinas, deverá ser avisado a empresa-caso que tomará as providências necessárias”.
- “Quando necessário, a contratada deverá participar de reuniões de coordenação BIM”.
- “A contratada deverá atender o plano de execução BIM do projeto e suas diretrizes em todas as fases do projeto”.

- “A contratada deverá desenvolver os modelos utilizando softwares, versões, unidades, origens de projeto, coordenadas e orientação conforme especificado no plano de execução”.
- “Os modelos deverão ser enviados periodicamente ou conforme estabelecido no plano de execução independente dos cadastros formais do projeto”.
- “A contratada deverá produzir os modelos BIM com o nível de especificações e detalhamentos requeridos para cada fase do projeto”.

Com essas cláusulas, pretende-se evitar a falta de comprometimento das empresas de projeto em relação à entrega do modelo BIM.

3.1.5.5 *Fase Execução: reunião de kick-off*

O processo começa com uma reunião *kick-off* envolvendo todos os participantes do processo. Nessa reunião, apresenta-se o Plano de Execução BIM do modelo numa versão inicial, para que seja discutido por todos os envolvidos.

O documento Plano de Execução BIM foi proposto com base no *BIM Project Execution Planning Guide*, da Universidade da Pensilvânia, porém, com algumas adaptações. No Quadro 7 estão descritos os tópicos do plano de execução da empresa estudada.

Quadro 7 – Conteúdo do documento: Plano de Execução do estudo-caso

Seção	Conteúdo
Informação Geral	<ul style="list-style-type: none"> - Informações do projeto - Principais contatos - Representantes BIM
Gestão do Modelo	<ul style="list-style-type: none"> - Escopo - Processos BIM aplicados ao modelo em questão - Nível de detalhamento - Organização da modelagem (nomenclaturas, coordenadas e ponto de origem, locação de eixos, considerações particulares, estrutura do modelo, etc.) - Matriz de Responsabilidades - Cronograma - Tecnologia envolvida no processo
Colaboração e Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de reuniões realizadas - Processo para troca de informações (gerenciadores de arquivos, permissões, formatos de arquivos) - Protocolos de comunicação
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> - Processo de verificação da qualidade

Fonte: Estudo de caso

Na reunião inicial, todos os envolvidos são convidados a participar do preenchimento do Plano de Execução BIM, já que esse documento é considerado essencial para o processo, pois permite que qualquer pessoa entenda os objetivos do modelo, usos aplicados, organização do modelo, etc., em qualquer estágio do projeto.

3.1.5.6 *Execução do serviço*

A partir da contratação dos projetos-piloto, foram identificados alguns processos recorrentes na rotina de trabalho da equipe de projetos referentes à modelagem da informação da construção e que envolvem fornecedores externos:

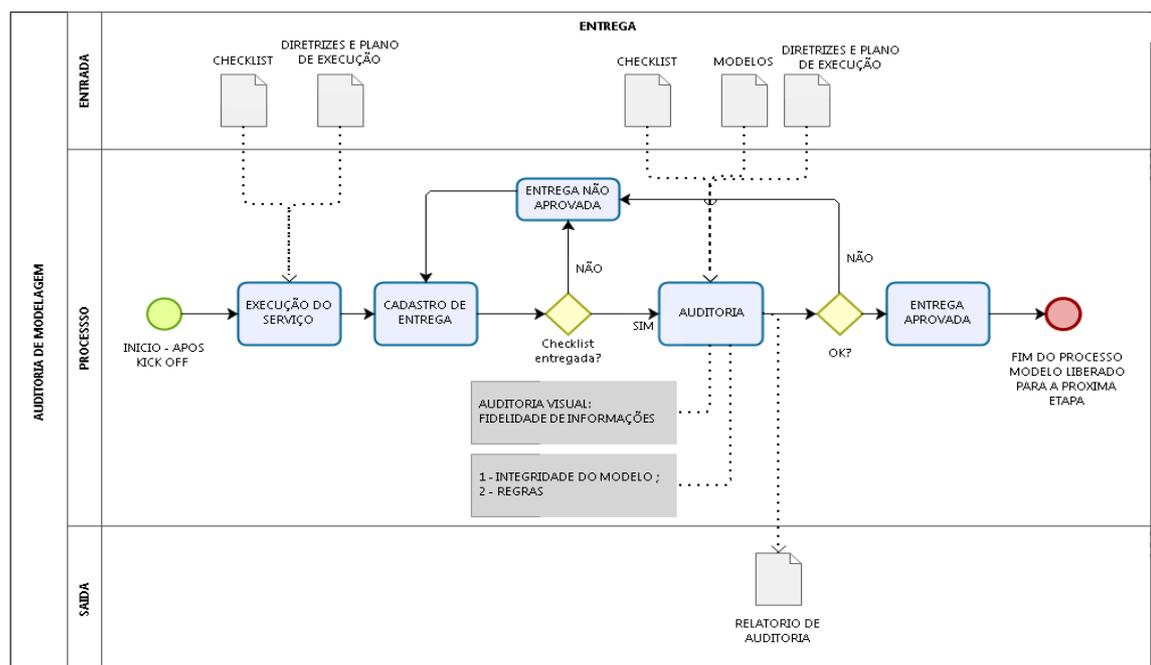
- A contratação de uma compatibilização BIM executada por um fornecedor externo à empresa.
- A contratação de uma modelagem executada por um fornecedor externo.

- A contratação de projetistas que projetem em BIM.

3.1.5.7 Verificação da qualidade do modelo

Delineou-se um processo de auditoria para analisar as entregas efetuadas pelos projetistas ou modeladores terceirizados, independentemente do escopo contratado. Considera-se que o mesmo começa na reunião *kick-off* do projeto, quando se apresenta o plano de execução e se explica o método a ser utilizado para a conferência da qualidade do modelo. O processo está apresentado na Figura 15.

