

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS

LUCAS BECCARO DO NASCIMENTO

IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA BIM EM CONSTRUTORAS:
UM ESTUDO DE CASO

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2018

LUCAS BECCARO DO NASCIMENTO

IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA BIM EM CONSTRUTORAS:
UM ESTUDO DE CASO

Monografia apresentada no Curso de Especialização em Gerenciamento de Obras da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras.

Orientador: Prof. M. Eng. Carlos Alberto da Costa

CURITIBA

2018

LUCAS BECCARO DO NASCIMENTO

**IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA BIM EM CONSTRUTORAS:
UM ESTUDO DE CASO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. M. Eng Carlos Alberto da Costa
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba

Banca:

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2018

LUCAS BECCARO DO NASCIMENTO

**IMPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA BIM EM CONSTRUTORAS:
UM ESTUDO DE CASO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Adalberto Matoski (orientador)
Dep. Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano
Dep. Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2018

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 2.1 – BIM NO CICLO DE VIDA DE UM EMPREENDIMENTO | 11 |
| FIGURA 2.2 – DIFERENÇA ENTRE FLUXOS DE TRABALHO CAD E BIM | 20 |
| FIGURA 2.3 – GRÁFICO DE ESFORÇO DE MUDANÇAS..... | 21 |
| FIGURA 2.4 – RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES CRÍTICOS E EFEITOS | 24 |
| FIGURA 3.1 – ESCALA LIKERT DE RELEVÂNCIA..... | 26 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| AsBEA | – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura |
| AEC | – Arquitetura, Engenharia e Construção |
| BIM | – Building Information Modeling |
| CAD | – Computer Aided Design |
| CBIC | – Câmara Brasileira da Indústria da Construção |
| ERP | – Enterprise Resource Planning |
| NBIMS-US | – National Building Information Modeling Standard – United States |
| NBR | – Norma Brasileira |
| OCCS | – OmniClass Construction Classification System |
| ROI | – Return of Investment |

RESUMO

O setor da construção encontrou no BIM uma grande ferramenta para auxiliar em questões como a produtividade, custos e os prazos. Aplicável a todo ciclo de vida do empreendimento, ainda observa-se baixa adesão na etapa de construção devido ao desconhecimento sobre o BIM e os riscos envolvidos. Neste âmbito, o presente trabalho propõe apresentar sobre as barreiras para implantação do BIM em construtoras, incluindo o uso no gerenciamento da obra. Foi conduzido um estudo de caso em uma empresa do setor da construção civil, na qual, teve seu processo de implantação BIM avaliado por meio de um roteiro de perguntas, com base em etapas para implantação predefinidas. Por fim, foi observado que a empresa em questão ainda não concluiu sua implantação, muito embora ela o tenha iniciado em 2010 e que as principais barreiras encontradas, não foram as relacionadas ao aspecto financeiro como apontado em vários estudos, mas a falta de experiência da organização com o BIM, a resistência cultural dos colaboradores e a interoperabilidade dos softwares BIM.

ABSTRACT

The construction sector has found on BIM a great tool to assist with project management issues related to productivity, costs and project duration. Even though applicable throughout the entire project lifecycle, there is still a low adhesion of BIM during the construction phase, mostly due to lack of knowledge about either the tool or the implementation risks involved. In this context, the present paper proposes a more in-depth exploration of the existing barriers to implementing BIM in construction companies, including its utilization on construction's site management. A case study was conducted with a real construction company, in which its BIM implementation process was evaluated through the application of a questionnaire based on predefined implementation stages. In conclusion, the analysis has shown that the main barriers to the company BIM full implementation process, initiated in 2010 and still in progress, are not related to financial aspects as pointed out by many studies. Instead, the results indicate as primary obstacles the lack of experience with the BIM system, organizational culture resistance, and the BIM software interoperability.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 | OBJETIVOS..... | 8 |
| 1.1.1 | Objetivo Geral..... | 8 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos..... | 8 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 10 |
| 2.1 | MODELAGEM | 10 |
| 2.2 | BIM (<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>) | 10 |
| 2.2.1 | Benefícios..... | 12 |
| 2.3 | ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO | 13 |
| 2.3.1 | Plano de implantação | 13 |
| 2.3.2 | Definição do uso do BIM..... | 14 |
| 2.3.3 | Definição de metas e métricas | 15 |
| 2.3.4 | Definição de equipes | 16 |
| 2.3.5 | Definição de suporte..... | 17 |
| 2.3.6 | Reestruturação de recursos de informática | 18 |
| 2.3.7 | Realização de treinamentos | 18 |
| 2.3.8 | Definição de fluxo de trabalho | 19 |
| 2.3.9 | Definição de padrões..... | 21 |
| 2.3.10 | Projeto piloto..... | 22 |
| 2.3.11 | Checagem/revisão plano de implantação..... | 23 |
| 2.4 | REQUISITOS NECESSÁRIOS..... | 23 |
| 2.5 | BARREIRAS | 24 |
| 3 | METODOLOGIA | 26 |
| 4 | ANÁLISE E DISCUSSÃO | 27 |
| 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 30 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 31 |
| | ANEXO 1 | 35 |

1 INTRODUÇÃO

O Building Information Modeling (BIM) veio revolucionar a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), assim sendo, não é de se espantar o crescimento cada vez maior de empresas aderindo à tecnologia. Entretanto, o observado no segmento é um aumento desigual. Empresas de projetos estão aderindo ao BIM com maior velocidade enquanto construtoras permanecem nos antigos moldes, e mesmo as que o implantam nem sempre estendem o uso a obra.

Muitas empresas e profissionais têm experimentado a aplicabilidade e benefícios do BIM em inúmeras situações, inclusive no gerenciamento da obra. Contudo, nem sempre se sabe com clareza quais esforços são exigidos para se obter os ganhos pretendidos. Mesmo com fartas pesquisas feitas sobre o BIM que demonstram suas vantagens, igualmente numerosas são as que apontam as barreiras e percalços para se implanta-lo. A própria abrangência do BIM pode tornar confuso seu entendimento e induzir a suposições equivocadas.

Portanto, para as construtoras que anseiam adotar o BIM em seus canteiros, é interessante ter acesso a um compilado de informações que descrevam justamente o trabalho demandado, apresentando um plano base de implantação, com descrição dos requisitos necessários, etapas a serem seguidas, dificuldades previstas durante o processo. Ainda mais quando a efetividade deste é confirmado através de um estudo de caso.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar e analisar as barreiras para implantação da tecnologia BIM no caso de uma construtora de edifícios.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar os benefícios, percebidos por empresas de construção, com o uso do BIM.
- Expor as principais barreiras para implantação da metodologia.

- Confrontar as etapas de um processo real de implantação com as etapas sugeridas.
- Validar as etapas propostas como boas práticas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MODELAGEM

A integração das informações, surgiu como estratégia de desenvolvimento e sobrevivência empresarial, em meados de 1970, dentro de um mercado global competitivo, que demandava mais qualidade dos produtos com redução de custos e tempo (AYRES, 2009).

O CAD (*Computer Aided Design*) inicialmente, foi idealizado como ferramenta capaz de abrigar dados referentes a diferentes disciplinas, permitindo o trabalho simultâneo de diversos projetistas e a integração de vários tipos de informações, viabilizando o desenvolvimento de análises e simulações diversas. No entanto, a baixa capacidade de processamento dos computadores da época não permitia suportar a grande quantidade de informações gerada pela complexa rede de processos envolvidos no projeto. Desta forma, as empresas de *software* desenvolveram inicialmente a parte geométrica, mais fácil de ser resolvida diante das tecnologias disponíveis na ocasião (SOUZA, 2009).

Apostou-se capacidade dos sistemas computacionais de simplificar algumas etapas no desenvolvimento do produto, gerando uma propensão em utilizar diversos sistemas através de um fluxo de informações (GRABOWSKI e ANDERL, 1983). A modelagem do produto como principal instrumento desse fluxo, permite efetivamente explorar, documentar, entender e prever certas propriedades e comportamentos dos elementos representados (MAHDAVI, 2003). O sistema nD-CAD, integrando informações de projetos, quantitativos, custos, cronogramas, entre outros, no começo dos anos 90, foi pioneiro dentro do mercado da construção global (JUNG e JOO, 2011). Embora revolucionária, Teicholz (apud GARRIDO, 2015), afirmava que a produtividade para a indústria continuava a cair.

