



CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL

GUSTAVO MARCELINO DE CARVALHO
MARINA COSTA PRATES

PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

BARBACENA
2020

**GUSTAVO MARCELINO DE CARVALHO
MARINA COSTA PRATES**

PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos – UNIPAC Barbacena, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof.^a Me. Tairine Cristine Bertola Cruz

**BARBACENA
2020**

Aos nossos professores, companheiros,
familiares e amigos, pelo apoio incondicional
em todos os momentos dessa trajetória
acadêmica. Este trabalho é dedicado a vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos colegas de turma, futuros engenheiros, com quem dividimos esses cinco anos e percorremos esta caminhada.

Agradecemos à nossa Orientadora Professora Tairine Cristine Bertola Cruz pelo incentivo, dedicação, competência e por todo conhecimento compartilhado.

Agradecemos aos demais professores do curso de Engenharia Civil da UNIPAC Barbacena por nos ensinarem tanto e serem corresponsáveis pela nossa formação acadêmica e realização do sonho de nos tornarmos engenheiros.

RESUMO

O presente trabalho trata sobre a metodologia BIM, Modelagem da Informação da Construção, ainda pouco explorada, principalmente no cenário brasileiro da construção civil, mas em pleno desenvolvimento diante das exigências do mercado. Apresentado como um novo conceito na elaboração de projetos e uma forma de gestão da informação, o BIM, através da incorporação de tecnologias e mudança nos processos de trabalho, apresenta inúmeras funções e benefícios em sua utilização. Neste contexto, o estudo aborda também o processo de implantação do BIM em escritórios de arquitetura e engenharia, destacando a necessidade de uma mudança cultural para a introdução do modelo nas organizações e de um planejamento estruturado para que os projetos desenvolvidos tenham aumento de qualidade e produtividade. Foram realizados três estudos de caso com escritórios de arquitetura da região próxima à Barbacena que utilizam a metodologia BIM na elaboração de projetos, mas que se encontram em fases distintas do processo de implantação. Através de entrevistas realizadas *online*, obteve-se informações relevantes para complementar o estudo teórico, principalmente quanto às vantagens e dificuldades obtidas na transição para o BIM. Com a realização da análise comparativa, foi verificado que dois escritórios, apesar de já adotarem *softwares* interoperáveis no desenvolvimento de projetos, ainda não adotaram o modelo BIM enquanto ferramenta de gestão e estratégia empresarial. Já o terceiro escritório conta com um gerente BIM para nortear a execução da implantação e coordenação da equipe técnica e melhoria dos processos de trabalho.

Palavras-chave: BIM. Gestão da informação. Tecnologias. Implantação.

ABSTRACT

The present work deals with the BIM methodology, Modeling of Construction Information, still little explored, mainly in the Brazilian civil construction scenario, but in full development before the market demands. Presented as a new concept in the elaboration of projects and a form of information management, BIM, through the incorporation of technologies and changes in work processes, presents numerous functions and benefits in its use. In this context, the study also approaches the process of implementing BIM in architecture and engineering offices, highlighting the need for a cultural change for the introduction of the model in organizations and for structured planning so that the projects developed have increased quality and productivity. Three case studies were carried out with architectural offices in the region close to Barbacena that use the BIM methodology in the design of projects, but are at different stages of the implementation process. Through interviews conducted online, relevant information was obtained to complement the theoretical study, mainly regarding the advantages and difficulties obtained in the transition to BIM. With the realization of the comparative analysis, it was verified that two offices, despite already adopting interoperable softwares in the development of projects, have not yet adopted the BIM model as a management tool and business strategy. The third office has a BIM manager to guide the execution of the implementation and coordination of the technical team and improvement of work processes.

Keywords: BIM. Information management. Technologies. Implantation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Intercâmbio de projetos e interoperabilidade BIM.....	11
Figura 2: Curva de esforço.....	12
Figura 3: Início das implementações CAD e BIM no Brasil e no exterior.....	14
Figura 4: Relação entre os níveis organizacionais e as habilidades exigidas dos seus representantes.....	22
Figura 5: Ciclo PDCA	24
Figura 6: Gráfico de desempenho em CAD.....	26
Figura 7: Gráfico de falha da implantação BIM.....	26
Figura 8: Gráfico de sucesso da implantação BIM.....	27
Quadro 1: Cinco componentes críticos necessários para provocar uma mudança de fato em uma empresa ou organização e o que a falta de cada um deles pode provocar.....	18
Quadro 2: Mapa estratégico BSC	23
Quadro 3: Direcionadores estratégicos e metas do objetivo.....	24
Quadro 4: <i>Softwares</i> BIM e empresas desenvolvedoras	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 DESENVOLVIMENTO.....	10
2.1 BIM: Modelagem da Informação da Construção.....	10
2.2 O uso do BIM no Brasil.....	12
2.3 Benefícios e perspectivas do uso do BIM.....	16
2.4 Mudança para o paradigma BIM	17
2.4.1 Implantação BIM	18
2.4.2 Implementação BIM.....	24
2.5 Estudos de Caso	31
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia é uma ferramenta intrínseca ao desenvolvimento de uma sociedade e crescimento da economia, sendo todos os setores do mercado diretamente influenciados por ela. Na indústria da construção não é diferente, inovações tecnológicas são imprescindíveis para a digitalização dos processos visando padronização e colaboração.

Neste contexto, tem-se o BIM (Building Information Modeling), uma metodologia que representa uma mudança no paradigma da construção civil mundial. Através da tecnologia dos *softwares*, o BIM é utilizado em diferentes frentes e fases de projeto, com o objetivo de proporcionar melhorias de processos (gestão e operação) e produtos. Parte da revolução digital, o BIM vem, portanto, remodelando o setor da construção civil através de ferramentas paramétricas, do trabalho colaborativo, da interação em tempo real e da interoperabilidade.

Em vários países o BIM já se encontra difundido. No Brasil, iniciativas já estão sendo implementadas pelo governo, além de construtoras, empresas de projeto e profissionais autônomos, que já estão focados na introdução dos conceitos e uso da tecnologia em obras e projetos. Apesar da compreensão e reconhecimento das incomparáveis vantagens da adoção da metodologia, a implantação da plataforma BIM, principalmente enquanto uma forma de gestão de informação e não somente uma ferramenta de modelagem, esbarra em alguns fatores dificultadores.

Diante das restrições e benefícios que se apresentam para a utilização do modelo BIM, cabe à empresa, através de seu planejamento, decidir se essa mudança de conceito é válida. Para este processo existem diversas ferramentas de tomada de decisão e de elaboração, que podem auxiliar os proprietários, diretores, sócios, gestores e/ou investidores a justificarem a implantação, ou não, do modelo.

Após a decisão, caso seja positiva, os responsáveis contam ainda com alguns guias e manuais de instituições reconhecidas, assim como diversas técnicas administrativas e de gerenciamento, que podem ser utilizadas para orientar e facilitar a mudança de modelo, prevendo os diversos processos das variadas áreas de conhecimento a serem realizados pela equipe de trabalho durante todo o projeto.

A mudança de cultura da organização para o modelo BIM pode ser dividida em duas partes. A primeira trata de um processo administrativo de preparar a organização para se adaptar a esta nova cultura, onde além da decisão pelo projeto também há a definição dos objetivos que justificam a transformação e a identificação das partes interessadas, formada pela equipe de

trabalho e pelos parceiros externos que participarão do projeto. Também nesse momento são realizadas a sensibilização e a capacitação destes atores envolvidos.

A segunda etapa é a implementação, ou seja, a utilização das tecnologias em metodologia BIM na realização dos projetos típicos do escritório. Nesta fase, deve-se realizar o treinamento da equipe na utilização das novas tecnologias, estabelecer um projeto piloto para servir como experiência e um padrão de *templates*, bem como os objetivos de melhoria que se espera alcançar com a utilização do BIM. Além disso, nesta etapa é fundamental planejar, entre outros fatores, quais serão os *hardwares* e *softwares* a serem utilizados e os métodos de gerenciamento da comunicação.

O objetivo deste trabalho é abordar a implantação do BIM e sua realidade em escritórios de arquitetura da região próxima à Barbacena. Para tanto, o mesmo será apresentado com base em revisões bibliográficas e referenciais teóricos acerca dos conceitos mencionados acima. Em sequência, serão abordados três estudos de caso: dois escritórios de arquitetura da cidade de Juiz de Fora (um de pequeno porte, em fase inicial de adoção do *software* BIM e outro, de médio porte, em fase de implantação relativamente estruturada da metodologia BIM) e um escritório de arquitetura da cidade de Belo Horizonte (de pequeno porte e que iniciou suas atividades já com adoção de *software* BIM). Através de entrevistas realizadas com as organizações, buscou-se compreender melhor a nova realidade de estruturação de processos, a mudança nas relações profissionais, as novas formas de se projetar, as possibilidades de interação e interoperabilidade, os benefícios que a metodologia trouxe para a empresa, quais resultados eram esperados e quais estão sendo obtidos, entre outros.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 BIM: Modelagem da Informação da Construção

O BIM tem sido um dos temas amplamente discutidos na construção civil atualmente. Porém, devido à sua complexidade e magnitude, o BIM, muitas vezes, é incompreendido ou interpretado de forma limitada.

Mas afinal, o que é BIM?

Antes de explicitar uma compreensão sobre o BIM, cabe ressaltar que se trata de um tema recente e em plena evolução. Portanto, o objetivo aqui foge de uma significação exata e definitiva, aproximando-se de seu conceito na construção civil e às suas múltiplas funções e aplicabilidades.

A sigla BIM significa *Building Information Modeling*, em português, Modelagem de Informação da Construção. O BIM é um conceito em desenvolvimento que se transforma explorando os avanços proporcionados pela tecnologia da informação. Em outras palavras, é uma metodologia capaz de reunir e fornecer todas as informações de uma construção de forma integrada e organizada. Esse conjunto de informações é composto por um modelo da edificação, projetado desde a concepção arquitetônica até o pós-obra.

De acordo com Eastman *et al.* (2008), professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia (EUA) e um dos pioneiros do conceito, BIM é:

[...]uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção (EASTMAN *et al.*, 2008, p. 13).

Outra definição de BIM, feita pela *Building Smart*, organização mundial de desenvolvedoras de tecnologia para o setor da construção, apresenta-o como:

[...] representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, que permite integrar de forma sistêmica e transversal às várias fases do ciclo de vida de uma obra com o gerenciamento de todas as informações disponíveis em projeto, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida, definido como existente desde a primeira concepção até à demolição (*BUILDING SMART*).

Segundo Penttilä (2006, p.395), “atualmente a Modelagem da Informação da Construção (BIM) busca integrar todo o processo de produção em um só modelo, ele é uma

metodologia para gerenciar a essência do projeto e dados da construção ou empreendimento no formato digital em todo ciclo de vida do edifício”.