Figura 14 – Processo de auditoria



Fonte: Estudo de Caso

De acordo com o Quadro 8, o método baseia-se na apuração de itens relativos à integridade geral dos modelos e em itens específicos de cada disciplina.

Quadro 8 – Critérios de análise de modelagem

Item	Descrição	Ferramenta
Integridade Geral	A avaliação inclui, mas não se limita a: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar se há componentes flutuantes ✓ Verificar que o ponto de origem dos modelos seja o pré-determinado para todas as disciplinas ✓ Verificação de atendimento às diretrizes (nomenclaturas, parametrização, associação de elementos a níveis, versões, etc.) ✓ Verificar que os componentes estejam na hierarquia/classificação correspondente ✓ Verificar que não há elementos duplicados ✓ Verificar que os modelos estejam purgados ✓ Inclusão de níveis e eixos conforme projeto 	Inspeção Visual / Solibri Model Checker ou Autodesk Navisworks
Modelagem Arquitetura	A avaliação inclui, mas não se limita a: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Integridade Geral + ✓ Verificar que o conteúdo da modelagem esteja de acordo ao LOD contratado ✓ Verificar que os materiais estão carregados nos componentes (se aplicável) ✓ Componentes identificados corretamente ✓ Associação dos componentes ao nível correspondente ✓ Verificação de encontros entre paredes ✓ Verificar que os ambientes (<i>rooms/spaces</i>) não estejam duplicados ou sem nome 	Inspeção Visual / Solibri Model Checker ou Autodesk Navisworks
Modelagem Estruturas	A avaliação inclui, mas não se limita a: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Integridade Geral + ✓ Verificar que o conteúdo da modelagem esteja de acordo ao LOD contratado ✓ Verificação de que Pilares, Vigas, Lajes estejam modeladas por nível ✓ Parâmetros incluindo o nome dos componentes ✓ Modelagem de Furações em vigas e lajes ✓ Materiais e especificação do concreto e etc. 	Inspeção Visual / Solibri Model Checker ou Autodesk Navisworks
Modelagem Instalações	A avaliação inclui, mas não se limita a: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Integridade Geral + ✓ Modelagem de sistemas ✓ Continuidade das tubulações e conexões ✓ Luminárias modeladas por nível e associadas ao forro correspondente ✓ Verificar que Materiais, diâmetros, declividades, isolamentos estão incorporados 	Inspeção Visual / Autodesk Navisworks Clash Detective
Detecção de colisões externa	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Será verificado que todas colisões pertinentes estejam incluídas nos relatórios 	Inspeção Visual / Autodesk Navisworks Clash Detective

Fonte: Estudo de Caso

Na reunião *kick-off* também é disponibilizada uma lista de verificação do modelo, conforme se observa na Figura 16.

Figura 15 – Lista de verificação de integridade

Item	Descrição	Aplicável?	Inspecção	Verificação	Aprovado?
		S ou N	S ou N	S ou N	S ou N
	Geral				
1	A vista de abertura do modelo esta completa conforme Diretrizes BIM (Nome de arquivo, Historico de Revisões, Disciplina)?	S			
2	As coordenadas do modelo estão conforme projeto ?	S			
3	Foram eliminados os arquivos de suporte (dwg, pdf, etc)?	S			
4	Os eixos de projeto estão incorporados?	S			
5	O nome do arquivo está conforme as Diretrizes BIM ou Plano de execução do projeto ?	S			
6	O nome dos arquivos de exportações está conforme as Diretrizes BIM ou Plano de execução do projeto ?	S			
7	Os níveis estão criados conforme projeto?	S			
8	Os níveis estão corretamente nomeados conforme as Diretrizes BIM ou Plano de execução do projeto ?	S			
9	Os Ambientes/espacos (Rooms/Spaces) estão inseridos, delimitados e nomeados corretamente?	S			
10	Foram eliminados os ambientes/espacos (Rooms/Spaces) duplicados?	S			
11	Os parametros criados de forma clara e sem abreviaturas?	S			
12	Estão incluídos todos os parametros referentes ao LOD do projeto?	S			
13	Os objetos estão nomeados conforme especificado nas Diretrizes BIM ou Plano de execução do projeto?	S			
14	Todos os elementos duplicados foram eliminados ?	S			

Fonte: Estudo de Caso

Determinou-se como requisito que o fornecedor entregue a lista de verificação preenchida junto ao cadastramento dos modelos. A implementação desse documento tem por finalidade que os fornecedores externos executem um controle de qualidade prévio à entrega; dessa maneira, realiza-se uma primeira triagem dos problemas mais evidentes que possam surgir nos modelos. Recomenda-se que essa lista seja utilizada durante a execução do serviço contratado, permitindo que o autor do modelo garanta a confiabilidade de seus entregáveis.

Conforme apresentado na Figura 17, a lista de verificação elenca uma série de questões relacionadas à integridade dos modelos elaborados com a ferramenta Autodesk Revit, utilizada pela empresa. É constituída de um cabeçalho com os dados do modelo em questão, os responsáveis correspondentes pela inspeção e verificação do modelo, e quatro colunas chamadas de:

- Aplicável (S/N): é preenchida pela empresa-caso e indica se o item aplica-se ao modelo;
- Inspecção (S/N): é preenchida pelo fornecedor e indica se o item foi controlado antes da realização da entrega;

- Verificação (S/N): preenchida pela empresa-caso, indica se o item foi verificado;
- Aprovado (S/N): preenchido pela empresa-caso, indica se o item verificado foi aprovado. Caso existam itens não aprovados, solicita-se um novo cadastramento da entrega.