2.2 BIM (*BUILDING INFORMATION MODELING*)

É sumário entender que BIM não é apenas uma tecnologia alternativa, de fato, a norma estadunidense classifica o BIM de três formas: Um produto; um viabilizador, de processos colaborativos padronizados entre diferentes partes do projeto; uma

forma de gerenciar, os requisitos da edificação em seu ciclo de vida (NBIMS-US, 2008).

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) conceitua o BIM como "um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para o processo de projetar uma edificação ou instalação, ensaiar seu desempenho, e gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais) através de todo o seu ciclo de vida.". Ela também sustenta a necessidade do reconhecimento da etapa, dentro do ciclo de vida do empreendimento (Figura 2.1), a qual a empresa está inserida, para uma efetiva implantação do BIM, em vista da sua ampla aplicabilidade dentro da indústria AEC, ser um dos principais motivos que prejudicam seu correto entendimento e emprego.



FIGURA 2.1 – BIM NO CICLO DE VIDA DE UM EMPREENDIMENTO

FONTE – (MARTINI, 2018)

O fato do modelo possibilitar que a construção seja representada por objetos inteligentes que levam consigo informações detalhadas sobre si, assim como entendem sua relação com os outros objetos, alteram processos chave envolvidos no ciclo de vida do empreendimento (KHEMLANI, 2011). A própria modelagem sofre alterações, passando de uma basicamente gráfica, com um viés primariamente visual, sem muita influência sobre o processo conceitual; à uma modelagem de informação, que visa armazenar conhecimento técnico ao modelo em cada fase do ciclo de vida,

na forma de descrições gerais e de instruções específicas para geração de instâncias do modelo (desenhos técnicos, relatórios quantitativos, sequências de operações.) (AYRES, 2009; HVAM, 2001).

Isto posto, eis algumas situações que distinguem modelos que embora pareçam, não podem ser considerados como tecnologia BIM (EASTMAN *et al.*, 2011; CBIC, 2017):

- Modelos que contenham apenas dados 3D e nenhum ou poucos atributos dos objetos: Tais modelos só poderiam ser utilizados para fins de visualização, dado que os objetos modelados não suportariam integração de informações entre eles e análises projetuais.
- Modelos que não suportem comportamento paramétrico dos objetos: A incapacidade de lidarem com ajustes paramétricos de posicionamento e dimensões dos objetos, tornaria a tarefa de altera-los manualmente muito trabalhosa e passível da criação de vistas inconsistentes e imprecisas.
- Modelos compostos por múltiplos arquivos CAD 2D integrados, emulando modelos 3D: Seria impraticável um modelo 3D que garantisse a veracidade, consistência, contabilidade e demonstrasse inteligência com relação aos objetos contidos nele.
- Modelos que permitam mudanças dimensionais em uma vista, mas não alterem automaticamente as outras: Tais ocorrências poderiam gerar erros no modelo extremamente difíceis de serem detectados.
- Softwares e modelos 3D que não operem como gestores de banco de dados integrados: As informações do modelo BIM podem ser visualizadas e representadas de diversas formas (tabelas, planilhas, objetos 3D, listas, etc.). A Integração dos dados permite que informações modificadas em uma tabela, por exemplo, seja automaticamente transmitida e modificadas nas outras representações, como na visualização do objeto 3D.

2.2.1 Benefícios

Muitos estudos já discorreram sobre os possíveis benefícios do BIM, explorando potenciais áreas onde sua aplicação poderia trazer vantagens e que há ainda inúmeras possibilidades desconhecidas (CAO *et al*, 2014; CAMPESTRINI, 2015). De fato, a grande maioria das referências desta pesquisa, apontam em algum momento os proveitos decorrentes do BIM.

Segundo relatório de mercado (McGraw Hill, 2014), sobre a percepção do valor do BIM no mercado global da construção, foram apontados por empresas que utilizam tal tecnologia em seus empreendimentos, uma série de benefícios percebidos ligados diretamente ao seu uso, como: redução de erros e omissões, conseqüentemente de retrabalhos; melhor controle de custos (previsibilidade) assim como na diminuição do custo de construção; encurtamento na duração geral do

projeto; melhor colaboração entre os membros-chaves do projeto, agilizando assim os processos de aprovações e tomadas de decisão.

O estudo também mostra que a possibilidade do Retorno Sobre o Investimento (ROI) assim como sua porcentagem aumenta quanto maior o engajamento da companhia com a tecnologia. Entretanto, expõe que mesmo altos níveis de investimento não garantem o retorno financeiro. Já o cenário nacional, exibiu 85% das empresas registrando o ROI, apesar do nível de investimento sendo considerado baixo pelo relatório.

2.3 ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO

Segundo Lindblad (2016), não apenas soluções técnicas são necessárias para implantação do BIM. São exigidas mudanças correspondentes nas práticas empresariais e nas competências profissionais dos envolvidos.

Wanderley *et al* (2017) realizou uma pesquisa no qual juntou uma série de guias, roteiros e orientações de introdução ao BIM, em diversos países (Austrália, EUA, Alemanha, Reino Unido, Japão, Malásia, Brasil, Noruega, entre outros). Deste estudo foi possível reunir algumas etapas, de implantação do BIM, as quais mais se repetiam nesses manuais. São estas:

- Plano de implantação
- Definição do uso do BIM
- Definição de metas e métricas
- Definição da equipe
- Definição de suporte
- Reestruturação de recursos de informática
- Realização de treinamentos
- Definição de fluxo de trabalho
- Definição de padrões internos
- Projeto piloto
- Checagem/revisão plano de implantação

2.3.1 Plano de implantação

Após uma decisão estratégica da companhia pela adoção do BIM, deve-se criar um plano de implantação. A CBIC (2016) afirma que o plano tem por função roteirizar a implantação, detalhando as etapas. Porém, necessita ser um procedimento

continuo. Verificações, atualizações e revisões devem ocorrer sempre que novos agentes participarem do processo.

Em resumo o plano deverá abordar o processo como um todo. Apontar para cada etapa a infraestrutura tecnológica necessária, qualificações e competências individuais esperadas de quem irá realizar a etapa, documentação: tanto a fundamental para dar início a fase quanto a que for produzida por esta.

Ao final, o plano deve atingir alguns objetivos, como:

- Todas as partes envolvidas deverão entender e comunicar com clareza os objetivos estratégicos da implementação do BIM no projeto;
- As diferentes áreas e empresas envolvidas deverão entender seus papéis e responsabilidades no processo de implementação;
- A equipe deverá ser capaz de desenvolver um processo de execução bem adequado para as práticas negociais de cada um dos seus membros e fluxos de trabalho organizacionais típicos;
- O plano deverá definir recursos adicionais, treinamentos e outras competências necessárias para garantir sucesso na implementação da plataforma BIM para as utilizações pretendidas;
- O plano deverá fornecer um referencial para descrever o processo para futuros participantes que possam ser adicionados ao projeto;
- Os departamentos de compras deverão ser capazes de definir uma linguagem de contratação que garanta que os participantes no projeto cumpram as suas obrigações;
- O plano inicial deverá fornecer metas que permitam o acompanhamento da progressão ao longo da implementação do projeto.

2.3.2 Definição do uso do BIM

A partir de uma decisão estratégica pela mudança, a definição dos objetivos é necessária para analisar para quais usos da tecnologia a empresa se estruturará, pois, cada um deles possui requisitos específicos e irá exigir investimento em infraestrutura, treinamentos e revisão de processos diferenciados. Portanto, o conhecimento do uso do modelo BIM, permite a definição do que deve ou não ser modelado, de que forma e em que momento de amadurecimento do projeto essas informações serão extraídas (AsBEA, 2013).