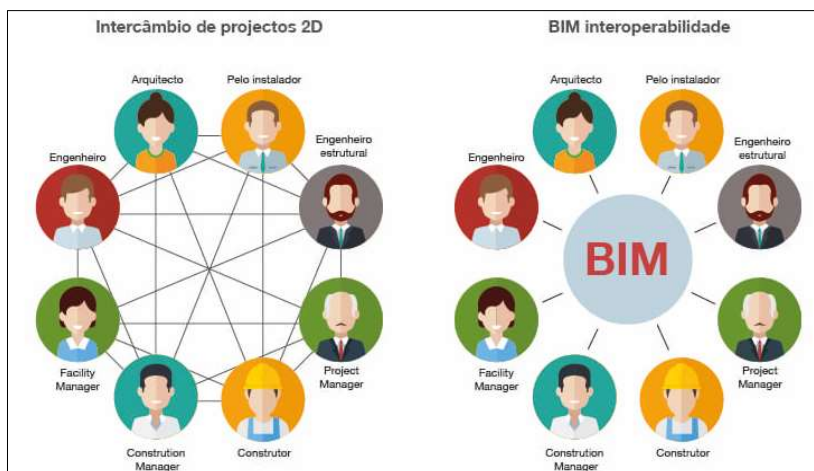
No contexto de entendimento do BIM é fundamental a compreensão de que não é um *software* e nem somente uma ferramenta de modelagem tridimensional virtual, mas sim uma forma de gestão de informação e um novo conceito na elaboração de projetos de construção, baseado em uma prática de trabalho integrado e colaborativo. Em síntese, BIM é uma metodologia que associa tecnologia, pessoas e processos.

Apesar da importância da representação tridimensional, é a capacidade de gerar objetos paramétricos e informação que caracteriza uma ferramenta como BIM. Os parâmetros garantem a geração de objetos editáveis, que podem ser alterados automaticamente em outras vistas associadas, dando suporte a uma automação na informação a uma plataforma BIM. Em outras palavras, na tecnologia BIM existe uma base de dados vinculada e toda vez que o usuário realiza uma edição, essa base é atualizada, não existindo perda de informação ou informações repetidas, como em outros processos.

Kymmell (2008) explica que o BIM constitui projeto e simulação de processos, em que a simulação é integrada e coordenada, contendo todas as informações para planejar e construir um projeto.

São três os aspectos fundamentais da metodologia BIM: a modelagem paramétrica, a interoperabilidade para integração (FIG. 1), colaboração e comunicação dos envolvidos e a capacidade de gestão e avaliação do projeto em todo o seu ciclo de vida. Essa capacidade de gestão e avaliação dos vários aspectos do empreendimento permite, por meio da tecnologia, tratar do projeto verdadeiramente como multidimensional (RUSCHEL *et al.*, 2010).

Figura 1 – Intercâmbio de projetos e interoperabilidade BIM

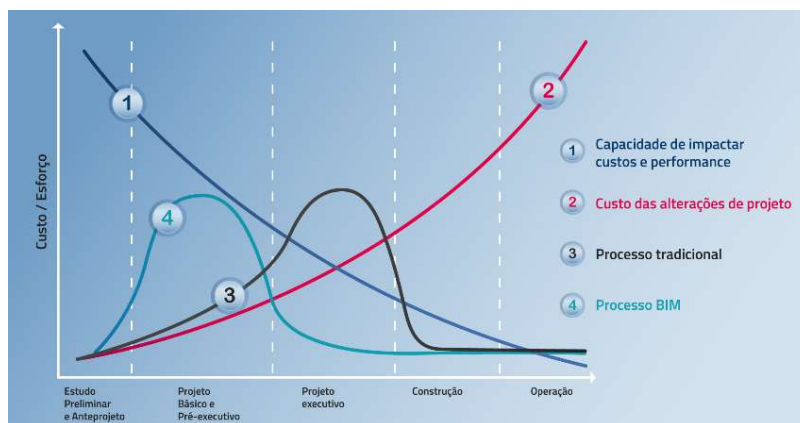


Fonte: <https://utilizandobim.com/blog/interoperabilidade/>

Ruschel *et al.* (2010) explicam que, entre as possibilidades apresentadas pelo BIM, as de grande interesse são as interações entre a tecnologia e o processo de projeto, sendo a principal a mudança das formas de aquisição do conhecimento no processo de projeto, ou seja, no processo particular de solução de problemas. Segundo estes autores, a tecnologia BIM não se resume a uma forma de representação posterior às atividades de criação ou síntese, mas se configura como uma tecnologia que modifica a própria forma de desenvolver a dinâmica do projetar.

Voltando à comparação da convencional forma de se projetar, o tempo e os esforços que antes se davam nas fases intermediárias e finais do projeto, principalmente devido à produção de desenhos, agora são maiores nas etapas iniciais. No BIM, a curva se inverte, as decisões são antecipadas e uma carga maior de trabalho é deslocada para o estudo preliminar e o anteprojeto (FIG. 2).

Figura 2 – Curva de esforço



Fonte: Guia Asbea (2015).

Ao se tratar da execução da obra, o BIM permite uma percepção antecipada das possíveis interferências e situações de manutenção comuns durante o ciclo de vida da obra, ampliando a importância e aplicabilidade durante o projeto e, conseqüentemente, reduzindo as chances de improvisação e o tempo gasto, melhorando o desempenho e garantindo que o cronograma e orçamento previstos sejam contemplados.

2.2 O uso do BIM no Brasil

A construção civil é um dos setores que, no Brasil, menos adota sistemas inovadores. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o percentual de inovação da indústria no país é de, em média, 35,7%. Na construção civil, no entanto, esse número se limita

a 29,6%, apesar de ser uma grande indústria – representa cerca de 8% do PIB nacional. Portanto, a construção civil mostra-se pouco eficiente quanto à incorporação de tecnologia para aumento de produtividade.

Em contraponto, o investimento em novas contratações e compras realizado pela indústria da construção é de, aproximadamente, duzentos e doze bilhões de reais ao ano, o que indica, ainda segundo o IBGE, que o setor tem evoluído em seus investimentos e em tecnologia.

Segundo Corrêa (2008), a construção civil brasileira enfrenta há muitos anos uma série de dificuldades e necessidades de adaptações, passando por diferentes crises de mercado. Porém, visando o crescimento da demanda imobiliária, a estabilidade econômica e a competitividade, empresas do ramo buscam a aplicação de novas tecnologias construtivas, aliadas a melhorias no processo de projeto, e metodologias de gestão mais eficientes.

Ao longo dos anos, a forma com que os projetos de arquitetura e engenharia são desenvolvidos foi evoluindo e um grande avanço ocorreu com a introdução das tecnologias digitais no processo construtivo. A partir da década de 80, os projetos, que até então eram feitos manualmente, com o uso de ferramentas usuais de desenho (prancheta, normógrafos, etc.), passaram a ser desenvolvidos no computador através da plataforma CAD (Computer Aided Design), o que revolucionou o mercado da construção civil e garantiu uma melhoria na qualidade do produto. Com a utilização do *software*, inserido no mercado quase que simultaneamente ao próprio computador, foi possível criar desenhos de forma muito prática e financeiramente viável, até mesmo aos profissionais autônomos e às pequenas empresas de projeto.

Cabe destacar aqui que o CAD é uma tecnologia com inúmeras funcionalidades, mas pouquíssimo exploradas em sua utilização. Em qualquer *software*, há recursos que só são totalmente explorados quando se passa a enxergá-los não só como substitutos de ferramentas antigas, de modelagem ou mera automatização, mas como novas possibilidades de organização do trabalho. Ou seja, os processos necessitam ser transformados para que esses recursos disponíveis façam sentido diante do objetivo da empresa.

Pode-se dizer que no CAD, enquanto processo de projeto “clássico”, imagina-se em 3D e projeta-se em 2D, enquanto no BIM imagina-se em 3D e a representação é através de um modelo virtual.

O BIM chegou no Brasil há pouco mais de 10 anos. Apesar de já estar sendo amplamente utilizado internacionalmente no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção, no Brasil, o número de empresas que utilizam o BIM é extremamente inferior, bem como seu ensino em universidades (FIG. 3). Segundo Covelo (2011), tem-se um atraso de

aproximadamente quinze anos em relação aos países desenvolvidos quanto a tomar conhecimento, saber o que é integrar a cadeia produtiva, capacitar profissionais e trabalhar pela implantação. Além disso, conforme Ruschel *et al.* (2013), mesmo quando o BIM é utilizado no país, ainda não há o pleno aproveitamento dos seus recursos e conhecimento de suas funções e benefícios.

Figura 3 – Início das implementações CAD e BIM no Brasil e no exterior



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-BULLET-Inicio-das-implementacoes-CAD-e-BIM-no-Brasil-e-no-exterior_fig1_264992377

O processo de implantação do BIM no Brasil está, portanto, em desenvolvimento e ainda precisa de melhorias para que possa, de fato, proporcionar avanços à construção civil. Dentro dessa realidade, ainda há o desafio de vencer resistências culturais e sair da zona de conforto, principalmente dos profissionais que estão há mais tempo acostumados com o uso de tecnologias mais antigas, como o Autocad, e de capacitar projetistas para o novo trabalho.

Porwal e Hewage (2013) destacam que, para uma melhor difusão do conceito no Brasil, seria muito importante o envolvimento e o incentivo do setor público. Algumas iniciativas nacionais isoladas para a implantação do BIM no mercado brasileiro têm sido tomadas por alguns órgãos, como a Petrobrás, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), o Exército Brasileiro, o governo de Santa Catarina, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), inclusive a solicitação de projetos em BIM, demandando uma readequação dos profissionais projetistas. Órgãos como a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) também estão desenvolvendo normas para atender ao padrão BIM.

Ainda ao se tratar do setor público brasileiro, convém destacar que a adoção da modelagem BIM significa uma ferramenta no combate à corrupção na área da construção civil. Ao fornecer informações precisas sobre qualidade e quantidade de materiais e o prazo da construção, sua aplicação reduz “imprevistos” na execução e, consequentemente, os aditivos

contratuais, gerando mais segurança nas estimativas de custos e no cumprimento de prazos, o que garante uma maior transparência em processos licitatórios.

A implantação da Norma de Desempenho (NBR 15575) e a busca por Construções Sustentáveis estabelecem um novo contexto no processo de concepção de projetos e construções. Estes passam a requerer simulações, uma atuante gestão de integração de projetos, especificações mais detalhadas de materiais, domínio de técnicas construtivas, maior controle de custos e produtividade e uma gestão de obra, alcançando uma durabilidade maior das construções. Nesse contexto, o BIM se destaca, propondo uma revolução nos processos de projeto e planejamento de obras, com foco no ciclo de vida das edificações.

Em maio de 2018, foi oficializado pelo Governo Federal, através do Decreto nº 9.377, a Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM, ou Estratégia BIM BR, cuja finalidade é promover um ambiente adequado ao investimento na metodologia e sua difusão no Brasil. Segundo o CAU/BR (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil), entre as metas estipuladas, está aumentar em 10 vezes a implantação do BIM, de forma que 50% do PIB da construção civil tenha adotado a metodologia até 2024. De acordo com uma pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (FGV), atualmente 9,2% das empresas do setor da construção (que correspondem a 5% do PIB do setor) utilizam o BIM em suas rotinas de trabalho,

De acordo com o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, a partir de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal.