Figura 16 – Explicação da Lista de Verificação

O diagrama ilustra a estrutura da Lista de Verificação, dividida em seções técnicas e de integridade do modelo, com campos para inspeção e verificação. Abaixo, as explicações para os campos de entrada:

Item	Descrição	Aplicável?	Inspeção	Verificação	Aprovado?
		S ou N	S ou N	S ou N	S ou N
1	A vista de abertura do modelo esta completa conforme Diretrizes BIM (arquivo, Historico de Revisões, Disciplina)?	S			S
2	As coordenadas do modelo estão conforme projeto ?	S			N

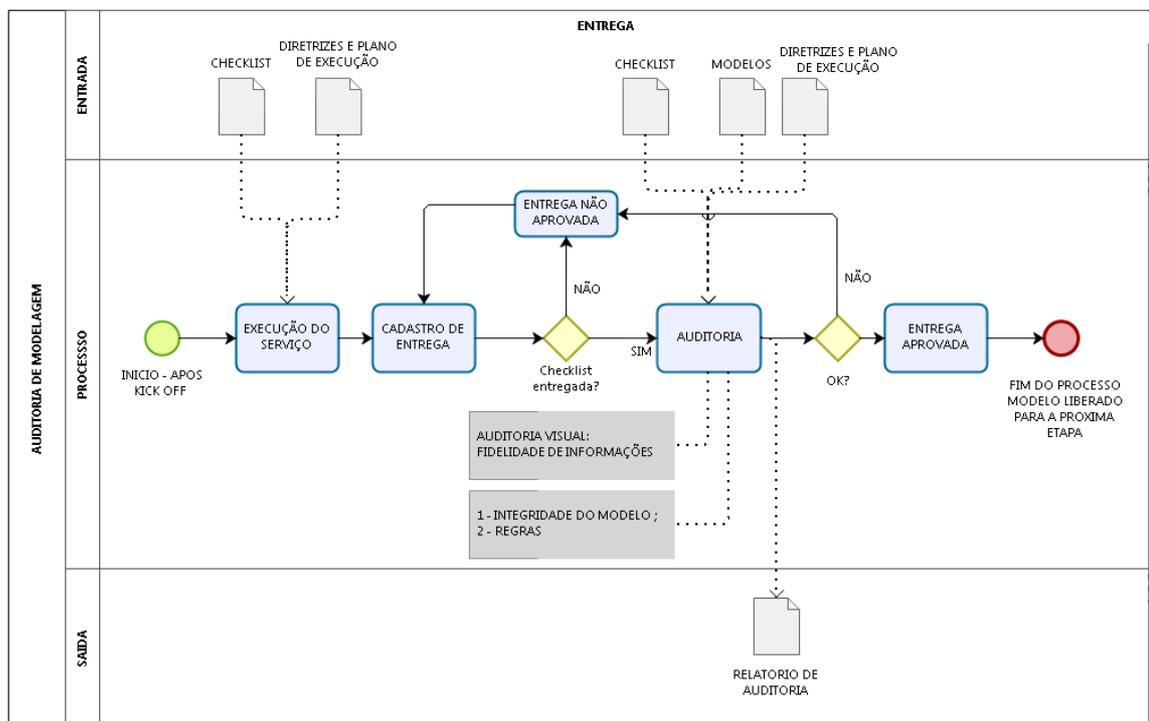
Explicações dos campos de entrada:

- Aplicável (S ou N):** Campo a ser preenchido pela empresa-caso, indicando se o item é aplicável ao escopo do modelo.
- Inspeção (S ou N):** Campo a ser preenchido pelo fornecedor, indicando com SIM (S) ou NÃO (N) se foi realizada a inspeção do item.
- Verificação (S ou N):** Campo a ser preenchido pela empresa-caso, indicando com SIM (S) ou NÃO (N) se os itens da coluna inspeção foram inspecionados.
- Aprovado:** Campo a ser preenchido pela empresa-caso, indicando com SIM (S) ou NÃO (N) se após realizada a verificação os itens foram aprovados.

Fonte: Estudo de Caso

De acordo com a Figura 18, uma vez realizado o cadastramento da entrega, observa-se se a lista de verificação preenchida foi concluída; caso contrário, solicita-se que o fornecedor efetue um novo cadastro.

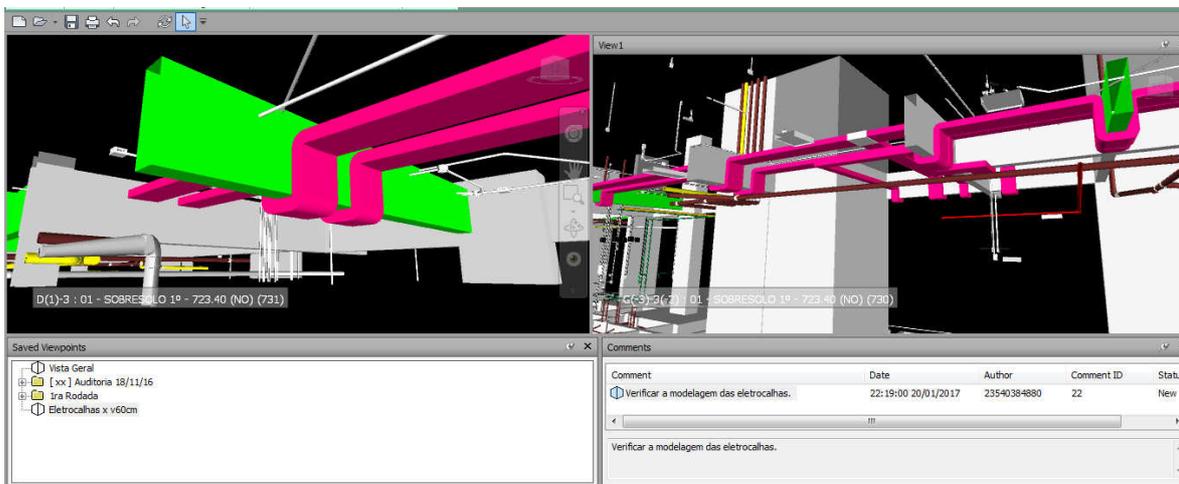
Figura 17 – Processo de auditoria



Fonte: Estudo de Caso

Após recebimento da entrega, propõe-se a elaboração de uma auditoria de modelagem para checagem do atendimento de cada um dos itens da lista de verificação, avaliando se os itens foram aprovados ou não. Quando se encontram itens não atendidos, estes são apontados de duas maneiras, dependendo da natureza da ocorrência. Itens relacionados à modelagem dos objetos e sua posição no espaço são apontados na ferramenta Autodesk Navisworks, com a utilização do recurso “viewpoints” e “comments”, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 18 – Processo de auditoria