Alguns objetivos exemplificados pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2016):

- Reduzir os custos totais de construção dos empreendimentos.
- Reduzir a geração total de resíduos sólidos dos empreendimentos.
- Reduzir a quantidade de conflitos com o contratante / investidor / proprietário / incorporador de cada empreendimento.

- Reduzir os gastos com serviços e consertos realizados no pós-obra (período de garantia da construção).
- Reduzir a quantidade de conflitos com subcontratados.
- Aumentar a acurácia das estimativas iniciais de custos dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro.
- Aumentar a acurácia dos orçamentos executivos dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro.
- Aumentar a acurácia do planejamento da entrega dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro.
- Reduzir os períodos de paralisação das obras.
- Incrementar a percepção de confiabilidade e qualidade da empresa e dos produtos construídos (medição por meio de pesquisas específicas).

Quando se adiciona números à esses objetivos tem-se as metas.

2.3.3 Definição de metas e métricas

Metas e métricas claras e bem definidas são ferramentas que permitem guiar, monitorar e avaliar o progresso e grau de desenvolvimento, tanto da implantação como no uso do BIM (AsBEA, 2013).

Pelo seu alto custo de investimento, sendo de fato considerado uma barreira, o retorno (financeiro) sobre o investimento é visto como um dos principais indicadores de performance na determinação do grau de sucesso na adoção do BIM. Ainda não se têm um conjunto padrão de indicadores (KPI) para se medir o ROI e cada país emprega um conjunto diferente, baseado na realidade do mercado regional.

Porém, MacGraw (2014) categorizou os KPI's em 5 grupos:

- Financeiro: Redução de custo, aumento de produtividade, ganho financeiro, etc;
- Cronograma: basicamente referente a redução de prazos de entregas;
- Segurança: Embora ainda estejam sendo desenvolvidos métodos para se medir o impacto do BIM neste quesito;
- Relativo ao projeto: número de revisões, incompatibilidades encontradas, etc;
- Benefícios internos: aumento na publicidade, oferecimento de novos serviços, grau de confiabilidade, etc.

Um método para a criação de KPI's, é através da metodologia *SMART*, onde os indicadores devem atender 5 critérios. Embora haja múltiplas interpretações sobre o significado do acrônimo, uma comum é: (DRIVER, 2017).

- ***Specific*** = Específico;
- ***Measurable*** = Mensurável;
- ***Attainable*** = Atingível;
- ***Relevant*** = Relevante;
- ***Time-based*** = Tempo definido

2.3.4 Definição de equipes

A. Foco interno (organizacional):

A montagem da equipe é um ponto crítico para o sucesso da implantação BIM. A escassez da mão-de-obra especializada torna necessário desenvolver e requalificar o próprio pessoal. Toda via, organizações, grupos e indivíduos resistem a mudanças que sejam sentidas como ameaçadoras (ABBASNEJAD, 2016).

Tal fato, explica o porquê do BIM ser uma metodologia que deve ser implantada nas empresas de maneira gradativa (KRYGIEL; NIES, 2008). Não sendo uma prática recomendada alocar toda a equipe de uma organização no processo de implantação, visto que ainda deverá haver projetos em andamento a qual demandam continuidade (ABDI, 2017).

Neste contexto, deve se levar em conta a capacidade de adaptação dos colaboradores à nova metodologia. Profissionais com perfil inovador, mais abertos à mudança mesmo que inexperientes tendem a encaixar-se melhor enquanto que os mais resistentes, normalmente sêniores, podem acabar perdendo espaço. Contudo, trabalhar com estratégias diferenciadas, pode ser uma forma eficiente de unir duas qualificações (ABDI, 2017).

B. Foco no projeto (produto):

Quando o foco é o projeto, a escolha e a capacitação de um gerente BIM é, sem dúvida, uns dos fatores mais determinantes que estão diretamente relacionados com o sucesso ou fracasso de um projeto de implementação (CBIC, 2016).

Neste caso a equipe é formada normalmente por representantes de diferentes empresas e multidisciplinares, liderados pelo gerente BIM, com um propósito específico (no caso de construtoras, a construção do empreendimento). Um grupo formado basicamente por:

- Arquiteto
- Engenheiro estrutural
- Engenheiros responsáveis pelos projetos complementares
- Gerenciador da obra
- Consultores específicos
- Responsáveis por suprimentos e contratações
- Empreiteiros
- Fabricantes e fornecedores

Entretanto, a complexidade do projeto, pode requerer a inclusão de outros profissionais, especializados em outras áreas de conhecimento (CBIC, 2016).

Em ambos os casos, é prudente considerar que os primeiros projetos certamente demandaram prazos que incorporam a curva de aprendizado das equipes, ou seja, devem ter certa folga no cronograma (ABDI, 2017).

2.3.5 Definição de suporte

Como já dito anteriormente, o entendimento e emprego do BIM pode ser incompreendido devido a sua gama de aplicações (CBIC, 2016). Assim como sua implantação não pode ser tratada como uma mera mudança de *software* (EADIE, 2013). Portanto, as incertezas trazem consigo muitos riscos.

O suporte de consultores especializados pode auxiliar no processo implantação e antever inúmeros entraves durante as etapas, suprimindo a falta de experiência da organização.

No que tange aos projetos a verificação da necessidade de um grupo de suporte interno ou de consultor externo para monitorar os trabalhos das equipes no desenvolvimento dos primeiros projetos. Esse suporte pode garantir prazos e segurança, bem como o comprometimento dos profissionais envolvidos. Além disso, esse grupo poderá verificar quais são as dúvidas mais recorrentes e reforçar esses conteúdos com treinamentos de reforço. Poderão também monitorar se os colaboradores estão utilizando o sistema da melhor forma ou mesmo sinalizar inovações para o sistema baseado nos problemas de ordem prática (AsBEA, 2013).

Outro suporte igualmente importante é psicológico. Em um ambiente organizacional onde o erro é inaceitável há um desestímulo à inovação. Colaboradores tendem a resistir a mudanças, permanecem na zona de conforto e não assumem riscos por medo de errar. O BIM, entretanto, desenvolve-se melhor em ambientes tolerantes e compreensivos, onde o erro seja encarado como um aprendizado, uma oportunidade para melhoria. Este meio, também incentiva a proatividade dos colaboradores para buscarem e testarem novas soluções e alternativas (ABBASNEJAD, 2016).

2.3.6 Reestruturação de recursos de informática

É necessária uma avaliação do parque informático existente, no sentido da adequação, atualização ou substituição do mesmo. Uma vez que uma quantidade enorme e crescente de dados se concentra em apenas um arquivo, cujo acesso e manipulação exige praticidade. Em outras palavras, há uma demanda por armazenamento e capacidade de processamento dos equipamentos e tais carências variam conforme as soluções de ferramentas (*software*) adotadas pelos usos objetivados do BIM (AsBEA, 2013; ABDI 2017).

É relevante também, dimensionar todos os elementos da rede local (cabos, roteadores, *switches*, servidores e placas de rede) para atender à nova demanda de dados (ABDI 2017).

Além do uso, fatores como a interoperabilidade entre *softwares* é determinante na escolha. A adequação às exigências dos clientes pode requerer soluções as quais imponham a utilização de mais de um programa computacional. Consequentemente a efetiva comunicação entre eles é fundamental (AsBEA, 2013). Ainda mais quando o mercado da construção tenta cada vez mais integrar informações de outras áreas da construtora (compras, orçamentos, contabilidade, fiscal, entre outras) (ex. Bim e sistemas ERP – *Enterprise Resource Planning*), como dentro da obra, através de utilização de *smartphones* e *tablets* para gerar e gerenciar informações do canteiro (JUNG; GOSH, 2011; DAVIES & HARTY, 2013).

2.3.7 Realização de treinamentos

O mercado ainda sofre com falta de pessoal capacitado (CBIC, 2016). Entretanto, não basta que os profissionais conheçam as funcionalidades do *software* escolhido. É necessário que sejam treinados também em novos processos de trabalho de acordo com as funções específicas e os produtos (AsBEA, 2013).