Ao se tratar da implantação BIM, principalmente nos escritórios de engenharia e arquitetura, é importante mencionar que uma série de dificuldades já está ocorrendo e tendem a ser enfrentadas. Uma questão é o elevado investimento com *softwares* e equipamentos mais potentes. Outra questão já apontada por empresas brasileiras é a inexistência de bibliotecas virtuais para a aquisição de itens prontos que são utilizados nas modelagens. Em países da Europa e nos EUA, onde a tecnologia já é mais difundida, é possível adquirir todas as especificações, por exemplo, de peças sanitárias, componentes elétricos, enquanto que, no Brasil, ainda é preciso fazer a modelagem desses itens.

Entre outras dificuldades, também pode-se citar: resistência à mudança cultural e de processos na empresa, desconhecimento sobre as técnicas de gerenciamento de projetos, carência de desenvolvimento de processos e normatização, desconhecimento sobre modelos de negócios BIM e sobre as tecnologias que adotam este modelo, dificuldade em se trabalhar colaborativamente, falta de profissionais capacitados para operar as ferramentas exigidas pelo BIM, dentre outros.

2.3 Benefícios e perspectivas do uso do BIM

Conforme apresentado, o BIM se consolida como um verdadeiro triunfo da tecnologia atual no âmbito da construção civil, pois possibilita uma inovação no trabalho de arquitetos, engenheiros e projetistas, proporcionando a integração de informações. Desta forma, uma visão mais ampla, e ainda mais precisa, é obtida nas etapas de planejamento.

Os diferenciais da plataforma BIM, portanto, vão além de uma modelagem. Entre os inúmeros benefícios da plataforma, pode-se citar:

- Fluxo de trabalho transparente e aberto;
- Linguagem comum para os processos utilizados;
- Entendimento geral de todas as etapas da construção;
- Desenhos e cálculos inteligentes e integrados;
- Atualização automática de desenhos e detalhes;
- Minimização de conflitos, de agenda ou cronograma, durante a execução da obra;
- Ciclos de aprovação mais rápidos;
- Facilidades para a qualificação do controle de previsão de custos;
- Mais produtividade com menor uso de recursos do que antigamente;
- Versatilidade de aplicações, tornando a plataforma BIM em ferramenta estratégica, de planejamento e de controle de riscos das obras;
- Melhorias na logística e organização do canteiro de obras;
- Dados salvos em nuvem, exigindo menos infraestrutura física de servidores, ainda promovendo a segurança de sua propriedade intelectual;
- Visualização de todo o histórico do projeto.

A chave do sucesso e do futuro para aplicação do BIM é o investimento em conhecimento, devido a todas as mudanças necessárias das normas, padrões, ferramentas, processos, infraestrutura, cultura organizacional e a adaptação de toda a cadeia produtiva da construção civil. Uma maior fomentação deve partir, não só da iniciativa privada, mas também do governo e das instituições de ensino.

Segundo Kymmel (2008), a indústria da construção só irá evoluir em direção ao BIM de forma mais concreta quando a sua adoção se tornar necessária, seja por exigência do contratante ou pela competição entre os projetistas e construtores, que levará a implantação como forma de manter sua sobrevivência no mercado.

Somente a introdução de novos *softwares* não será isoladamente capaz de produzir efetivas mudanças nos processos da indústria da construção. Torna-se necessária uma abordagem colaborativa de todos os envolvidos na cadeia, a partir da integração dos agentes envolvidos no planejamento, projeto, construção e fornecimento, em busca de uma adoção mais generalizada, visando maior aproveitamento das possibilidades oferecidas pelo BIM (KYMMEEL, 2008).

Um exemplo de situação ideal para a definição dos elementos de projeto seria a disponibilização de catálogos de fornecedores de forma que fosse possível fazer o *download* de objetos da internet com todas as especificações, incluindo-os diretamente no projeto. Com a disponibilidade dos componentes pelos fabricantes, seria possível reduzir o tempo gasto pelos projetistas com a modelagem, permitindo a inserção de objetos mais detalhados e alinhados aos produtos efetivamente disponíveis no mercado. Além disso, os fabricantes seriam responsáveis pela consistência das informações fornecidas, que poderiam ser atualizadas constantemente (AMORIM, 2018).

Dentre algumas tendências com a expansão do uso do BIM, pode-se citar:

- Ferramentas de realidade virtual através do uso de óculos nas etapas de construção, comercialização e manutenção dos imóveis;
- Técnicas de escaneamento a laser utilizando drones para reformas ou retrofit de edificações, gerando o modelo virtual com mesma riqueza de detalhes e precisão;
- Tecnologia de impressão 3D.

2.4 Mudança para o paradigma BIM

A implantação do modelo BIM é um desafio para uma organização. O desenvolvimento deste projeto exige uma mudança cultural, envolvendo agentes externos e internos que devem superar as restrições para alcançar os objetivos organizacionais.

O termo “projeto” apresenta diversos significados, e é inevitável que seja explicitado aqui em dois dos seus sentidos. Descreve-se o primeiro como um plano de ação elaborado durante o planejamento estratégico, com o intuito de estruturar e adaptar a organização ao modelo BIM. Este projeto é executado pela equipe da implantação e coordenado por um profissional qualificado em gerenciamento de projetos e se refere a uma disciplina administrativa.

O outro significado para projeto é o produto típico dos trabalhos desenvolvidos pelos escritórios de arquitetura e engenharia e que são expressos nas plantas. A alteração na forma de elaboração destes projetos, com a utilização efetiva de ferramentas BIM, será alcançada com a implementação do BIM, que deve ser conduzida por um profissional com conhecimento sobre este modelo.

2.4.1 Implantação BIM

O conceito mais prático de cultura organizacional, de acordo com depoimentos de gestores relatados por Deal e Kennedy (1983, p.501) é: “o jeito que fazemos as coisas por aqui”. Esta frase muitas vezes serve para justificar a manutenção de um modelo que já não comporta a atual dinâmica do mercado.

A mudança desta cultura organizacional é complexa, exigindo dos envolvidos a busca de novas habilidades técnicas e conceituais, e compete ao nível estratégico da organização proporcionar o ambiente adequado para que ela ocorra. A CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) apresenta alguns componentes críticos com os quais a instituição deve se atentar para facilitar o processo de mudança (Quadro 1).

Quadro 1 – Cinco componentes críticos necessários para provocar uma mudança de fato em uma empresa ou organização e o que a falta de cada um deles pode provocar

Visão	+	Capacitação	+	Incentivos	+	Recursos	+	Plano de Ação	=	Mudança
	+	Capacitação	+	Incentivos	+	Recursos	+	Plano de Ação	=	Confusão
Visão	+		+	Incentivos	+	Recursos	+	Plano de Ação	=	Ansiedade
Visão	+	Capacitação	+		+	Recursos	+	Plano de Ação	=	Resistência
Visão	+	Capacitação	+	Incentivos	+		+	Plano de Ação	=	Frustração
Visão	+	Capacitação	+	Incentivos	+	Recursos	+		=	Falsos Inícios

Fonte: CBIC Volume 2 (CATELANI; 2016).

Em resumo, para efetivar a mudança, a empresa necessita garantir um planejamento estratégico com visão e missão bem definidas e um plano de ação bem estruturado. Além disso,

deve também formar e manter uma boa equipe e disponibilizar capacitação, incentivos e os recursos necessários para o sucesso da implantação.

Os níveis tático e operacional da organização também devem ter a competência necessária para se adequar à novidade e conhecimento, habilidade e atitude para superar o desafio da mudança. Pressupõe-se aqui que a organização tenha uma equipe competente para implantar o novo modelo. Caso não a tenha, é a hora de realizar uma capacitação adequada ou uma nova seleção.

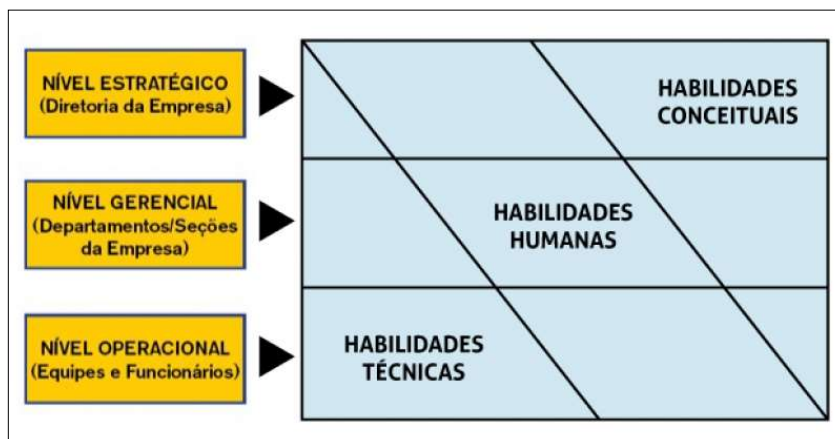
Os parceiros externos devem estar dispostos a se adequar ao novo modelo que se almeja e a se comportar dentro dos valores considerados pela empresa. Por ser um modelo ainda pouco difundido no país, ou o parceiro busca a capacitação na metodologia BIM, ou será necessário buscar novos contatos. A utilização das novas tecnologias associadas ao BIM exigirá um esforço de quem as utilizará, por isso a necessidade de se ter parceiros com credibilidade que assumam o compromisso.

A decisão pela implantação do BIM ocorre no nível estratégico, pelos patrocinadores, diretores, proprietários, sócios, entre outros que verificarem uma necessidade ou oportunidade para esta transformação nas operações da organização, e que tenham poder de autorizar mudanças mais drásticas e se comprometer com elas. Esta decisão estratégica deve ser expressa formalmente através do plano de ação, a ser incorporado no seu planejamento estratégico, onde, depois de analisados a estrutura da empresa e os desafios que são impostos, são estabelecidos os objetivos e as metas que servirão, respectivamente, como direção para que o nível tático oriente a equipe e como parâmetros para determinar se o nível operacional foi efetivo em suas atribuições.

Depois de decidido que o projeto é viável, e ainda dentro da fase de planejamento estratégico, é necessária a participação de um importante ator que será responsável por gerenciar, tanto a implantação, quanto a implementação do novo modelo. Este gestor deve possuir habilidades técnicas, conceituais e humanas em boa proporção para conseguir compor e liderar a equipe para atingir os objetivos estabelecidos em conjunto com os gestores e patrocinadores do projeto. Ele é o responsável por fazer a ligação entre o nível estratégico e o operacional da empresa.

A FIG. 4 apresenta os três níveis de uma organização típica com a proporção das habilidades desejadas que seus representantes devem possuir.