Fonte: Estudo de Caso

Itens referentes a padrões e qualidade dos dados são apontados num relatório no formato Excel, onde se apresenta uma imagem da ocorrência, a descrição do problema, a designação de responsável e um campo para respostas. Um exemplo disso pode ser observado na Figura 20.

Figura 19 – Relatório de Auditoria

Nº	Imagem	Descrição	Resposta
COO-001	<ul style="list-style-type: none"> SD03-ARC-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc <ul style="list-style-type: none"> Base (N.A.) SD03-ARC-PR-0000-T001-SS01-R00.rvt : SD03-01/18 : location SD03-01 <No level> Base (N.O.) Base (N.A.) SD03-ARC-PR-0000-T001-TERR-R00.rvt : SD03-01/19 : location SD03-01 <ul style="list-style-type: none"> <No level> Base (N.O.) Base (N.A.) SD03-ARC-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc SD03-ARC-PR-0000-T001-SS01-R00.rvt : 26 : location SD03-01 SD03-ARC-PR-0000-T001-TERR-R00.rvt : 27 : location SD03-TR SD03-ELE-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc SD03-EST-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc SD03-FUH-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc SD03-HID-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc SD03-PSF-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc SD03-TOP-PR-0000-T001-GERL-R00.nwc 	<p>Observação: A nomenclatura dos níveis deverá estar conforme diretrizes. Corrigir,</p> <p>Referência: SD03-ARC-PR-0000-T001-EMBS-R00.nwc</p> <p>Responsável: XXXXXX</p> <p>Status: PENDENTE</p>	<p>Atendido parcialmente.</p> <p>Os nível denominado subsolo deve ser chamado de sobressolo conforme especificado no projeto de arquitetura.</p> <ul style="list-style-type: none"> SD03-COO-PR-0000-T001-EMBS-R01-Aud.mxd SD03-ARC-PR-0000-T001-EMBS-R01.nwc <ul style="list-style-type: none"> SUBSOLO 1º - 723.45 (NA) <No level> SUBSOLO 1º - 723.40 (NO) SUBSOLO 1º - 723.45 (NA) SD03-ARC-PR-0000-T001-TERR-R01.rvt : SD03-01/19 : location SD03 <No level> TERRREO - 727.00 (NO) S2 - TERRREO - 727.05 (NA) SD03-ARC-PR-0000-T001-EMBS-R01.nwc SD03-ARC-PR-0000-T001-SS01-R01.rvt : 26 : location SD03-01 SD03-ARC-PR-0000-T001-SS01-R01.rvt : 27 : location SD03-01 SD03-ARC-PR-0000-T001-SS01-R01.rvt : 28 : location SD03-01 SD03-ELE-PR-0000-T001-EMBS-R01.nwc SD03-ELE-PR-0000-T001-TERR-R01.rvt : 131 : location SD03-01 SD03-ELE-PR-0000-T001-SS01-R01.rvt : 132 : location SD03-01 <No level> SUBSOLO 1º - 723.40 (NO)

Fonte: Estudo de Caso

Uma vez recebidas as respostas aos relatórios, os modelos deverão ser verificados novamente para aprovar ou não a entrega. Caso existam itens inconclusivos, o ciclo começa novamente até que as ocorrências sejam zeradas.

3.1.5.8 Avaliação do fornecedor

Na Área de Projetos, o processo BIM encerra-se quando atingidos os objetivos estabelecidos no plano de execução e atendidas todas as auditorias. Quando o fornecedor não participa das próximas etapas do modelo, o fornecedor é avaliado por essa área. No momento de realizar o levantamento das informações do estudo de caso, não existia procedimento consolidado pela área. Porém, informalmente, a equipe envolvida e o especialista BIM realizam uma avaliação dos seguintes aspectos:

- Clareza de representação e comunicação
- Fidelidade às informações de projeto
- Atendimento ao escopo de contrato
- Conhecimento e competência na atividade contratada
- Cumprimento do prazo total de entrega
- Participação em reunião, disponibilidade quando solicitados esclarecimentos
- Trato interpessoal
- Tempo de retorno/resposta

3.1.6 Ferramentas da Qualidade aplicadas ao Processo BIM

Como síntese, seguem discriminadas as ferramentas propostas durante as diferentes fases do processo

Planejamento/Contratação

- Carta Convite BIM
- Contrato com cláusulas específicas
- Plano de Execução BIM

- Documento Nível de Detalhamento
- Documento de diretrizes de organização da modelagem
- Questionário de Avaliação de novos fornecedores

Execução

- Documento de critérios de avaliação da modelagem
- Lista de Verificação de Integridade dos Modelos BIM
- Modelos de auditoria apoiados com relatórios de verificação

A empresa informou que, logo após testar algumas dessas ferramentas, percebeu que ainda são necessárias algumas melhorias. Por exemplo, deverão ser criadas ferramentas como *templates* de modelagem e instrutivos detalhando como deverão ser modelados alguns elementos, a fim de que atendam aos critérios orçamentários da empresa. A empresa também identificou que o documento intitulado de nível de detalhamento precisará passar por uma adequação, para que as informações que hoje são definidas pelos níveis 200, 300 e 400, passem a ser definidas por objetivos de modelagem (compatibilização, extração de quantidades e etc). Dessa forma, as discussões relacionadas às informações que devem estar contidas nos modelos sejam minimizadas.