Ainda que treinamentos através de cursos, tragam riqueza de conhecimento para os primeiros passos no do uso do BIM, podem não prover toda a compreensão e domínio necessários para se obter sucesso na implantação do BIM. Deste modo, apesar do treinamento, há uma curva de aprendizado que demanda tempo. Onde a proficiência é alcançada através do "aprender fazendo", da reflexão sobre

experiências pessoais, além da observação e assimilação de experiências externas que lograram sucesso (ABBASNEJAD, 2016).

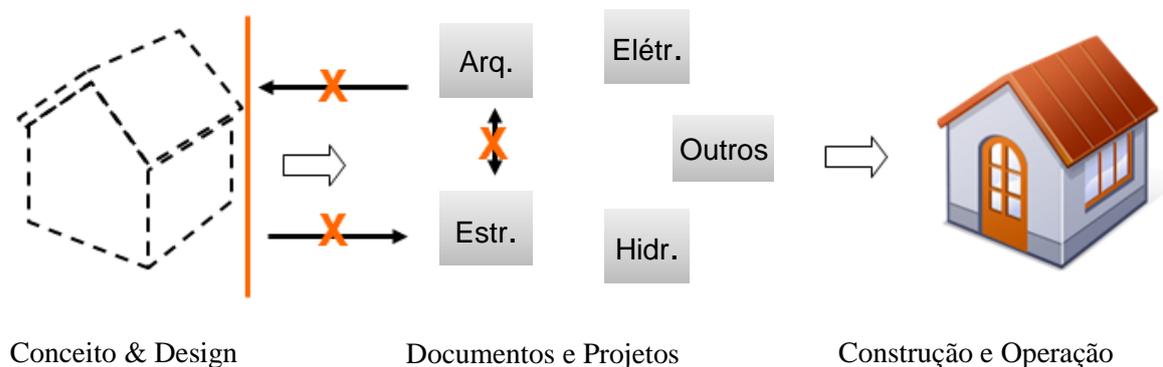
Logo, proporcionar um ambiente onde o colaborador possa aprender e se desenvolver, ajuda a transformar uma organização "adestrada" para uma em constante aperfeiçoamento (ABBASNEJAD, 2016). Faz-se necessário então, devido a constante evolução do BIM, que a organização se mantenha sempre atualizada. Conforme AsBEA (2013) "Adaptar-se rapidamente seus processos, atualizar a documentação de boas práticas e realizar treinamentos complementares para toda a equipe são atividades imprescindíveis."

2.3.8 Definição de fluxo de trabalho

Segundo Peixoto (2006) fluxo de trabalho é "o movimento de dados, documentos, ou tarefas através de um processo de trabalho". Assim como, Duarte (2015) o conceitua sendo a "forma como são realizadas as atividades ou procedimentos da organização".

No BIM é necessário mudança nos processos e fluxos de trabalho, aliás este é melhor definido desta forma do que simplesmente relacionada à mudança de software (HOWAR & BJÖRK, 2008). O processo BIM, como mostra a figura 2.2, pressupõe uma troca de informações de maneira mais frequentes que o modo tradicional "antigo" e muito mais colaborativa, com todas as informações centralizadas em um único modelo. Desta forma, simplifica a comunicação e compartilhamento dos dados entre todos os envolvidos (AsBEA, 2013; DOUMBOUYA *et al*, 2016).

"Antigo" Processo: CAD



"Novo" Processo: BIM

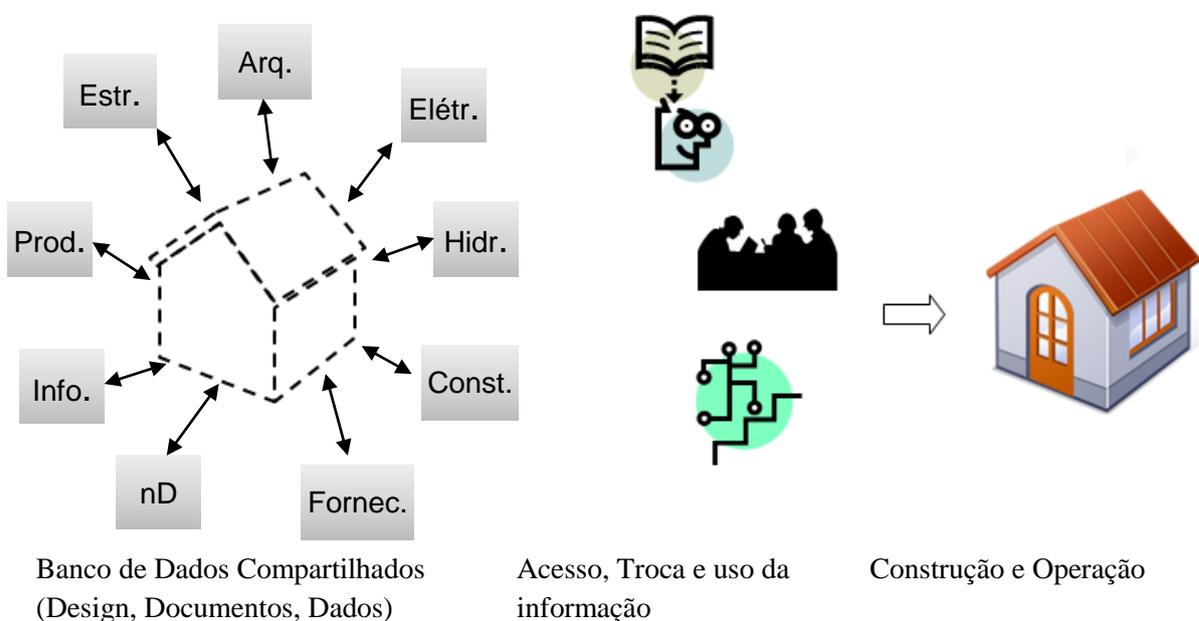


FIGURA 2.2 – DIFERENÇA ENTRE FLUXOS DE TRABALHO CAD E BIM

FONTE – Adaptado (AZHAR *et al*, 2008)

Uma das características do BIM é a construção virtual antes da física. Nesse meio pode-se criar, analisar, sequenciar e testar diversos cenários e soluções, com alterações exponencialmente menos custosas que se fossem executadas durante a construção (HARDIN & MCCOOL, 2015). Como demonstra o gráfico da Figura 2.3. Tal fato evidencia a importância da integração entre as equipes de arquitetos e projetistas, responsáveis pelo *design* do produto, com a equipe gerenciadora da obra, responsável pelo processo produtivo. A realidade, entretanto, é que no

desenvolvimento do produto pouco atenta-se sobre o processo de produção (CAMPESTRINI, 2015), ou seja, quem projeta não constrói, apenas "passa a bola para a frente".

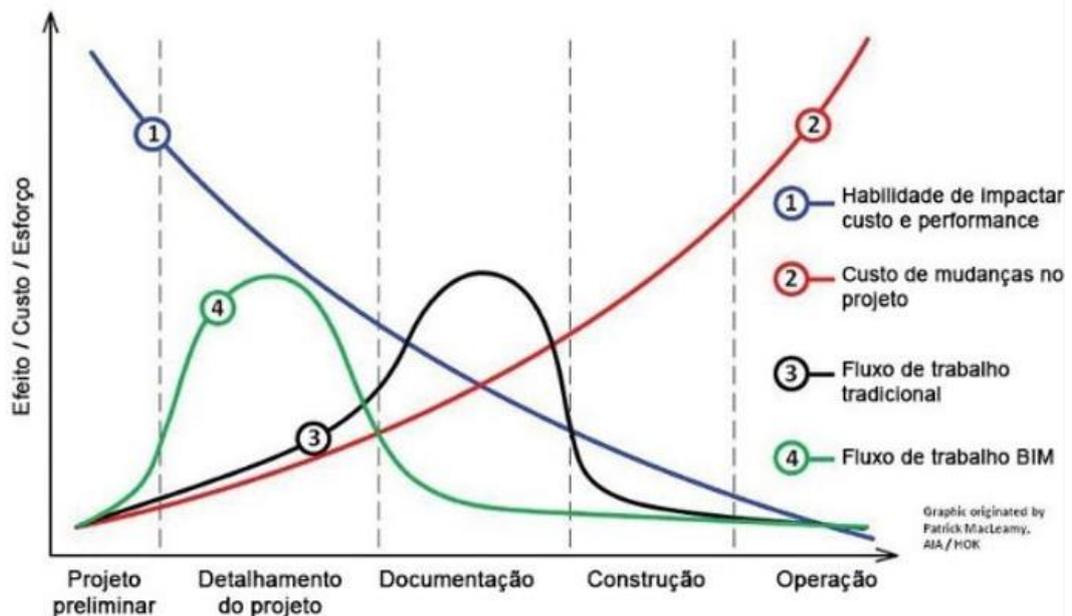


FIGURA 2.3 – GRÁFICO DE ESFORÇO DE MUDANÇAS
FONTE – CBIC (2017)

Deve-se observar também que tais mudanças de produção podem significar mudanças na estrutura de negócios da construtora, impactando contratos nas mais diferentes facetas (prazos, escopo, responsabilidades, critérios de medição de empenho, entre outros) (AsBEA, 2013).