Figura 4 – Relação entre os níveis organizacionais e as habilidades exigidas dos seus representantes



Fonte: <https://infonauta.com.br/administracao-em-publicidade/11/conceitos-fundamentais-em-administracao-estrategica/>

Para efetivar esta nova forma de atuação, serão exigidas dos gestores habilidades técnicas em gestão de projetos e em gestão BIM. Pode ser apenas um deles com o conhecimento nestas duas áreas, ou dois, cada um com sua especialidade. Isso vai depender dos planos e recursos da empresa. Algumas vezes, neste trabalho, serão usados os termos gerente de projetos e gerente BIM, como se fossem atores distintos, mas neste caso, entenda-se que se trata da função típica exigida, ou seja, o papel que ele estará desempenhando naquele momento.

Existem diversas ferramentas úteis disponíveis para facilitar o gerente de projetos e o gerente BIM em suas atividades e é fundamental que eles detenham conhecimento suficiente sobre como utilizá-las, identificando também quais delas devem ser usadas a cada momento. Elas podem ser divididas em ferramentas de: planejamento, controle, processo, projeto e tomada de decisão. Dentre elas, cita-se como exemplo: ciclo PDCA, 5W2H, *Balanced Score Card* – BSC, Matriz GUT, PMBOK, Análise SWOT, KPI, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, 5S, Six Sigma, as 5 forças de Porter, Matriz BCG, *Benchmarking* e Modelo de Negócio Canvas.

Cita-se ainda diversos manuais e guias que servem como referência para auxiliar os gestores na implantação do modelo BIM, entre eles: Manual de Implantação do Piloto BIM da Autodesk, Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2016), Guia AsBEA Boas Práticas em BIM da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA, entre outros.

Um dos pontos comuns entre estes manuais é a divisão em duas fases que aqui são denominadas Implantação BIM e Implementação BIM. Estas duas etapas se sobrepõem durante o projeto, pois a equipe, ao mesmo tempo, estará envolvida em mudar a cultura organizacional

para este novo paradigma e em adquirir novas habilidades técnicas, aprendendo novos instrumentos que utilizam a tecnologia BIM nos seus processos de trabalho.

A implantação BIM trata de um projeto que tem um início e um fim determinados, começando por uma autorização do nível estratégico da organização e se encerrando com a incorporação do modelo BIM aos processos de rotina da empresa. Este projeto deve ser planejado, executado e avaliado durante seu ciclo de vida. Uma ferramenta de grande reconhecimento da disciplina de Gerenciamento de Projetos é o Guia PMBOK (2017), que trata da metodologia que organiza e fornece conceitos de gestão de projetos, especificamente as consideradas “boas práticas” na área.

Tomemos como exemplo uma empresa que decidiu pela implantação do novo modelo, pois sua análise do ambiente externo identificou uma oportunidade de estabelecer uma vantagem competitiva com a utilização de novas tecnologias ainda pouco utilizadas no país. Já a previsão de obrigatoriedade do uso da plataforma BIM para contratação com a Administração Pública Federal a partir de 2021 foi considerada uma ameaça. Na análise do ambiente interno foi verificado que os pontos negativos não eram suficientes para impedir a mudança e que recursos disponíveis eram pontos fortes. Parte-se então para o passo seguinte, que é a identificação das partes interessadas.

As partes interessadas do projeto também podem ser divididas entre internas e externas à organização. São a equipe, os parceiros, os clientes, fornecedores e todos os demais envolvidos nas ações e nos resultados de seus processos. Estes envolvidos devem se adequar aos valores, a missão e a visão da empresa, bem como aos objetivos estabelecidos no planejamento estratégico, por isso a necessidade de uma boa seleção destes. Um ator fundamental e que merece destaque neste estudo é o gerente, que é o responsável por gerenciar a execução, o monitoramento e o controle das atividades da empresa, fazendo a ligação entre as demandas estratégicas e as operações da empresa na busca do alcance dos objetivos organizacionais.

É certo que, muitas vezes, a empresa não é dividida em três níveis organizacionais. É comum casos onde o diretor ou proprietário gerencie as atividades. Entretanto, para facilitar a didática, o termo gerente será utilizado para descrever o responsável pelo nível tático da organização.

Outro aspecto usado para facilitar o entendimento é a menção da figura do gerente de projetos e do gerente BIM. Nem sempre a empresa contará com a presença de um profissional para o processo de implantação e outro para o de implementação, todavia, é interessante para o

estudo diferenciar as funções típicas de cada um destes profissionais para facilitar a compreensão.

A empresa que optar pela mudança de modelo deve planejar a utilização de sua força de trabalho, verificando se a capacidade operacional delegada ao gerente comporta ou não novas atribuições. Caso não, resta a realização de uma nova contratação. No entanto, há um contraponto: o processo de implantação tem um final delimitado e, caso não haja também um objetivo de incremento quantitativo na produção autoral, este gestor ficará ocioso após o seu fim. Tudo isto deve estar previsto no planejamento, assim como a possibilidade de contratação de consultoria especializada, seja na área de gestão de projetos, ou na de gestão BIM, pois isto pode facilitar a equalização da necessidade de pessoal.

Tendo-se o termo de abertura do projeto estabelecido e a equipe do projeto identificada, parte-se para a construção dos demais grupos de processos de gerenciamento, que no PMBOK (2017) são: o planejamento, a execução, o monitoramento e o controle. Para a integração dos grupos de processos, merece destaque a utilização da ferramenta Ciclo PDCA, que traduz exatamente o que está no parágrafo anterior e é representado na FIG. 5:

Figura 5 – Ciclo PDCA



Fonte: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-o-ciclo-pdca>.

O ciclo PDCA é uma ferramenta básica de gerenciamento, de grande utilidade e baseada em um princípio de melhoria contínua onde planeja-se, executa-se, monitora-se e, caso esteja dando certo, padroniza-se o processo. Do contrário, age-se, alterando o que foi planejado. Ao final da etapa de planejamento do ciclo, como visto na figura acima, tem-se o plano de ação, que é um documento formal, resultado final do planejamento.

Outra importante ferramenta que se pode usar é o BSC (Quadro 2). Ela é utilizada no planejamento para organizar os métodos de sua elaboração e, durante a execução do projeto, como um elemento gráfico de apresentação do resultado deste planejamento para a equipe.

Quadro 2 – Mapa estratégico BSC

Missão:			Visão:	
Elaborar projetos que possibilitem aos clientes realizarem seus melhores sonhos de construção.			Ser reconhecida como uma empresa como uma empresa inovadora na gestão nos processos e na satisfação do cliente.	
Financeiros	Aumentar a lucratividade.	Aumentar a rentabilidade.		
Clientes	Aumentar o número de clientes.	Aumentar a satisfação dos clientes.		
Processos internos	Fortalecer o monitoramento e controle dos processos.	Adequar os processos ao modelo BIM.		
Aprendizado e Crescimento	Promover a valorização dos colaboradores.	Preparar os colaboradores para a utilização das novas tecnologias.		

Fonte: elaborado pelos autores, baseado no BSC do Instituto Nacional do Seguro Social 2016-2019

A primeira linha apresenta a missão e a visão da empresa. Aquela representa o porquê de sua existência, seu propósito, é o que impulsiona os empreendedores a iniciar um negócio. A visão trata de onde a empresa quer chegar, como ela quer ser reconhecida, a definição dos objetivos deve se basear nela. Por se tratar de uma mudança cultural, no processo de mudança para o BIM, é provável a necessidade de que a visão no processo de implantação deva ser alterada para se ajustar ao novo modelo.

Os elementos da primeira coluna tratam das perspectivas sobre as quais os objetivos estratégicos são criados, que são as financeiras, dos clientes, dos processos internos e do aprendizado e crescimento. Sobre cada um destes elementos são criados os objetivos.

Os objetivos são os demais elementos que aparecem no desenho, e eles podem ser divididos em indicadores que nortearão as ações que devem ser adotadas.

É importante que estas ações tenham metas estabelecidas para servir como referência sobre o quantitativo do que deve ser feito. O Quadro 3 mostra os indicadores, bem como as metas estabelecidas, referentes a um dos objetivos da perspectiva dos processos internos.

Quadro 3 – Direcionadores estratégicos e metas do objetivo

Preparar os colaboradores para a utilização das novas tecnologias.	
Indicadores	Metas
Pessoas capacitadas na utilização de tecnologia BIM.	5 colaboradores capacitados
Proporcionar capacitação em Gerenciamento de projetos	3 colaboradores capacitados

Fonte: elaborado pelos autores, baseado no BSC do Instituto Nacional do Seguro Social 2016-2019

Depois de o nível estratégico com a participação do gerente de projetos terem realizado o planejamento estratégico, tendo em mãos um plano de ação, que está representado no seu Balanced Score Card, é hora de se iniciar a execução da implantação e implementar o novo modelo BIM em seus processos de trabalho.

2.4.2 Implementação BIM

A implementação trata da utilização das tecnologias BIM disponíveis nos processos típicos do escritório. Conforme descritas no Guia Autodesk (2014), estas tecnologias apresentam ferramentas:

- de análise, que oferecem melhor percepção da capacidade de construção e execução potencial de edificações e infraestrutura antes de serem construídas. Usando essas análises, suas equipes de projeto podem tomar decisões melhor informadas sobre o layout geométrico, materiais de construção, energia e sustentabilidade—e detectar e evitar melhor conflitos dispendiosos entre elementos como tubos e vigas.;
- de comunicação colaborativa, que ajuda a reforçar os processos empresariais, enquanto permite que todos os membros das equipes compartilhem informações dos projetos de uma maneira estruturada (GUIA AUTODESK, 2014, p. 23).

Para que esta nova plataforma tecnológica seja mais bem utilizada, é interessante que na equipe haja alguém com conhecimento sobre a plataforma e programas relacionados. Caso nenhum dos membros tenha habilidade técnica, há a possibilidade de contratação de uma consultoria especializada na área. Esta escolha depende da empresa, considerando seu quadro

de pessoal, os custos, sua expectativa de crescimento, a velocidade que se espera para o término do desenvolvimento da implantação, entre outros. Para identificar quais as características necessárias deste profissional, a Catelani (2016) cita que o gerente BIM, ou BIM *Manager*, em inglês, deve ter as seguintes responsabilidades:

- Comunicar a visão BIM, tanto do projeto total de implementação quanto do projeto-piloto;
- Liderar e garantir a efetividade do treinamento da equipe;
- Atuar como ponto focal BIM;
- Liderar e gerenciar o projeto de implementação BIM;
- Realizar reuniões periódicas para o gerenciamento da implementação e do desenvolvimento do projeto-piloto;
- Garantir a efetividade dos processos de troca de informações;
- Solucionar conflitos;
- Gerenciar, manter e controlar a qualidade dos modelos desenvolvidos (CATELANI, 2016, p. 38).

Tendo este líder como referência sobre o modelo BIM, deve-se trabalhar para que o restante da equipe também passe a ter conhecimento sobre a metodologia. Gonçalves Júnior (2017) denomina esta etapa como revisão conceitual e nivelamento interno sobre BIM e apresenta ainda alguns temas que devem ser abordados para a internalização de alguns conceitos. São eles: “aplicações do BIM; sistemas construtivos da edificação e seus impactos no uso do BIM; conceitos básicos de compatibilização, coordenação e colaboração em projetos; diretrizes para modelagem eficiente em BIM e *softwares* de autoria de projetos” (GONÇALVES JÚNIOR, 2017).