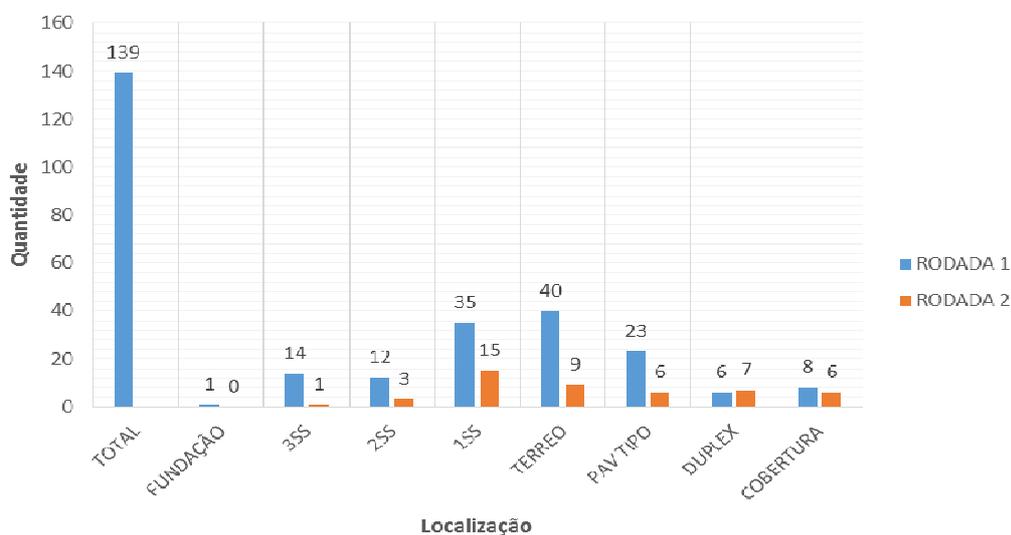
3.1.7 Resultados Obtidos

A empresa objeto do estudo de caso acredita que ainda há muito trabalho por ser feito, como acontece em toda implantação de um novo processo; no entanto, informou que, depois de um ano da implantação, já foram colhidos alguns resultados:

- As reuniões de compatibilização são mais produtivas entre os participantes e os problemas podem ser evidenciados com maior clareza.

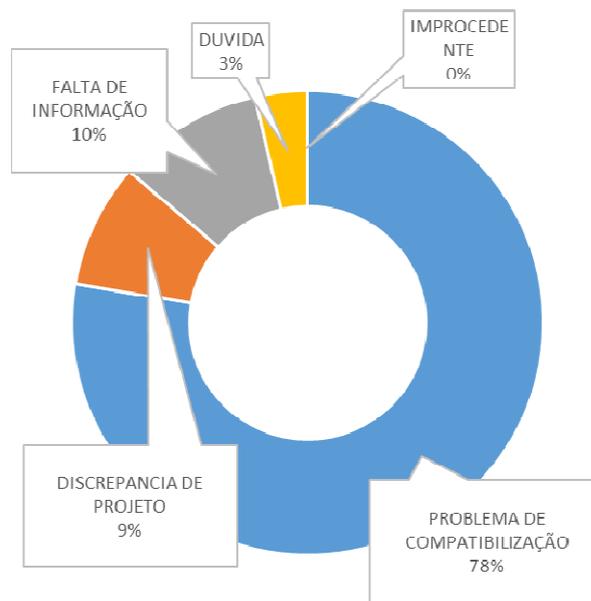
- Os engenheiros de obra conseguem ter uma visão mais clara do que será construído e, ainda na fase de projeto, conseguem realizar modificações que facilitarão a execução dos serviços.
- Realizaram-se comparativos de extrações de quantidades manuais e através das ferramentas BIM, com o objetivo de detectar possíveis desvios.
- Em relação à qualidade do projeto, identificou-se que houve uma melhoria significativa nas informações de um dos projetos-piloto. Após a realização de duas rodadas de compatibilização, foram detectados 139 problemas de projeto, divididos entre problemas de compatibilização, falta de informações de projeto e discrepância de projetos e dúvidas, conforme observado nas Figuras 21 e 22. A detecção desses problemas na fase de projeto já representa uma diminuição de solicitações da obra para a equipe de projeto durante a execução, evitando execuções diferentes daquelas estabelecidas em projeto.

Figura 20 – Quantidade de problemas encontrados



Fonte: Empresa Estudo de Caso

Figura 21 – Classificação dos problemas encontrados



Fonte: Empresa Estudo de Caso

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante análise do estudo de caso, foi possível constatar a importância das ferramentas de qualidade na gestão do processo de projeto BIM, com o intuito de melhorar o conteúdo das informações de projetos.

Observou-se que o desenho de um fluxo de trabalho permite que os participantes do processo compreendam melhor as atividades que serão levadas a cabo, possibilitando a previsão de suas ações e reconhecendo quais serão as ferramentas necessárias para levar adiante o processo sem interrupções. Um planejamento eficiente é fundamental para o sucesso do projeto, seja de maneira convencional ou através da tecnologia BIM.

A criação e posterior utilização de ferramentas possibilita que o projeto seja conduzido atendendo às expectativas da empresa, e torna-se essencial que estas sempre sejam documentadas e transmitidas de maneira clara para que sejam absorvidas por todos os intervenientes do processo.