Davis & Harty (2013) mencionam que em uma visão mais ampla, o BIM possibilita englobar todos os envolvidos e os processos também, onde o foco passa a ser o gerenciamento da obra, na qual a modelagem é apenas uma parte. Neste aspecto preferem entender o BIM como *Building Information Management* ou "*Big BIM*", evidenciando a importância da informação certa, no lugar certo e na hora certa.

2.3.9 Definição de padrões

O número de componentes incorporados em um projeto é enorme. Segundo Hamer (2016), "cem milhões de metadados são a estimativa para um hospital de grande porte. Isto posto, é nítida a necessidade de se estabelecer padrões, para organizar as informações, com uma lógica clara de diferenciação entre os itens."

As nomenclaturas, por exemplo, devem seguir tais regras. A NBR 15965, primeira norma BIM brasileira (ainda em desenvolvimento), composta por 15 tabelas, baseadas nas 15 da *OmniClass Construction Classification System* (OCCS), tem por objetivo padronizar a classificação das informações. Fornecendo termos e palavras normatizadas que combinadas refletiriam as práticas construtivas do Brasil, codificadas. Tais códigos seriam utilizados para facilitar a interoperabilidade entre *softwares* (CBIC, 2016).

Quanto ao arquivamento, a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA (2013) sugere que seja feito por agrupamento de categorias de objetos (mobiliário, vedações, estruturas, esquadrias, etc.), uma vez que organizar por ambiente, projeto ou uso, pode gerar complicações para arquivamento e atualizações, conseqüentemente queda de produtividade.

Ela também ressalta que arquivos, pastas, documentos, e demais também devem ser nomeados por um padrão, no qual deve ser documentado, demonstrando claramente as estruturas de nomenclaturas e disponibilizado a todos para consulta.

2.3.10 Projeto piloto

É importante o entendimento do caráter pedagógico do projeto piloto. Este deve ter objetivos específicos definidos, ressonantes com os objetivos da construtora, em geral mais amplos (Item 3.3.2). Para tanto, todo o projeto deve ser monitorado, ajustado e documentado, visando a consolidação dos procedimentos e processos implantados (CBIC, 2016).

A seleção do projeto deve ser meticulosamente estudada e escolhida para que bem represente os casos mais típicos e significantes a serem desenvolvidos pela empresa. Não podem ser nem muito simples nem complexos por demais (CBIC, 2016).

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI (2017), apresenta três possibilidades de projetos-piloto:

- Empreendimento fictício: Quando a construtora não quer se expor a falhas frente ao cliente e testa uma situação hipotética.
- Refazer um projeto CAD: Preferencialmente um finalizado recentemente. A modelagem deste, possibilitaria uma comparação entre os processos. Entretanto, todo o custo de modelagem seria absorvido pela empresa. Como por exemplo um condomínio de edifícios ou casas padrão (ex:

"minha casa minha vida"), projetados inicialmente em CAD, no qual um deles é executado em BIM

- Projeto real: Mais comum, porém deve ser previsto um prazo maior no cronograma, afim de considerar a inexperiência da equipe e tempo gasto na documentação dos novos processos. Neste molde, parte dos custos são alocados no projeto.

Em um projeto real, uma hipótese é a modelagem de um setor específico da construção, tal como um salão de festa, portaria ou outra estrutura preferencialmente separada da construção principal, para facilitar a modelagem e separação das informações, mas que atendessem as condições de complexidade supracitados e atingissem os objetivos "pedagógicos" esperados.

2.3.11 Checagem/revisão plano de implantação

Esta etapa representa um fim no processo inicial de implantação BIM. Segundo a ABDI (2017), "Como o ciclo de produção na construção é longo, forçosamente o plano de implantação terá prazo total de alguns anos, pois deve ir além de um primeiro projeto, até a consolidação e disseminação dos processos BIM por toda a organização".

Como já mencionado no item 3.3.1, o plano deve ser checado continuamente e revisado sempre que necessário. Neste ponto já se têm base numérica para se avaliar, mesmo que preliminarmente, sobre o desempenho da implantação e revisar os pontos que se julguem necessários, sejam por não conformidade ou por melhoria continuada.

2.4 REQUISITOS NECESSÁRIOS

A CBIC (2016) sugere cinco componentes, ditos críticos, para que haja mudanças numa empresa ou organização, sendo eles: visão, capacitação, incentivos, recursos e o desenvolvimento de um plano de ação. Como se pode perceber na figura 2.4, a falta de um desses componentes conduz à confusão, à ansiedade, à resistência, à frustração ou a falsos inícios.

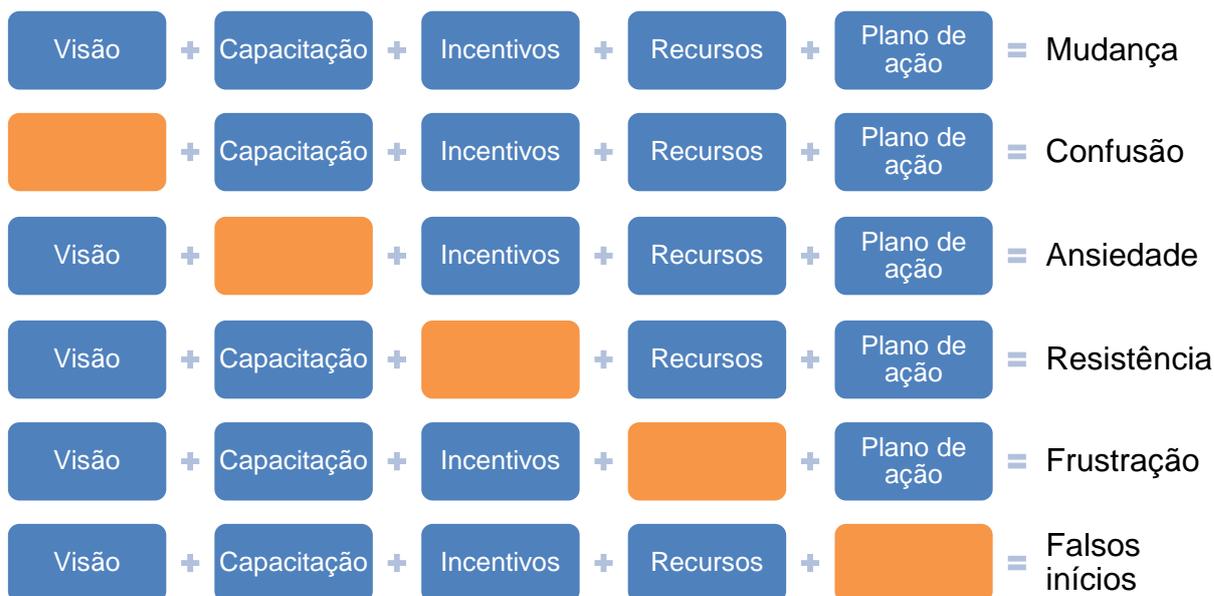


FIGURA 2.4 – RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES CRÍTICOS E EFEITOS

FONTE – Adaptado (CBIC, 2016)

2.5 BARREIRAS

Embora considerada um divisor de águas na evolução da indústria AEC e em franco progresso, a tecnologia BIM ainda é vista com cautela e sua adoção não é unânime. De fato, de acordo com Wanderley *et al* (2017), "no Brasil, o uso do BIM é incipiente e as suas vantagens ainda não estão totalmente difundidas no mercado, tendo uso bastante fragmentado, sem a aplicação integral da metodologia."