Quanto mais conhecimentos sobre a plataforma BIM a equipe tiver, melhores serão os resultados, por isto a necessidade de um treinamento qualificado, com carga horária e conteúdos adequados aos objetivos.

Ainda antes de se definir o projeto piloto, Gonçalves Júnior (2017) prioriza o “mapeamento do processo de projeto atual e como será com o BIM”, onde serão efetivamente levantadas as necessidades e expectativas, além de definido o escopo da implementação (GONÇALVES JÚNIOR, 2017).

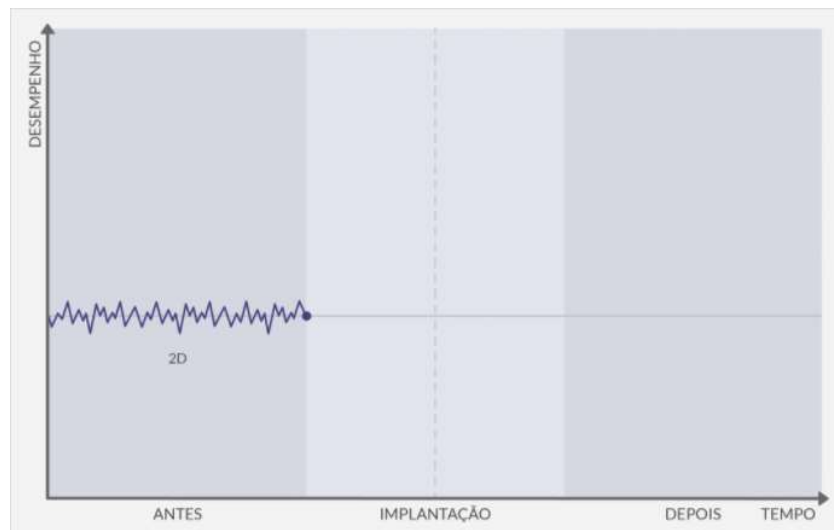
As métricas são importantes para todas as organizações. O conhecimento sobre os números, como custos, tempo de execução dos processos, produtividade, entre outros, é vital, pois servem como parâmetros para o estabelecimento dos objetivos e para o monitoramento e controle dos processos.

Saber sobre os números que serão atingidos utilizando o novo modelo também é imperativo, pois quando o serviço for vendido ao cliente, estes números deverão ser

apresentados. Além disso, este conhecimento pode ser decisivo para a continuidade ou não do processo de implementação.

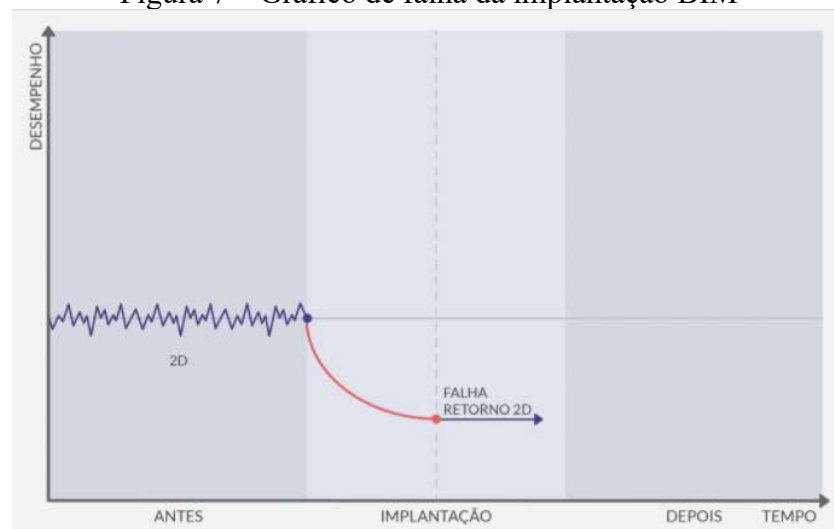
Tem-se, na FIG. 6, uma simulação da variação da produtividade que ocorre em diversos processos da organização diante da migração da tecnologia 2D para o BIM. A FIG.7 mostra uma queda de produtividade além do esperado, remetendo à ideia de que o plano de implementação não foi bem estruturado, o que leva à interrupção do processo e retorno à metodologia antiga. A FIG. 8 mostra uma queda esperada de produtividade quando se realiza a implementação do novo modelo, que logo em seguida entra em crescimento, devido às facilidades e ganhos proporcionados pela plataforma BIM.

Figura 6 – Gráfico de desempenho em CAD



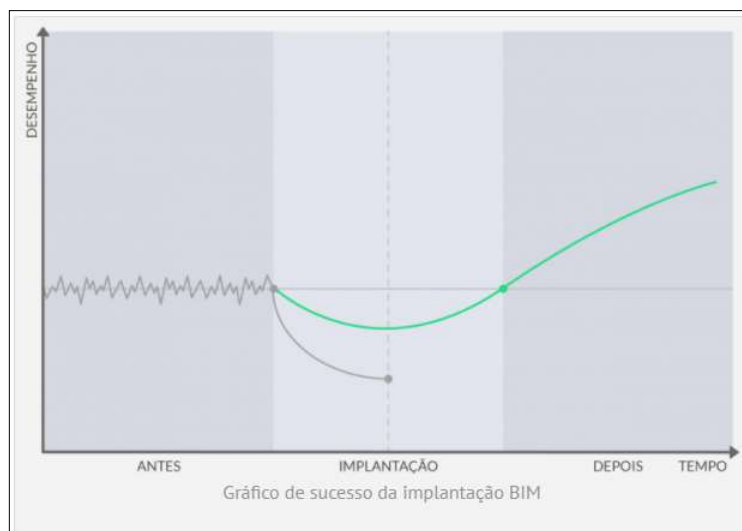
Fonte: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/implantacao-bim-desafios-e-por-onde-comecar/>.

Figura 7 – Gráfico de falha da implantação BIM



Fonte: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/implantacao-bim-desafios-e-por-onde-comecar/>.

Figura 8 – Gráfico de sucesso da implantação BIM



Fonte: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/implantacao-bim-desafios-e-por-onde-comecar/>.

O conhecimento sobre as medidas dos dois modelos possibilita ao gestor entender o que está acontecendo, podendo até impedir que a implementação seja abandonada ao perceber esta queda normal de produtividade.

O passo seguinte seria a escolha de um projeto piloto para o início da utilização da plataforma BIM. Esta é a recomendação dos guias de implementação BIM, afinal, o escritório está desenvolvendo seus demais projetos autorais e os clientes esperam que prazos e qualidade sejam cumpridos, a equipe está aprendendo a utilizar novas ferramentas e os processos de implantação continuam ativos.

Para uma migração suave e bem-sucedida, é extremamente recomendável o desenvolvimento de um Projeto Piloto de baixa complexidade e ambiente controlado, ou seja, com risco monitorado. Segundo recomendação do manual de implantação do BIM da Autodesk, é ideal que seja escolhido um projeto piloto de médio porte, evitando algo muito simples ou complexo demais para que sejam desenvolvidos todos os *templates* das diversas disciplinas.

O *template* é, sem dúvida, um grande aliado para o aumento da produtividade nos projetos. Trata-se, de acordo com André (2017), de um modelo com estrutura predefinida, com uma série de configurações já realizadas, que facilitará no desenvolvimento, permitindo maior velocidade e melhor fluidez na criação dos projetos. Ainda segundo o autor, a criação de uma biblioteca de *templates* é “a melhor maneira de garantir a consistência entre sua equipe de projetos e obter seus modelos e desenhos em ordem, por isto a necessidade que esta criação seja determinada no momento do planejamento”.

Decidido qual o será o primeiro projeto do escritório a utilizar o modelo BIM, resta estabelecer os objetivos que traduzam as vantagens do novo modelo em relação ao antigo. Para a elaboração destes objetivos táticos, observe que aqui há um trabalho técnico que não é mais um papel do nível estratégico da organização. Deverá haver a participação do gerente BIM e de sua equipe, o nível operacional da organização, no desenvolvimento de um plano de ação que possibilite o alcance dos objetivos institucionais.

Após a definição do projeto piloto e de seus objetivos, seguindo a metodologia da CBIC (CATELANI, 2016), são utilizadas as áreas de conhecimento de gerenciamento da integração, do escopo e do cronograma dos projetos, pertencentes ao grupo dos processos de planejamento do PMBOK (2017).

Uma vez definida a equipe, que é quem vai fazer, o projeto piloto, que é onde será feito, e o porquê será feito, que são os objetivos anteriormente definidos, é hora de estabelecer o que vai ser feito e quando isto será feito.

O escopo é a identificação sobre tudo o que deve ser feito. No Guia PMBOK (2017) é apresentada a estrutura analítica do projeto (EAP) como o documento final do processo de planejamento da área de gerenciamento do escopo. De acordo com Justo (2018), a EAP “é uma subdivisão hierárquica do trabalho do projeto em partes menores, mais facilmente gerenciáveis. Seu objetivo primário é organizar o que deve ser feito para produzir as entregas do projeto” (JUSTO, 2018).

Quando este será feito se refere à elaboração do cronograma. Cada um destes trabalhos expressos na EAP deve ter um prazo planejado para sua conclusão. É relevante mencionar que, muitas vezes, uma etapa depende da conclusão de uma anterior para se iniciar, por isto é preciso priorizar as atividades. Existem alguns aplicativos que auxiliam na elaboração do cronograma.

O Excel foi utilizado por muito tempo como ferramenta para tal atividade, mas atualmente existem diversos outros sistemas compatíveis com o BIM, e que, de acordo com Lima (2016), proporcionam previsão dos conflitos, evitando que eles aconteçam, melhor compreensão da relação entre os serviços e maior confiabilidade dos dados. Segundo o autor, estas ferramentas, citando como exemplo o Synchro, ajudam na visualização da evolução da obra, permitindo o comparativo entre o previsto e o realizado.