Resgata-se do estudo de caso que ferramentas de controle de qualidade para o modelo BIM devem ser implementadas, sem hesitação, em qualquer projeto. Primeiramente, as empresas devem estabelecer padrões e procedimentos e, em sequência, elaborar critérios para análise do seu cumprimento, comunicando-os aos possíveis fornecedores já em fases de concorrência. Com isso, são evitados futuros mal-entendidos relacionados ao escopo e à veracidade das informações das entregas.

Em razão de ainda ser considerado um processo inovador, poucos profissionais possuem experiência para realizar o controle de qualidade das informações de um modelo BIM; para tanto, a utilização de listas de verificação e a capacitação dos profissionais nos usos dessas ferramentas não pode faltar dentro dos processos da empresa. Os profissionais devem ser treinados para “receber” informações nessa nova plataforma.

Destaca-se do estudo de caso o interesse da empresa em conhecer melhor as empresas de projeto que trabalharam e contribuíram com a implantação do BIM. Sem os parceiros adequados, entende-se que a implantação corra perigo,

levando a resultados frustrantes ou até a invalidação do processo.

Como sínteses das ferramentas aplicadas, identifica-se que algumas delas ainda precisam ser melhoradas. Por exemplo, e conforme proposto pela própria empresa estudada, o documento Nível de Detalhamento pode ser ainda adequado conforme os objetivos que serão atribuídos ao modelo. Uma vez que a empresa começa a incorporar novos usos do BIM, mais especificações deverão ser documentadas.

As diretrizes de organização da modelagem também deverão ser retroalimentadas com as experiências que a empresa venha a ter no futuro. Propõe-se para a empresa estudada que seja realizado um plano de qualidade BIM, no qual sejam elencados um número maior de ferramentas de apoio aos processos, como tutoriais ou procedimentos práticos para que as equipes entendam como devem proceder.

Também sugere-se a implementação de *softwares* de verificação de modelos para complementar o processo de auditoria, criando regras para verificação de padrões que reduzam o tempo de elaboração desses documentos. Como parte da difusão do processo para os fornecedores da empresa, propõe-se que sejam utilizados os modelos 3D como meio de comunicação, evitando, dessa forma, a geração de relatórios e documentos adicionais.

Com os resultados obtidos, nota-se claramente que a empresa conseguiu atingir uma das metas estabelecidas, melhorando a qualidade de seus projetos mediante a implantação da modelagem da construção. Ao longo do estudo de caso, observou-se que o entendimento do projeto mudou em relação ao processo convencional tanto para as equipes de projeto quanto para as equipes de obra, mediante o reconhecimento de possíveis problemas e o entendimento do projeto como um todo durante a fase de projeto.

No entanto, a empresa ainda tem um longo caminho a ser percorrido. Entende-se que a criação ferramentas não é suficiente. A empresa ainda precisa rever seus processos atuais e entender que uma implantação completa requer o comprometimento de todas as suas áreas, inclusive de sua alta gerência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, M. W. **Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção**. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2013.187 p.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR ISO 9000-1:2015. Normas de gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015 c, 44 p.

AMORIM, Sérgio Roberto Leusin; SOUZA, Livia Laubmeyer Alves de; LYRIO, Arnaldo de Magalhães. IMPACT FROM THE USE OF BIM IN ARCHITECTURAL DESIGN OFFICES: REAL ESTATE MARKET OPPORTUNITIES. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 26-53, 15 dez. 2009. Universidade de São Paulo, Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBiUSP. <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v4i2.100>.

ARROTÉIA, Aline Valverde. **Gestão do projeto e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da preparação da execução de obras (PEO)**. 2013. 274 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

BIRNBERG, H. G. **Project management for building designers and owners**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 1998. 256 f.

CBIC. Fluxos de trabalho BIM – Parte 4: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: CBIC, 2016. 100 p.: il. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, v. 4).

CBIC. Formas de contratação BIM – Parte 5: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: CBIC, 2016.104 p.: il. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, v. 5).

CBIC. Fundamentos BIM – Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: CBIC, 2016. 100 p.: il. (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, v.1).

CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no BRASIL – TIC 2011. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, jan.-jun. 2013. <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v8i1.232>.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. 2008. **BIM Handbook A guide to building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.

COELHO, K. M.; SILVA, T. F.; MELHADO, S. B. Implementação da modelagem da informação da construção em empresa de arquitetura: um estudo de caso. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. Educ. rev., Curitiba , n. 16, p. 181-191, Dec. 2000 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-602000000200013&lng=en&nrm=iso>. access on 07 May 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.214>.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍÁ, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo da sequência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, n. 18, 1998, Niterói. Anais... Niterói: UFF.TEP, 1998a. CDROM: il.

FARIA, Diego R. G.; BARROS, Mércia M. S. B.; SANTOS, Eduardo T. Proposição de um protocolo para contratação de projetos em BIM para o mercado da construção civil nacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

FARINA, H.; COELHO, K. M. Impactos na coordenação de projetos assistida pela modelagem da informação da construção. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

FILIPPI, Giancarlo Azevedo de; MELHADO, Sílvio Burrattino. Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.161-173, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000300033>.

FORMOSO, C. T.; TZORTZOPOULOS, P; JOBIN, M. and Liedtke, R. Developing a protocol for managing the design process in the building industry. Sixth Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-6), Guarujá, Brazil.

HARON, Ahmad Tarmizi; MARSHALL-PONTING, Amanda Jane; AOUAD, Ghassan. Building Information Modelling in integrated practice. **2nd Construction Industry Research Achievement International Conference**. Kuala Lumpur, Malaysia, 5 nov. 2009. Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/16624/2/paper_ciraic_2_Ahmad_Haron.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2016.

HARON, A. T.; MARSHALL-POINTING, A. J.; AOUAD, G. 2009. Building information modelling in integrated practice. In: 2nd Construction Industry Research Achievement International Conference (CIRIAC 2009), 3rd-5th

November 2009, Kuala Lumpur, Malaysia.