Diversos autores (EASTMAN *et al*, 2011; BUI *et al*, CBIC, 2016; FOROOZANFAR *et al*, GHAFARIANHOSEINI *et al*, 2017) apontam o custo como um dos principais obstáculos à tecnologia. Desde os relacionados à aquisição e licenças dos softwares (não sendo incomum em países em desenvolvimento o uso de pirataria para contornar tal empecilho, reestruturação do parque tecnológico, já mencionados no item 3.3.6, dos treinamentos e até a consideração da perda de receita pela baixa produtividade inicial. Tal aspecto é agravado devido ao cenário de crise, que a economia nacional tem mostrado no atual momento, inibindo as iniciativas à inovação nas empresas (CBIC; BUI *et al*, 2016).

Diversas barreiras têm por raiz o dinheiro, como a dificuldade no cálculo do ROI, a mensuração e monetização das vantagens do BIM, uma vez que, os benefícios tendem a ser mais qualitativos e relativamente intangíveis. Isto se deve à

complexidade de se isolar o impacto do BIM dos outros fatores que contribuem para o sucesso de um projeto, juntamente com a dificuldade de um estudo comparativo, em decorrência das particularidades entre projetos. (CBIC, 2016; CAO *et al*; Miettinen & Paavola, 2014)

Outra situação apontada é as margens de lucro das construtoras sendo confortáveis, ao ponto de desmotivar a adoção à tecnologia. Muito embora haja muito erro e uma alta ineficiência na construção, tais custos são embutidos no preço de venda e aceitos pelo mercado.

Alguns autores (AYRES, 2009; DAVIES e HARTY, 2013; DIB *et al.* 2013; CAO *et al.* 2014) argumentam que os modelos se tornaram mais complexos e funcionais conforme a evolução computacional, porém, a adoção de TI no canteiro de obras tem sido historicamente menor que o esperado e a implantação efetiva do BIM ainda é limitada, mesmo em países já desenvolvidos no BIM (KARAFIN *et al*). Segundo Sacks *et al* (2010), grande parte dos estudos quanto a aplicação do BIM se limitam à fase de pré-construção (projetos, estimativas de custo, desempenho, etc.), e muito pouco no desenvolvimento de ferramentas BIM que apoiem um gerenciamento coerente da produção. Mesmo hoje, os primeiros e mais simples tipos de modelos, como *softwares* 2D e projetos em papel, ainda são utilizados como principal meio de transmissão de informações entre processos produtivos na construção civil.

Há um cenário pouco colaborativo, na qual incorporadoras se limitam a encomendar projetos, os quais devem se enquadrar em algumas diretrizes estabelecidos pela própria incorporadora; Projetistas BIM não desenvolvem modelos de construção, que considerem (nem ensaiem) processos e sistemas construtivos nas diversas fases da obra e nem a logística do canteiro. Sendo insuficiente as informações construtivas necessárias no canteiro, restringido assim, o uso do BIM à algumas tarefas e situações e não eliminando as improvisações na construção (CBIC, 2016; MÄKI, 2015).

Outro aspecto do ambiente colaborativo é a questão dos direitos autorais dos modelos e bibliotecas. O desenvolvimento do banco de dados parametrizados é fruto de tempo e esforço particular de cada projetista e, portanto, seu compartilhamento nem sempre é desejado, com isso, outras soluções e alternativas devem ser pensadas. É sumário que os entregáveis sejam combinados e acordados em contrato (CBIC, 2016).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é baseada em um estudo de caso, no qual foi embasado em uma série de questões roteirizadas, contendo perguntas sobre o processo de implantação BIM na construtora. (Anexo 1)

Na montagem do roteiro foi levado em consideração uma breve introdução sobre as perguntas a apresentação do termo de confidencialidade das informações. Em seguida, a definição do perfil empresarial da construtora e sua relação com o BIM como nível de experiência, percepção sobre a tecnologia, perspectivas, usos, entre outros. Para comparar as etapas de implantação reais pelas quais a empresa passou, foram consideradas etapas básicas, retiradas de um artigo denominado título “Premissas para implantação de BIM em empresas de projeto e de construção.” (WANDERLEY, *et al*, 2017). Quanto as dificuldades enfrentadas na implantação foram consideradas onze barreiras, tidas como principais em artigos e manuais BIM, para uma avaliação qualitativa, segundo uma escala Likert de relevância, sobre elas (Figura 3.1).

Por fim, foram feitas considerações em cima dos dados fornecidos.

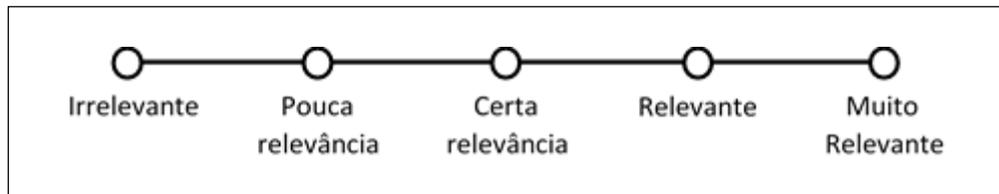


FIGURA 3.1 – ESCALA LIKERT DE RELEVÂNCIA

FONTE – O autor

A *Empresa A* é uma construtora e incorporadora de grande porte edifícios residenciais, de médio e alto padrão. Com 40 anos no mercado imobiliário, com milhões de metros quadrados construídos e mais de 500 funcionários. O entrevistado, no qual cedeu as informações tem a função de especialista BIM na *Empresa A* e participa de todo processo de implantação.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

A Empresa A utiliza o BIM desde 2010, embora ainda não tenha concluído o processo de implantação BIM era previsto uma duração de mais de três anos para tal. Deste modo os itens 2.3.4 e 2.3.11, quanto a uma implantação gradativa e de longa duração, são corroborados com os apontamentos feitos. Esta estratégia vem se mostrando efetiva, pois a construtora já concluiu mais de quatro projetos neste período e possui mais de quatro ainda em andamento, somando se a isto, a intenção apresentada de se investir ainda mais em BIM é um indicativo dos bons resultados alcançados com a tecnologia.

A empresa aponta seus usos do BIM dentro do canteiro na visualização de projetos e logística do canteiro, usos ainda limitados avaliando as possibilidades já conhecidas no mercado, entretanto a fase de teste com ferramentas mobiles (tablets / smartphones) para geração de gestão de informações, aqui conceituada como aplicativos para visualização de projetos BIM, gerenciadores de tarefas, entre outros, excetuado o *Whatsapp*, levam a crer que esta foi uma decisão estratégica da empresa e não insuficiência técnica.

Sobre as etapas do processo de implementação da empresa, percebe-se que dos itens respondidos, no questionário (Anexo 1), como não pertencentes ao processo da empresa, dois deles são frações das etapas “Definição de metas e métricas” (item 2.3.3) e “Definição de suporte” (item 2.3.5). Portanto, tais etapas foram consideradas como parcialmente executadas. Um terceiro item é relativo aos critérios para etapa de “Definição de equipes” (item 2.3.4). Esta foi entendida como uma etapa mandatória, por não ser possível não definir uma equipe, cabendo apenas a escolha dos critérios para tal. E por isso, também foi considerada como etapa executada. Por fim, tem-se apenas uma etapa, das ditas básicas consideradas por este estudo, pela qual a empresa não passou, que é a “Definição dos fluxos de trabalho” (item 2.3.8).

Contudo, o índice de cumprimento das fases (tabela 4.1) ainda foi superior a 80% podendo então se afirmar que as etapas básicas representam uma boa base teórica à ser seguida para futuras implantações em outras empresas.