O BIM oferece diversas outras tecnologias e a definição dos *hardwares* e *softwares* que serão utilizados é um ponto crítico do projeto, pois o custo é alto, além de existir o risco de incompatibilidade entre as versões de *softwares* e os formatos diferentes de arquivos produzidos pelos diversos desenvolvedores. Atualmente existem vários produtos que utilizam a tecnologia

BIM. Johannes (2019) apresenta uma lista destes aplicativos e suas utilidades. O QUADRO 4 mostra alguns destes exemplos:

Quadro 4 – *Softwares* interoperáveis e empresas desenvolvedoras

Utilidade	Software	Empresa
Desenho e modelagem	Revit Architecture	Autodesk
	ArchiCAD	Graphisoft
	Allplan Architecture	Nemetschek CompanySun
	SketchUp	Trimble
Planejamento e Gerenciamento da Construção	Navisworks	Autodesk
	BIM 360 Glue	Autodesk
	Synchro Pro	Synchro
Medidas e Controle de Custo	Arquimedes	CYPE
	Vico 5D BIM Estimating	Trimble
Cálculo e ou representação de sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos (MEP)	Revit Structure	Autodesk
	Tecla Structures	Trimble
	SAP 2000	CSI
Estudo de eficiência energética	Green Building Studio	Autodesk
	Ecodesigner	Graphisoft
Gerenciamento de instalações	ArchiFM	Graphisoft
	CenterStone CAFM	Trimble
Visualizações e revisões	BIMx	Graphisoft
	VICO	Trimble
Detecção de Conflitos	MEP Modeller	Graphisoft
	MEP	Trimble
<i>Software</i> de modelagem e renderização	3ds Max	Autodesk
	SketchUp	Trimble
Soluções BIM colaborativas	BIM 360	Autodesk
	Trimble Connect	Trimble

Fonte: <https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/software-bim-ferramentas/>

Na elaboração de projetos em BIM, a escolha dos *hardwares* deve ser baseada na necessidade dos programas de arquitetura e engenharia devido à especificação mais alta quanto ao desempenho dos equipamentos (memória RAM, processadores, HDs, placas gráficas, etc.).

Uma escolha adequada evitará prejuízos à produtividade da equipe e despesas extraordinárias com atualizações desnecessárias de equipamentos.

Após esta decisão sobre a estrutura tecnológica, a CBIC (CATELANI, 2016) recomenda o uso dos processos de gerenciamento das áreas de conhecimento do PMBOK (de gerenciamento dos custos, dos riscos e das aquisições do projeto).

Outra área de conhecimento que merece atenção no planejamento é o da comunicação, especialmente pelo modelo BIM ter, entre suas principais vantagens, a possibilidade de comunicação colaborativa que permite o uso e o compartilhamento das informações de forma integrada.

O processo de planejar o gerenciamento da comunicação é tratado no Guia PMBOK (2017) como:

O processo de desenvolver uma abordagem e um plano adequado para atividades de comunicação do projeto com base nas necessidades de informação de cada parte interessada ou grupo, nos ativos organizacionais disponíveis e nas necessidades do projeto (PMBOK, 2017, p. 396).

Uma das grandes diferenças para este modelo é o intercâmbio de informações, que acontece digitalmente entre a equipe de implementação. Isso permite maior agilidade nos ajustes necessários na produção dos documentos gerados, bem como mais confiabilidade, haja vista a parametrização, característica do conceito BIM, onde todos os documentos são ajustados quando uma alteração é realizada. Na implementação, os documentos, gerados durante a execução dos projetos autorais são as plantas, tabelas, memoriais, entre outros.

Sobre o intercâmbio de informações que é proporcionado por este conceito, a CBIC (CATELANI, 2016), identifica alguns passos para o seu desenvolvimento:

- Definição da estrutura de divisão para o projeto;
- Definição dos participantes que serão responsáveis pela autoria das informações necessárias;
- Identificação de cada troca de informação no mapeamento dos processos;
- Identificação dos requisitos para intercâmbio de informações de cada uma das trocas (entradas e saídas);
- Comparação dos conteúdos de entrada e de saída (CATELANI, 2016, p. 61).

O planejamento não é uma tarefa simples, envolve diversas variáveis e, inevitavelmente, será exigida alguma alteração sobre ele durante a execução. Nem sempre as organizações realizam este processo, pois demanda técnica e tempo para sua elaboração. Entretanto, este tempo gasto é recuperado em outros momentos, pois se tem maior previsibilidade sobre os diversos fatores que influenciam o projeto.

Acabado o planejamento, é hora de partir para a execução, sempre utilizando os processos de monitoramento e controle por parte da equipe e dos gestores. Só assim o ciclo PDCA será gerado: padronizando-se aquilo que é positivo e realimentando o ciclo com o replanejamento daquilo que não foi eficiente e que deva ser melhorado.

O guia PMBOK (2017) destaca as seguintes áreas de conhecimento que devem ser gerenciadas: integração do projeto, qualidade, recursos, comunicação, riscos, aquisições e as partes interessadas. O gerente do projeto ou o gerente BIM, durante as fases de implantação e implementação, deve estar a todo o momento atuando nas demandas que surgirem. Assim, deve liderar para que o projeto seja bem gerenciado, utilizando os recursos de forma econômica, minimizando os riscos e sabendo atuar com agilidade quando os problemas aparecerem para que o cliente tenha sua satisfação atendida. E o mais importante de tudo: mantendo a equipe integrada e alinhada para o cumprimento dos objetivos organizacionais.

As boas práticas de monitoramento e controle devem ser usadas em todas as áreas de conhecimento. Os resultados dos processos devem produzir dados confiáveis para que os níveis estratégico e tático possam analisar e reconhecer a realidade de seu negócio, permitindo atitudes tempestivas e visando resultados adequados de suas operações no alcance dos objetivos anteriormente definidos.

2.5 Estudos de Caso

Os estudos de caso apresentados têm a finalidade de identificar a realidade da implantação da metodologia BIM em escritórios de arquitetura e realizar uma análise comparativa em relação tanto aos referenciais teóricos, quanto às próprias realidades distintas entre si. Para tanto, foi elaborado um questionário baseado principalmente nas etapas e orientações para o processo de implantação BIM abordadas neste trabalho.

Três escritórios de arquitetura da região foram selecionados através de mídias sociais e se disponibilizaram a responder o questionário: dois deles sediados em Juiz de Fora e um deles em Belo Horizonte / MG. As entrevistas foram realizadas *online* (via e-mail em um dos casos apresentados e através de gravações por aplicativo de mensagens instantâneas nos outros dois) com um profissional definido pela própria empresa (gerente BIM em um dos casos e arquiteto sócio nos outros dois).

Foram levantados e analisados dados que nortearam uma melhor compreensão sobre a realidade da utilização do BIM nos escritórios, como: as mudanças acerca da nova tecnologia,

a dinâmica do desenvolvimento dos projetos, os processos de planejamento e padronização de processos, os obstáculos enfrentados, as necessidades de melhorias, dentre outros.

O resultado das entrevistas (resposta dos entrevistados) foi descrito através da compilação das informações disponibilizadas por cada empresa.

ESCRITÓRIO 1 (JUIZ DE FORA)

Tempo no mercado / ano de início das atividades: 03 anos e oito meses.

Porte / número de funcionários: 3 sócios arquitetos e 3 estagiárias.

Área de atuação: Arquitetura residencial, arquitetura de interiores, consultorias, arquitetura comercial e corporativa.

Estrutura organizacional (organograma): Os 3 sócios dividem as tarefas da seguinte forma: uma sócia lida com o financeiro da empresa assim como se dedica a projetos de iluminação, forro e marcenaria. Uma sócia faz a parte de gestão de pessoal da empresa lidando diretamente com as estagiárias e fornecedores e fazendo toda a parte técnica e de detalhamento de projeto. O outro sócio faz a maioria das reuniões, acompanhamento na maioria das obras assim como a parte projetual inicial (concepção) e compatibilização de projetos complementares, quando existentes. “Como no mês passado iniciamos o primeiro projeto no sistema BIM, ainda não conseguimos esclarecer como será nossa divisão nesse novo sistema, ainda iremos verificar se teremos outras divisões de tarefas” (SÓCIO 1).

Desde quando usam o BIM / quando iniciou a implantação do BIM na empresa? “O BIM está sendo implementado há exato 1 ano. Os 3 sócios já haviam tido um contato com a ferramenta REVIT em outros cursos/outras empresas, mas nunca havíamos trabalhado com o programa num projeto completo. Há um ano, resolvemos fazer um outro curso mais duradouro e com um arquiteto que utiliza o programa, para que ele soubesse nos ajudar com o programa dentro da realidade do profissional. Depois desse curso, começamos a modelar todos nossos *templates* e temos feito isso quase que diariamente. Às vezes a demanda do escritório nos impede de dar andamento nessa modelagem, mas sempre tentamos 1 hora mexendo no programa para irmos nos familiarizando mais” (SÓCIO 1).

Quais foram os principais objetivos e metas que nortearam a decisão pela mudança / implementação do BIM na empresa? “A principal vantagem que vimos no programa é a agilidade, diminuição de erros e fácil compatibilização de projetos. Acreditamos que com o BIM, conseguiremos desenvolver projetos com mais qualidade e com mais informações do que hoje conseguimos, já que o programa REVIT, se uma vez munido de informações, gera tabelas completas, desenhos informativos para obra, cortes, elevações, detalhes esquemáticos, desenhos 3D, etc...” (SÓCIO 1).

A empresa buscou algum guia para a implantação do BIM? “Não buscamos nenhum guia específico. Sempre que temos alguma dúvida, procuramos essas informações com nosso antigo professor e também nas redes sociais” (SÓCIO 1).

A empresa contratou um profissional (consultor externo) especialista em BIM? “Não. Ainda não vimos essa necessidade” (SÓCIO 1).

Quanto tempo durou o processo de implantação do BIM na empresa? “A implementação ainda está acontecendo. Mas iniciamos nosso último curso há um ano atrás” (SÓCIO 1).

Como foi feito o treinamento da equipe? “O treinamento da equipe foi realizado semanalmente com aulas presenciais de 2 horas, 2 vezes na semana. Além dessas aulas presenciais, nos era passado atividades extras que fazíamos no tempo livre, e delas, buscávamos informações extras que nos pareciam importantes aprender, mesmo que fora da grade curricular do curso” (SÓCIO 1).

Como foi a escolha do primeiro projeto a ser desenvolvido em BIM? “Nosso primeiro projeto acabou de ser iniciado. Estávamos com receio de não dar conta, mas se nunca tentássemos, não iríamos saber. Um dos sócios tomou a frente e decidimos que iniciariamos assim que o primeiro projeto, depois dessa resolução, fosse fechado. Uns 10 dias depois, fechamos um novo projeto de arquitetura unifamiliar e resolvemos que era o momento ideal” (SÓCIO 1).

Quais foram as maiores dificuldade encontradas no desenvolvimento deste primeiro projeto? “Estamos iniciando agora a modelagem no programa” (SÓCIO 1).

Qual foi o *software* utilizado para elaborar os projetos em BIM? “REVIT (Autodesk)” (SÓCIO 1).

Teve conhecimento inicialmente da necessidade de aquisição de *softwares* e *hardwares*?

“Sim. Sempre buscamos melhorar nossa empresa, nosso trabalho. Daí surgiu a ideia de um novo programa que suprisse novas necessidades que o mercado vem nos mostrando” (SÓCIO 1).

A composição da sua equipe mudou após a implantação do BIM? “Sim, contratamos mais uma estagiária que já tinha certo conhecimento sobre o *software*” (SÓCIO 1).

Como era sua equipe antes da implantação do BIM? “A equipe antes era de 5 pessoas, agora são 6, sendo que 3 delas têm muito interesse em aprender mais e buscam sempre estudar sobre o *software*. Antes, estávamos vendo a necessidade de muita mão de obra para conseguir entregar tudo que achamos que é necessário para uma reforma/construção. O REVIT, se somaria e agilizaria nossos prazos” (SÓCIO 1).