ISIKDAG, Umit; UNDERWOOD, Jason. Two design patterns for facilitating Building Information Model-based synchronous collaboration. **Automation in Construction**, [s.l.], v. 19, n. 5, p. 544-553, ago. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.006>.

JUSTI, Alexander Rodrigues. IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA REVIT NOS ESCRITÓRIOS BRASILEIROS. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 140-152, 5 jun. 2008. Universidade de São Paulo. Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBiUSP <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v3i1.56>.

KREIDER, Ralph G.; MESSNER, John I. (2013). **The uses of BIM: Classyfing and Selecting BIM Uses**. Version 0.9, September, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. <http://bim.psu.edu>.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo, 2013. 325 p.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. 294 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

MELHADO, Silvio; PINTO, Ana Carolina. Benefícios e Desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos. **Sibragec Elagec 2015**. São Carlos, São Paulo, p. 511-518. Out. 2015. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/sibraelagec2015/artigos/anais_SIBRAGEC_ELAGEC_2015.pdf>. Acesso em: 23 out. 2016.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. Overview, Principles and Methodologies. Washington: National Institute of Building Sciences, 2007. 182 p.

PENNSYLVANIA. Computer Integrated Construction Research Program. (2011). BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1. May, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. 127 p.

ROMANO, Fabiane Vieira; BACK, Nelson; OLIVEIRA, Roberto de. A Importância da Modelagem do Processo de Projeto para o Desenvolvimento Integrado de Edificações. In: I Workshop Nacional: Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 22 e 23 de novembro de 2001, São Carlos, SP. Anais... São Carlos, SP: EESC–USP, 2001. CD-ROM : il.

SACKS, R.; TRIBELSKY, E. Measures of Information Flow for Lean Design in Civil Engineering. In: Proceedings of CME25 Construction Management and Economics: Past, Present and Future, 2007, London, UK, University of Reading. **Proceedings**. 2007.

SOUZA, Flavia; WYSE, Mariana; MELHADO, Silvio Burratino. The Brazilian Design Manager Role and Responsibilities after the BIM Process Introduction. In: CIB WBC 2013, Queensland, 2013. Proceedings...Queensland, 2013.

SUCCAR, B., SALEEB, N., Sher, W. (2016), Model Uses: Foundations for a Modular Requirements Clarification Language, Australasian Universities Building Education (AUBEA2016), Cairns, Australia, July 6-8, 2016.

TZORTZOPOULOS, Patrícia. Contribuições para o desenvolvimento de um Modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras Incorporadoras de pequeno porte. 1999. 150 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

U. S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION PUBLIC BUILDINGS SERVICE OFFICE OF DESIGN AND CONSTRUCTION. GSA BUILDING INFORMATION MODELING GUIDE SERIES: 08 – GSA BIM Guide for Facility Management. Version 1 ed. Washington Dc, 2011. Disponível em: <<http://www.gsa.gov/bim>>. Acesso em: 12 out. 2016.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ANEXO 1: Questionário de Avaliação do Fornecedor

Questionário BIM			
Fornecedor:		XXX ENGENHARIA	Autor: XXXX
Disciplina (s):		ARQ. E COMPLEMENTARES	Data: 08/03/2016
Dados		Projeto 1	Projeto 2
Projeto 3			
Nome			
Setor		Materiais de Construção	Instituto Nacional de Metrologia
Cliente			
Construtora			
Contato			
Tel No			
Valor do projeto *(opcional)		1,2 milhões	1 milhão
Area (m²)		38 mil m2	24 mil m2
Duração do contrato		6 meses	9 meses
Escopo de serviços BIM		Projeto de Arq. E Complementares Básicos e Executivos	Projeto de Arq. E Complementares Básicos e Executivos
		Complementares Básicos e Executivos	
No.	Perguntas	Resposta	Exemplo (Opcional)
1	O que BIM significa para a sua organização?	XXX faz engenharia integrada, com visão multidisciplinar desde o primeiro dia de projeto. O BIM é a plataforma de trabalho que melhor traduz integração. BIM significa controle, integração e assertividade.	
2	Quem dirige BIM dentro da organização?	BIM Managers.	
3	Quem dirige BIM dentro do escritório (s)? Como está conformada a equipe?	Nossos BIM Managers Corporate são pessoas qualificadas e motivadas para orientar e melhorar os processos dentro da organização. Trabalham juntos, com reuniões físicas periódicas e de maneira conjunta no dia a dia de maneira virtual, já que um fica locado no escritório de Florianópolis e o outro na Sede central em Barcelona. Garantem a implementação BIM acompanhados da Equipe de Planejamento BIM, em cada uma das Sedes responsáveis pelo desenvolvimento da estratégia BIM da organização.	
4	Quem dirige BIM em cada projeto, quais são os seus títulos e responsabilidades?	BIM Managers da XXX deverão, transversalmente, levar o conhecimento e desenvolvimento em todas as áreas técnicas (arquitetura, instalações, estruturas, engenharia civil, equipamentos, etc.), unidades de negócios, com base nas especificidades de cada sede e incorporando a visão do serviço de nível da área de negócios e orientação para o cliente.	