TABELA 4.1 – CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONCLUSÃO

| ITEM | ETAPA | % CONCLUÍDA | ÍNDICE DE CONCLUSÃO (%) |
|--------|---|-------------|-------------------------|
| 2.3.1 | Plano de implantação | 100 | 81,82 |
| 2.3.2 | Definição do uso do BIM | 100 | |
| 2.3.3 | Definição de metas e métricas | 50 | |
| 2.3.4 | Definição da equipe | 100 | |
| 2.3.5 | Definição de suporte | 50 | |
| 2.3.6 | Reestruturação de recursos de informática | 100 | |
| 2.3.7 | Realização de treinamentos | 100 | |
| 2.3.8 | Definição de fluxo de trabalho | 0 | |
| 2.3.9 | Definição de padrões internos | 100 | |
| 2.3.10 | Projeto piloto | 100 | |
| 2.3.11 | Checagem/revisão plano de implantação | 100 | |

FONTE – O AUTOR

Para análise qualitativa das dificuldades para implementação, uma escala Likert de relevância de cinco pontos foi adotada. Pois, segundo as conclusões de um estudo sobre os dilemas na construção de escalas tipo Likert (DALMORO & MENDES, 2013). No qual em suma, nele concluiu-se que a escala com cinco pontos era a mais adequada, se comparada com as de três e sete pontos.

Foram classificados como muito relevante a falta de experiência da organização a resistência cultural dos colaboradores e a interoperabilidade entre softwares BIM. Como relevante foram apontados a escassez de projetistas BIM, a falta de experiência da equipe de projeto, a baixa demanda de clientes, a falta de benefícios imediatos perceptíveis e questões legais envolvendo contratos e direitos autorais dos modelos. Com apenas certa relevância os custos de investimento de implantação e de compra dos projetos em BIM foram considerados

Apenas a falta de referências e normas técnicas foi considerada como representando pouca relevância no processo e nenhuma das hipóteses expostas foi julgada como irrelevante.

Isto posto, observou-se que o custo de implantação, considerado em muitos estudos como principal entrave, não foi percebido assim pela *Empresa A*. Um dos motivos para tal, pode ser o grande porte da construtora, possibilitando a diluição dos custos entre seus empreendimentos e conseqüentemente impactando menos a questão financeira.

A resistência cultural, considerada como resistência dos colaboradores à mudança, por falta de convencimento da equipe, desconfiança, choque cultural de gerações entre colaboradores (seniores x juniores) ou até descrença na nova tecnologia, foi julgada entre os aspectos mais relevantes pela construtora. Porém, o “desenvolvimento da cultura organizacional”, configurado no item 2.3.5, foi justamente uma das etapas pelas quais a empresa não passou. Podendo então, ser traçada uma relação de causa e efeito entre o não cumprimento da etapa e o grau de dificuldade percebido.

Outro ponto muito relevante avaliado foi a falta de experiência da organização com o BIM, seus desdobramentos e armadilhas. Como já exposto, a ampla aplicabilidade dificulta o entendimento e emprego da tecnologia, podendo guiar a situações complicadas aos menos experientes. Tal consideração pode ser uma das explicações para o longo período de implantação da construtora. A relevância desta falta de experiência pode inclusive ter influenciado no julgamento sobre a interoperabilidade dos softwares. Uma vez que, este ponto é uma das principais armadilhas da tecnologia.

A falta de benefícios imediatos perceptíveis, declarado como muito relevante, pode encontrar auxílio e respostas na criação de índices de desempenho (KPI's) que monitorem a efetividade da implantação, porém esta etapa também não foi realizada pela construtora.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A dificuldade de se encontrar empresas dentro do escopo desta pesquisa sugere um cenário de pouca procura pelo BIM no mercado da construção e a situação piora quanto a extensão do BIM ao canteiro.

Os apontamentos encontrados na teoria, como recomendados, sobre duração do processo e implantação gradativa, foram observados na *Empresa A* e aparentam serem acertados devido ao sucesso do BIM na construtora.

Concluiu-se também que, pode ser traçado uma relação de causa e efeito quanto as etapas não executadas e as dificuldades consideradas mais relevantes pela *Empresa A*. Mais precisamente, a falta de benefícios perceptíveis imediatos tem relação com ausência de índices de desempenho para monitorá-los. Já, o não desenvolvimento de uma cultura organizacional favoreceu a resistência cultural dos colaboradores.

Ao todo, apenas cerca de 18% das etapas predefinidas não foram executadas pela empresa. Tal porcentagem é referente a duas fases parciais e 100% de outra (tabela 4.1). As fases seriam: a “Definição de metas e métricas”, a “Definição de suporte” e “Definição de fluxos de trabalho”, respectivamente.

Quanto aos aspectos financeiros, principalmente a do custo de implantação, tidos na literatura entre os principais impeditivos ao BIM não foram vistos deste modo pela construtora. Os motivos podem ter fundamento no porte da construtora, a qual seria capaz de absorver ou diluir mais facilmente os custos, e no tempo prolongado de implantação, sugerindo uma implantação lenta com custos anuais baixos.

O bom conhecimento prévio do BIM antes da implantação é recomendável, quiçá necessário. Tal conhecimento pode evitar contratempos que criem dificuldades ou agravem as já existentes. Assim como a não observação de todas as etapas aqui sugeridas também podem gerar ou agravar alguma situação, tal como constatada na resistência cultural dos colaboradores na *Empresa A*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBASNEJAD, B.; NEPAL, M.; DROGEMULLER, R. "Key enablers for effective management of BIM implementation in construction firms". In: **Proceedings of the CIB World Building Congress 2016: Volume I-Creating built environments of new opportunities.**, p. 622-633, 2016.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. **A Implantação de Processos BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC.** Brasília, v. 6, p. 22, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEA. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM.** São Paulo, v. 1 e 2, 2013.
- AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício.** Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Construção Civil - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.
- AZHAR, S. *et al.* "Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects". In: **Proc., First International Conference on Construction in Developing Countries.** p. 435-446, 2008.
- BUI, N; MERSCHBROCK, C; MUNKVOLD, B. E. A review of Building Information Modelling for construction in developing countries. **Procedia Engineering**, v. 164, p. 487-494, 2016.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Coletânea de Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras.** Brasília, 2016.
- CAMPESTRINI, T. F. **Entendendo o BIM: Uma visão do projeto de construção sob o foco da informação.** Curitiba, ed. 1, 120 p., 2015.
- CAO, D. *et al.* "Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China", **Automation in Construction**, v. 49, p. 113–122, 2014.
- DALMORO, M.; MENDES, K. V. "Dilemas na construção de escalas tipo likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?". **Revista Gestão Organizacional (RGO)**, v. 6, n. 3, 2013.
- DAVIES, R.; HARTY, C. "Implementing 'Site BIM': A case study of ICT innovation on a large hospital project", **Automation in Construction**, v. 30, p. 15-24, 2013.
- DIB, H.; ISSA, R. R. A. "A GIS-based Visual Information Model for Building Construction Project Management", **International Journal of Construction Management**, v. 13, n. 1, p. 1-18, 2013.

- DOUMBOUYA, L.; GAO, G.; GUAN, C. "Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for construction project effectiveness: The review of BIM benefits". **American Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 4, n. 3, p. 74-79, 2016.
- DRIVER CONSORTIUM. "**D23.21 - Performance and Effectiveness Metrics in Crisis Management Experiments**", p. 1-43, 2017.
- DUARTE, G. **Dicionário de administração e negócios**. Ed. Digital, p. 687, 2015.
- EADIE, R. *et al.* "BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis". **Automation in Construction**, v. 36, p. 145-151, 2013.
- EASTMAN, C. *et al.* **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. Ed. 2, 2011.
- FOROOZANFAR, M.; SEPASGOZAR, S. M. E.; ARBABI, H. "An Empirical Investigation on Construction Companies' Readiness for Adopting Sustainable Technology". In: **ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction.**, 2017.
- GARRIDO, M. C. "**Análise da aplicação de modelagem da informação da construção no planejamento e controle da produção em canteiros de obra apoiando os princípios da construção enxuta**". Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.
- GHAFFARIANHOSEINI, A. *et al.* "Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges". **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 1046-1053, 2017.
- GHOSH, S. *et al.* "Impact of sustainability on integration and interoperability between BIM and ERP-A governance framework". In: **Technology Management Conference (ITMC), 2011 IEEE International.**, p. 187-193, 2011.
- GRABOWSKI, H.; ANDERL, R. "Integration of the design and manufacture planning process based on a CAD system with a technology oriented volume model". **Computers & Graphics**, v. 7, n. 2, p. 125-141, 1983.
- HAMER, A. **BIM UnCaged – A structured Approach To Data Building Information Management (BIM)**. Ed. 1, p. 126, 2016.
- HARDIN, B.; MCCOOL, D. **BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows**. Ed 2, p. 408, 2015.
- HVAM, L. "A procedure for the application of product modelling". **International Journal of Production Research**, v. 39, n. 5, p. 873-885, 2001.