Com a adoção do BIM é preciso um maior número de informações do projeto na fase inicial? “Ainda estamos descobrindo isso. Mas percebi que muita coisa deve já ter que ser resolvida para não termos retrabalho futuro e conseguirmos aproveitar tudo que o programa nos oferece, como o 3D, por exemplo. Se eu não especifico que uma parede x é de madeira, na imagem, ela não irá aparecer de madeira. Porém, eu especifico no *sketchup*, por exemplo, uma madeira qualquer, apenas para exemplificar para o cliente. No REVIT, essa madeira qualquer, se eu já não tiver especificada qual é, terei que adicionar várias opções à minha biblioteca e essa biblioteca é infinita, uma vez que temos milhares de opções de madeira a escolher. Outra coisa que percebo que temos que já ter resolvido desde o princípio, é o terreno, seus taludes, muros de arrimo, platô. Às vezes o projeto ainda irá mudar, mas se eu, no REVIT, já não tiver isso pronto, terei que refazer o terreno, caso aconteça alguma mudança. Mas percebo também, que outras informações podem ser adotadas como padrões e que sua substituição, é mais simplificada do que quando precisamos alterar a dimensão de uma porta, por exemplo. Se antes, tinha um corte que passava por uma porta com 60cm de largura, o REVIT, alterando em planta, atualiza todos os demais desenhos, inclusive o corte e seu quantitativo final na tabela que foi gerada. No Autocad, programa que utilizamos para desenhos técnicos hoje, demandaria mais tempo fazendo essa alteração, assim como conferindo se todos os desenhos foram alterados” (SÓCIO 1).

Para trabalhar com projetos em BIM foi identificada a necessidade de profissionais com maior nível de qualificação? Por quê? “Percebo hoje, ainda em fase inicial de implementação, que por não conhecer tão bem o programa, teremos mais dificuldade, então se tivéssemos alguém especialista no programa, faríamos tudo muito mais rápido, sem ter que ficar fazendo buscas na internet ou com nosso professor, mas também que acredito que isso é temporário” (SÓCIO 1).

Para a utilização nos projetos, foi desenvolvida um *template* e uma biblioteca exclusivas do escritório? “Sim, estamos fazendo absolutamente tudo do zero. Tudo que vier a ser necessidade que ainda não tivermos, iremos fazer o nosso, assim iremos saber exatamente o que temos que mudar, por exemplo, quando uma porta tiver algum parâmetro que precisa de reajuste” (SÓCIO 1).

Foi adotado um padrão para nomenclatura das famílias e objetos a serem desenvolvidos? “Sim. Tivemos muitas dúvidas no início como daríamos esses nomes. Tentamos simplificar ao máximo para que qualquer pessoa que viesse trabalhar conosco num futuro, entendesse todas as nomenclaturas, sem grandes dificuldades” (SÓCIO 1).

Quais foram as principais barreiras para a adoção da tecnologia BIM? “Elas ainda existem, mas vejo como barreira a insegurança de todas as dúvidas que podemos vir a ter sem saber como nos direcionar tendo alguma entrega chegando” (SÓCIO 1).

Qual foi o maior custo (Software, hardware, capacitação, recursos humanos, outros)? “Acredito que são vários custos, mas que todos vão se “pagar” quando começarmos a melhorar nossas entregas, nossos prazos, nosso nível de detalhamento. Mas o programa ainda é o que me chama mais atenção. Um software de custo altíssimo anual. Por mais que possa ser pago de até 10x, ainda sim, demanda uma parcela alta mensal” (SÓCIO 1).

Quais os principais benefícios observados após a implantação? “Ainda não consigo responder essa pergunta por completo, mas vejo que só de ter iniciado esse primeiro projeto, aos poucos a insegurança vai partindo, assim como vamos adicionando mais e mais informações a nossas bibliotecas, assim como percebendo tudo que deveria ser diferente no *template*” (SÓCIO 1).

Quais são suas reflexões sobre as tendências do BIM para o futuro? “Ainda acho que o BIM irá demorar para entrar em todos os escritórios do país como um todo. Mas se estivermos um passo à frente, estaremos bem qualificados no mercado. Projetos de rápido retorno financeiro, com erros reduzidos a zero. Entregas cada vez mais rápidas e compatibilização feita com apenas um clique” (SÓCIO 1).

ESCRITÓRIO 2 (BELO HORIZONTE)

Tempo no mercado / ano de início das atividades: 08 anos (desde 2012).

Porte / número de funcionários: 3 sócios arquitetos e 2 estagiárias.

Área de atuação: Arquitetura residencial.

Estrutura organizacional (organograma): Os 3 sócios atuam como arquitetos, mas um deles é o diretor (o fundador do escritório).

Desde quando usam o BIM / quando iniciou a implantação do BIM na empresa? “Desde a fundação do escritório” (SÓCIO 1).

Quais foram os principais objetivos e metas que nortearam a decisão pela mudança / implementação do BIM na empresa? “A empresa não passou pelo processo de implantação, o escritório surgiu já adotando o BIM” (SÓCIO 1).

A empresa buscou algum guia para a implantação do BIM? “Não, pois os arquitetos já tinham conhecimento devido a experiências de trabalho anteriores” (SÓCIO 1).

A empresa contratou um profissional (consultor externo) especialista em BIM? “Não (SÓCIO 1).

Quanto tempo durou o processo de implantação do BIM na empresa? “Ainda está em processo, pois como o BIM é muito profundo e nem todas as ferramentas são usadas sempre, o

processo de evolução e aprendizado é constante. Além disso, os programas sofrem atualizações anualmente, então sempre há a necessidade de aprendizado” (SÓCIO 1).

Como foi feito o treinamento da equipe? “Não houve treinamento” (SÓCIO 1).

Como foi a escolha do primeiro projeto a ser desenvolvido em BIM? “O BIM foi utilizado já no primeiro projeto desenvolvido no escritório, uma residência grande” (SÓCIO 1).

Quais foram as maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento deste primeiro projeto? “Na época, o conhecimento e domínio do programa ainda eram superficiais e também havia pouco conteúdo para pesquisa na internet. Poucas pessoas também dominavam informações. Ao contrário do que é hoje” (SÓCIO 1).

Qual foi o software utilizado para elaborar os projetos em BIM? “ArchiCad (Graphisoft)” (SÓCIO 1).

Teve conhecimento inicialmente da necessidade de aquisição de *softwares* e *hardwares*? “Sim, mas quanto ao hardware nunca problema pois desde o início houve a aquisição de computadores bem potentes” (SÓCIO 1).

A composição da sua equipe mudou após a implantação do BIM? “Não, porém há uma grande diferença de produtividade dos arquitetos” (SÓCIO 1).

Como era sua equipe antes da implantação do BIM? –

Com a adoção do BIM é preciso um maior número de informações do projeto na fase inicial? “Sim, desde o início é necessário incluir informações específicas” (SÓCIO 1).

Para trabalhar com projetos em BIM foi identificada a necessidade de profissionais com maior nível de qualificação? Por quê? “Sim, não só em relação ao domínio do *software*, mas o BIM te exige uma maior compreensão do projeto, entender tudo que está acontecendo construtivamente, espacialmente, mais que no sistema 2D. No BIM tudo está sendo construído virtualmente” (SÓCIO 1).

Para a utilização nos projetos, foi desenvolvida um *template* e uma biblioteca exclusivas do escritório? “Sim. A biblioteca própria foi sendo criada ao longo do tempo e às vezes é atualizada (pouco pois ela já atende super bem as necessidades de projeto). O *template* é, de fato, essencial. Desde o início, o *template*, que já foi adaptado de um outro escritório, é constantemente adaptado, principalmente quando que era identificada uma necessidade de melhoria. O *template* é essencial na relação tempo-projeto” (SÓCIO 1).

Foi adotado um padrão para nomenclatura das famílias e objetos a serem desenvolvidos? “Sim, não usamos o termo “famílias”, mas nossa biblioteca é bem organizada e com nomenclatura específica (*layers*, pranchas, favoritos). Esse padrão é essencial na produtividade do dia-a-dia” (SÓCIO 1).

Quais foram as principais barreiras para a adoção da tecnologia BIM? “No início não sentimos pois já iniciamos o trabalho assim (não chegamos a trabalhar em CAD), exceto a questão da falta de informação, fonte de conhecimento. O mais difícil foi recursos humanos (contratação de estagiários que dominassem a ferramenta), apesar de hoje ser mais fácil, além de contatos com terceiros que não trabalham com o BIM. A interação entre os *softwares* ainda não é algo muito bem resolvido e gera dificuldade no projeto. Quando todos os profissionais trabalharem em BIM será ideal” (SÓCIO 1).

Qual foi o maior custo (*software*, hardware, capacitação, recursos humanos, outros)? Não.

Quais os principais benefícios observados após a implantação? “Velocidade no desenvolvimento do projeto, assertividade, facilidade de desenvolver devido ao modelo. No início, não era rápido e nos sentíamos presos na criação, mas fomos desenvolvendo com o tempo e hoje em dia usamos o ArchiCad desde o início do projeto. Além disso, conseguir extrair informações do modelo agilizam muito o processo (tabelas, cálculos, quantitativos, etc.)” (SÓCIO 1).

Quais são suas reflexões sobre as tendências do BIM para o futuro? “Primeiramente, é só questão de tempo para todo o mercado trabalhar em BIM e as empresas desenvolvedoras dos *softwares* aperfeiçoarem os *softwares* (já evoluíram, ainda tem muito o que evoluir). Acho que quem ainda tem resistência vai acabar se rendendo à utilização do BIM devido à qualidade e a todas as vantagens. É uma evolução natural e vai se tornar uma questão comum. Outra questão

é a relação com experiências virtuais, que estarão cada vez mais ligadas à realidade. Por exemplo: óculos 3D, aplicativos, tecnologias virtuais em geral. A questão de extração de informações também vai evoluir facilitando a questão de planejamento financeiro e as obras tendem a ser cada vez mais assertivas em todos os quesitos. Não imagino o tempo que demorará para essa mudança” (SÓCIO 1).

ESCRITÓRIO 3 (JUIZ DE FORA)

Tempo no mercado / ano de início das atividades: O entrevistado não soube informar precisamente, mas a empresa já tem bastante tempo no mercado e é bem consolidada.

Porte / número de funcionários: É uma empresa de pequeno para médio porte, composta por 15 colaboradores contando estagiários, arquitetos, proprietários.

Área de atuação: Projetos residenciais, comerciais, institucionais e projetos de interiores.

Estrutura organizacional (organograma): São dois donos da empresa que compõem a alta gestão, outros dois arquitetos equiparados, que também estão na coordenação geral dos projetos, e o coordenador BIM. Os outros arquitetos e estagiários estão divididos em cinco equipes: concepção, projeto legal, detalhamento, anteprojeto e projeto executivo. Dentro das equipes não há uma liderança formalizada, mas sim um arquiteto que toma mais a frente, que representa a equipe nas reuniões e lida com os clientes.