5	A sua organização tem padrões BIM?	XXX possui Processos Detalhados BIM mantidos de maneira constante ante às necessidades planteadas pela evolução do mercado e o desenvolvimento em termos de conhecimento da Equipe de Planejamento BIM.	
6	Você experiência de aplicação de padrões do cliente e onde?	Temos experiência sim. Nesse momento, estamos configurando os padrões da SEDUC para projetos de obra nova e remodelações de 50 escolas no Pará.	
7	Como seus contratos e propostas foram influenciados por BIM?	100% dos projetos desenvolvidos no Brasil são em BIM.	
8	Houve mudanças nas suas entregas devido ao BIM?	Em BIM, o projeto tem um desenvolvimento continuado, a informação se agrega e a divisão das etapas difere de outros sistemas de trabalho. As entregas se definem de acordo com a % do projeto desenvolvido.	
9	Quais são seus planos futuros para a implementação BIM em relação ao pessoal e seu comando, e treinamentos do processo?	Hoje em dia, contamos com quase o 100% da nossa equipe de profissionais trabalhando integrados dentro de processos e protocolos BIM, utilizando padrões próprios, ferramentas homologadas e atualizadas periodicamente. XXX possui também uma equipe de Inovação e Desenvolvimento de ferramentas próprias para um melhor desempenho, tanto de áreas de produção como de processos e serviços, comunicações internas e externas. Treinamento constante das equipes de produção com capacitações internas, e mediante consultorias externas, fazem parte do cronograma diário de XXX, na procura da eficiência, produtividade e qualidade que nos representa.	
10	O que projeto coordenado significa para você?	A chave para o sucesso de todos os empreendimentos é o entendimento preciso e claro entre arquitetos, engenheiros, profissionais de construção, administradores e proprietários. Estabelecer pautas para a comunicação entre as equipes de projeto e construção, oferecendo informações coerentes e confiáveis durante o desenvolvimento e a vida do projeto, faz parte das vantagens das novas tecnologias e processos BIM. XXX integra a compreensão do projeto em vista dos resultados. Nossa visão do projeto como um todo, permite que os membros da equipe de projeto permaneçam coordenados, melhorem a precisão, diminuam o desperdício e tomem decisões fundamentadas nas etapas iniciais do processo, promovendo o sucesso do projeto.	
11	Que impacto o BIM teve / terá sobre projetos e staff?	Na XXX Brasil eles são impactados desde que entram na empresa, visto que 100% dos projetos são desenvolvidos nesta tecnologia, logo, desde o início dos trabalhos, já são submetidos a cursos e atualizações	

		constantes sobre BIM.	
12	Quais ferramentas você tem in-house?	Atualização contínua dos sistemas de software BIM. Programa estabelecido para a atualização contínua de sistemas de hardware BIM. Espaços de trabalho colaborativos dentro da área de trabalho normal.	
13	Onde, em um projeto, o BIM começa para vocês?	É desenhado no BEP (BIM Execution Plan) no startup de cada projeto, aos fins de definir as Informações de Projeto, Descrição do Projeto, Escopo do Projeto, Fornecedores/Consultores, Pessoas Chave no desenvolvimento BIM, Objetivos e Usos BIM, Trabalho colaborativo, Padrões BIM e de modelado, Coordenadas Compartilhadas, Unidades de trabalho, Divisões e subdivisões dos modelos, Intercâmbios de informação, protocolos de comunicação, Softwares e Hardware a serem utilizados, etc. Equipe de trabalho que irá desenvolver o projeto e responsáveis de cada disciplina serão dimensionadas nesta etapa de conceptualização da estratégia BIM.	
14	Onde, em um projeto, o BIM finaliza para vocês?	O BIM não finaliza no projeto, o modelo pode e deve ser usado na direção de obra e manutenção do edifício.	
15	Qual é a sua definição de "colaboração"?	O BIM é um modelo avançado de organização de informação que concentra num único modelo, toda a informação de um projeto de uma forma coerente e coordenada. Soluções de software desenvolvidas sobre o conceito de BIM para o mercado de AEC como por exemplo a plataforma Revit, com um conjunto de aplicações que cobre os principais aspectos do projeto (Arquitetura, Engenharia de Estruturas, e Projetos Complementares) e o Itram, uma solução desenvolvida para o Projetos de Infraestruturas, Tekla e TQS para Estruturas Metálicas e de Concreto. Todas estas aplicações interagem entre si, facilitando a coordenação do trabalho das diferentes disciplinas e garantindo, no final, a consistência da totalidade da informação do projeto. A utilização de plataformas especializadas de projeto, como Revit em colaboração com Istam, etc., permitem desenvolver modelos avançados de organização de informação de projeto, criando informações de projeto de maior qualidade, ao mesmo tempo que garantem a sua integridade e consistência. Em conjunto com soluções de gestão de processos de comunicação, ajudam a compor soluções integradas capazes de permitir executar melhores projetos, em menos tempo, com	

		menos custos.	
16	O que significa interoperabilidade para você?	Capacidade de um sistema se comunicar com outro sistema. E assim que na XXX contamos com diversidade de softwares, utilizados por diversas equipes de trabalho treinadas continuamente no uso das ferramentas. Resultado disso que projetos tem sido desenvolvido com base em: <ul style="list-style-type: none"> • Civil e Infraestrutura – Istram • Estruturas de Concreto – TQS • Estruturas Metálicas – Tekla • Arquitetura – Revit Architecture • Complementares – Revit MEP 	
17	Como é medido o Nível de detalhamento nos seus projetos?	Independentemente das Fases de Projeto tradicionais (Anteprojeto – Básico – Legal – Executivo), a XXX tem conformadas certos padrões de desenvolvimento em termos de Níveis de Detalhamento Gráficas e de Informação, para cada um dos mercados atuantes. Por exemplo, fases de projeto na Espanha exigem pautas de inferior nível de detalhamento gráfico que no Brasil, pelo que desde o começo, dependendo do tipo de projeto y fases contratadas, com altos níveis de detalhamento desde a concepção do projeto.	
18	Como são realizadas as extrações de seus modelos (pdf, dwg?)	XXX possui padrões de exportação já pré-configurados para extrações da documentação e pranchas, atendendo a demanda do mercado, junto a procedimentos de controle de qualidade feitos ao longo da modelagem por parte dos Projetistas, Responsáveis Técnicos dos projetos, Project Managers, BIM Managers, etc. Além disso existe a possibilidade de adotar padrões do cliente segundo solicitação.	