- HOWARD, R.; BJÖRK, B. "Building information modelling—Experts' views on standardisation and industry deployment". **Advanced Engineering Informatics**, v. 22, n. 2, p. 271-280, 2008.
- JUNG, Y.; JOO, M. "Building information modelling (BIM) framework for practical implementation". **Automation in construction**, v. 20, n. 2, p. 126-133, 2011.
- KARAFIN, M. *et al.* "Understanding the Current Context and Challenges of BIM Adoption on Construction Sites". In: **Proceedings of the CIB World Building Congress 2016: INTELLIGENT BUILT ENVIRONMENT FOR LIFE**, v. 3, p. 344–355, 2016.
- KHEMLANI, L. Foreword. In: EASTMAN *et al.* **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors and Fabricators**. ed. 2, Hoboken, NJ, p. 495, 2011.
- KRYGIEL, E.; NIES, B. **Green BIM: successful sustainable design with Building Information Modelling**. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., p. 266, 2008.
- LINDBLAD, H. "Organising the Implementation of BIM: A study of a large Swedish client organisation". In: **CIB World Building Congress 2016**. p. 356-367, 2016.
- MAHDAVI, A. "Computational building models: theme and four variations". In: **International IBPSA Conference**, v. 8, Eindhoven, p. 3-17, 2003.
- MÄKI, T.; KEROSUO, H. "Site managers' daily work and the uses of building information modelling in construction site management". **Construction management and economics**, v. 33, n. 3, p. 163-175, 2015.
- MARTINI, G. "**BIM E AS POLÍTICAS PÚBLICAS DO BRASIL**". *GM Arquitetura e Engenharia*. Disponível em: <<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-PÚBLICAS-DO-BRASIL>>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Construction Around the World are Driving Innovation with Building Information Modeling**, New York, p. 62, 2014.
- MIETTINEN, R.; PAAVOLA, S. "Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling". **Automation in construction**, v. 43, p. 84-91, 2014.
- NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES – NBIS. **United States National Building Information Modeling Standard, version 1—Part 1: Overview, principles, and methodologies. (NBIMS)**, v. 1, 2008.
- PEIXOTO, M. **GRC – Dicionário Especial: Governança – Risco e Compliance**. p. 298, 2006.

- SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. "Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction". **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 641–655, 2010.
- SOUZA, L. L. A. **Diagnóstico do uso do BIM em empresas de projeto de Arquitetura**. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.
- WANDERLEY, A.; LORDSESLEEM, JR. A. C.; MELHADO, S. "Premissas para implantação de BIM em empresas de projeto e de construção". In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**. - João Pessoa-PB, 2017.

ANEXO 1

Questionário de Pesquisa

Esta pesquisa pretende analisar o processo de adoção do BIM em sua empresa. O estudo pretende elaborar um guia para a implementação plena do BIM em construtoras/incorporadoras. As perguntas abrangem: O perfil da empresa, etapas de implantação, dificuldades enfrentadas, entre outras.

Os dados que você irá nos fornecer serão confidenciais e serão utilizados apenas em publicações científicas ou em congressos, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar ou identificar a sua empresa.

1. Aceita participar da pesquisa?

Sim

Não

Questionário de Implantação BIM

Série de perguntas relacionadas ao processo de adoção da metodologia BIM na empresa

2. Nome da Empresa

3. Porte da Empresa

4. Cargo ocupado

5. Há quanto tempo utiliza o BIM?

6. Concluiu quantos projetos utilizando o BIM?

0

1

2

3

4 ou mais

7. Há algum projeto em andamento utilizando o BIM?

- 0
 1
 2
 3
 4 ou mais

8. Sua percepção do BIM mudou de antes da implantação para agora? Como?

9. Qual a postura da empresa em relação ao BIM nos próximos anos?

- Interromper o uso e voltar ao estágio anterior a implantação
 Diminuir o uso
 Manter o estado atual
 Aumentar o investimento
 Outro: _____

10. Como é utilizado o BIM no canteiro de obra?

Marque todas que se aplicam.

- Visualização dos projetos
 Compatibilização de projetos
 Gerenciamento de tempo (cronograma)
 Gerenciamento de custo (orçamento)
 Logística do canteiro
 Outro: _____

11. A equipe da obra (mestre e ou encarregados) utiliza alguma ferramenta mobile, como tablet ou smartphone, para agilizar a geração e gerenciamento de informações dentro da obra?

Ferramentas para visualização de projetos BIM, gerenciadores de tarefas, entre outros, para gerar a informação correta no lugar correto e comunicar as pessoas certas. (Desconsidere o whatsapp)

- Sim
 Não
 Outro: _____

Sobre a implantação e as etapas

12. O processo de implantação foi concluído?

- Sim
- Não
- Outro: _____

13. Qual foi a duração do processo de implantação (ou expectativa de duração)?

- 0 a 1 ano
- 1 a 2 anos
- 2 a 3 anos
- Mais de 3 anos

14. Com relação as etapas de implantação do BIM, marque quais destas fizeram parte do processo de implantação da sua empresa:

Não está sendo avaliada a ordem das etapas.

Marque todas que se aplicam.

- Elaboração de um plano de implantação
- Definição dos objetivos e para quais usos se quis empregar o BIM.
- Determinação de metas para os objetivos
- Definição indicadores de desempenho (KPI) para avaliar o progresso e eficiência da implantação
- Contratação de novos colaboradores com experiência em BIM
- Definição de uma equipe de suporte técnico (interna ou externa) especializada, para auxiliar nos processos e etapas de implantação
- Desenvolvimento de uma cultura organizacional motivacional, tolerante e compreensível aos erros
- Reestruturação dos recursos de informática
- Investimento em treinamento dos colaboradores nos novos softwares
- Reestruturação dos fluxos de trabalho
- Reestruturação dos padrões internos (nomenclaturas, tipos de informação, organização de pastas e arquivos, etc.)
- Desenvolvimento de um projeto piloto
- Treinamento dos colaboradores sobre os novos fluxos e padrões
- Checagem/revisão do plano de implantação

15. Houve alguma etapa, que julgue importante destacar, na qual sua empresa passou e não foi mencionada acima? Qual?

Barreiras à implementação

Avalie a relevância em que estas situações se apresentaram em seu processo de implantação, segundo a escala abaixo:



16. Escassez de projetistas BIM.

Poucas opções ou dificuldade de encontrar projetista de áreas específicas

1 2 3 4 5

Irrelevante Muito relevante

17. Falta de experiência da equipe de projeto.

Perda de produtividade inicial da equipe e curva de aprendizado longa

1 2 3 4 5

Irrelevante Muito relevante

18. Falta de experiência da organização.

Pouco conhecimento sobre a tecnologia BIM, seus desdobramentos e "armadilhas"

1 2 3 4 5

Irrelevante Muito relevante

19. Baixa demanda de clientes.

Pouca procura ou exigência do uso do BIM pelos clientes

1 2 3 4 5

Irrelevante Muito relevante

26. Questões legais

Necessidade de se elaborar novos modelos contratuais, questões de responsabilidade autoral dos modelos e compartilhamento de informações.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Irrelevante | <input type="radio"/> | Muito relevante |

27. Alguma das situações acima citadas, surpreendeu em grau de dificuldade? Qual(is)?

28. Houve alguma barreira à implementação, que julgue importante destacar na qual sua empresa passou e não foi mencionada acima? Qual?