Desde quando usam o BIM / quando iniciou a implantação do BIM na empresa? A empresa já trabalha com o Revit faz nove anos, sendo esta uma ferramenta tecnológica já consolidada nos processos. “Os problemas de queda de produtividade, já foram superados, já houve o aprendizado com os erros, é claro que sempre tem o que aprimorar. Disto houve a necessidade de implementar o BIM, havendo um coordenador responsável por este projeto” (GERENTE BIM).

Quais foram os principais objetivos e metas que nortearam a decisão pela mudança / implementação do BIM na empresa? “Desde o início, está sendo feita a análise da empresa, como identificação das ameaças e oportunidades e os pontos fortes e fracos dela, como o desenho dos processos da empresa utilizando a metodologia SIPOC, que é uma matriz onde os

processos estão no meio, e há a descrição das entradas de informação do processo, as saídas de informações, a identificação de quem as fornece e de quem as recebe, isto tudo com o objetivo de adequar o BIM para integrar melhor a equipe aos processos e acabar com os problemas de comunicação interna e externa da empresa. Os envolvidos têm que entender que quando forem estabelecer os objetivos, a produtividade vai cair a princípio, não é só uma crescente como se acha, há uma queda de produtividade inerente, e é aí que as pessoas desistem, porque o planejamento foi mal feito. Há minimização desta curva, e depois acontece a otimização dela até atingir o objetivo de produtividade mais alta. Então é questão de persistência, e acima de tudo, planejamento minucioso do que se pretende fazer em todo o percurso. Para estabelecer estes objetivos, também é preciso saber o que se quer com o BIM. Decidido isto, se fecha o foco em cima do que se quer. Assim, depois que se entende que o BIM proporciona infraestrutura tecnológica e um banco de dados integrado onde todos colaboram, aí se fecha o foco” (GERENTE BIM).

A empresa buscou algum guia para a implantação do BIM? “Não foi utilizado um guia específico, foram usadas ferramentas administrativas disponíveis, a análise SWOT, o SIPOC, e demais conhecimentos acadêmicos” (GERENTE BIM).

A empresa contratou um profissional (consultor externo) especialista em BIM? “Há atualmente um responsável por coordenar a implementação e que está na empresa há dois anos. É pós-graduado em Sistemas Construtivos em Modelo BIM pela Zigurat e em Tecnologias Emergentes, Indústria 4.0. Também é professor da engenharia e da arquitetura na UFJF. Após 12 anos de atividade profissional utilizando o CAD, em 2016 começou a estudar o BIM, não só para arquitetura, mas também na gestão do modelo” (GERENTE BIM).

Quanto tempo durou o processo de implantação do BIM na empresa? “O processo ainda está em desenvolvimento, se aprimora no dia a dia, é um processo contínuo. As equipes realizam contato com os parceiros externos e internos, buscando a participação destes desde o início do processo, procurando orientações sobre estrutura, *shafts*, entre outros” (GERENTE BIM).

Como foi feito o treinamento da equipe? “Apenas uma equipe não utiliza ainda o Revit, então será dado um treinamento para alguns integrantes desta equipe, focados na criação de *templates* e na busca de integração. Vai ser iniciado um projeto piloto para convencer a equipe de que é

possível utilizar a ferramenta de modelagem BIM para a realização de projeto legal. Já foi feito isso com outra equipe, houve resistência inicialmente, mas hoje em dia esta equipe faz praticamente tudo pelo Revit” (GERENTE BIM).

Como foi a escolha do primeiro projeto a ser desenvolvido em BIM? “O primeiro projeto que foi apresentado para o coordenador BIM foi com a intenção de extrair quantitativo do modelo. Depois de avaliar, a decisão do contratante foi por não executar. Um outro projeto foi elaborado para melhorar a qualidade na obra e aprimorar o diálogo com o cliente. Foi feito o diagnóstico inicial da organização, usou-se a análise SWOT, mas havia a premissa de que o projetista de estrutura não trabalharia na metodologia inicialmente, iria continuar com o 2D. O relatório final apresentado concluiu que com esta premissa não se alcançaria o resultado desejado. “Para alcançar o que preconizavam os objetivos da empresa, é preciso proporcionar a integração e a colaboração plena. Não foi dado andamento no projeto e ficou o aprendizado organizacional” (GERENTE BIM).

Quais foram as maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento deste primeiro projeto? “Em um dos primeiros projetos na empresa houve um problema grave de compatibilização entre a estrutura metálica e a fundação de concreto. Um melhor diálogo entre arquiteto e engenheiro para analisar a situação e propor solução potencializa o resultado final” (GERENTE BIM).

Qual foi o *software* utilizado para elaborar os projetos em BIM? Revit (Autodesk).

Teve conhecimento inicialmente da necessidade de aquisição de *softwares* e *hardwares*? “Esta é uma parte importante do processo de implementação: definir quais os *softwares* serão utilizados. Os *hardwares* são os que permitem os programas funcionarem perfeitamente. Quanto aos *softwares*, é preciso entender que inicialmente deve-se estudar a metodologia. Não adianta começar pelo software, é preciso definir um contexto para que seja utilizado. Por exemplo, se se aprende o Revit fora de um contexto, vai aprender da forma errada, aí vai ter que reaprender a lidar com a informação, com todos esses conceitos do método. Primeiro se conhece o paradigma, depois se escolhe o programa, pode ser que o Revit não atenda determinadas situações e outro programa como ArchiCad consiga, são muitas opções” (GERENTE BIM).

A composição da sua equipe mudou após a implantação do BIM? “Não, as pessoas atendem bem as demandas, exceto a equipe que ainda não está trabalhando com o *software*. As pessoas aprendem bem a dinâmica de como as coisas funcionam, de como o BIM tem que funcionar. Deu para reparar que o diálogo evoluiu muito. A dinâmica da empresa funciona bem com as pessoas que estão lá, não há necessidade de ter mudança de posicionamento de pessoas” (GERENTE BIM).

Como era sua equipe antes da implantação do BIM? “A equipe já estava montada. Quando iniciei o processo de implementação, já era dividida da forma como está, com exceção de uma equipe, que ainda não estava totalmente integrada ao BIM, mas já está integrada atualmente, faltando alguns ajustes, ainda precisa de uma sensibilização e de utilizar efetivamente o Revit. As demais equipes já utilizavam o Revit consistentemente” (GERENTE BIM).

Com a adoção do BIM é preciso um maior número de informações do projeto na fase inicial? “Sim e se vê certo gargalo dentro da empresa, principalmente na consolidação das informações iniciais, programas de necessidades, demandas de parceiros, demandas de aprovações em órgãos, criação de famílias, *check-lists*. Ainda está sendo estudada uma forma de se conseguir registrar de forma mais completa o estudo de necessidades, para evitar retrabalho e conflito com os parceiros. Na correria do dia a dia, com muitas coisas acontecendo, uma coisa ou outra acaba passando. O *check-list* é essencial para que em cada projeto se confira se tudo está dentro do modelo. A gestão da informação também deve ser muito bem planejada, e a retroalimentação do banco de dados é uma importante fonte de informação que não pode ser desconsiderada” (GERENTE BIM).

Para trabalhar com projetos em BIM foi identificada a necessidade de profissionais com maior nível de qualificação? Por quê? “É necessária uma qualificação no uso da tecnologia BIM e nos métodos de trabalho deste modelo, conhecer sobre eles para facilitar a visão de todo o processo e entender como deve funcionar. Não é algo a mais que se deve ter, é se qualificar naquilo que vai precisar. Os sistemas são uma novidade, tem pouca gente ainda que utiliza esta plataforma, então é aprender sobre o modelo que assim consegue se sobressair neste momento em que ainda é novidade. Conhecer sobre o BIM abre portas, grandes empresas que estão mudando, inclusive tendo que mudar devido a obrigação de usar o BIM no Governo Federal a partir de 2021 nas Forças Armadas, no DNIT, por exemplo, e isto abrirá vaga, quem estiver capacitado vai ter espaço. As empresas também terão que mudar, quem quiser acompanhar vai

ter que se adaptar as novas tecnologias. Vai ser um passo importante para toda a cadeia produtiva, quem não aderir ao novo modelo vai ter que terceirizar e isto não é sustentável no longo prazo. Então, as pessoas, as empresas, terão que mudar e assim vão gerar um produto de maior qualidade, com economia, com menos impacto ambiental” (GERENTE BIM).

Para a utilização nos projetos, foi desenvolvido um *template* e uma biblioteca exclusivas do escritório? “Sim. Cada equipe tem seus próprios *templates*, que vão sendo construídos a partir das necessidades dos projetos. Os *templates*, auxiliam muito, tem-se um trabalho no primeiro momento, para sua criação, mas depois proporciona muita economia de tempo” (GERENTE BIM).

Quais foram as principais barreiras para a adoção da tecnologia BIM? “A dificuldade principal é convencer os parceiros a entender a importância do diálogo com a empresa desde o início do projeto, sobre as entregas, tirar dúvidas de demandas de instalações. É convencer os parceiros que o BIM é colaboração, diálogo, integração entre as áreas. Alguns já assimilaram, já há troca entre arquivos do modelo de arquitetura e de estrutura utilizando os formatos BIM. No ambiente interno também há a dificuldade da ruptura cultural com um e outro, que precisa de um pouco mais de insistência, é preciso bastante diálogo para romper esta barreira, oferecer treinamento e estabelecer um projeto piloto para o começo prático. Outro problema é a falta de conhecimento do todo, de conhecer um pouco das demais áreas da arquitetura e engenharia, não é que todos precisem saber calcular, mas é preciso um conhecimento adequado para conseguir dialogar, se não se vira refém, quando se tem o conhecimento é possível forçar um pouco mais e ter uma solução mais interessante. Agora o resto das dificuldades é a tecnologia. Ai não há controle sobre isto, cada um sabe o risco que pode correr e sua situação financeira para investir, não só no *software*, mas no treinamento também. Mas isto pode ser minimizado com planejamento” (GERENTE BIM).

Qual foi o maior custo (*software*, *hardware*, capacitação, recursos humanos, outros)? “O custo tem impacto na empresa toda e tem que ser avaliado. Assim, os riscos de um planejamento mal feito, pode acarretar perda financeira. A alta gestão precisa compreender o processo e todos os impactos. Além dos custos e riscos, deve se preocupar com a parte jurídica, com os contratos que passam a ser relacionados, e não mais individualizados. Os gastos com investimento em TI necessários causam impacto, o Suites de Projeto e Criação da Autodesk, por exemplo, tem um custo anual por máquina de oito mil reais, multiplicando-se isto por quinze tem-se um custo

bem alto. A gestão de riscos é a principal questão após a adequação cultural, tanto o gasto financeiro, quanto a escolha do tipo de projeto piloto, também a amplitude dentro da empresa, se ela inteira vai realizar de uma vez só, ou se vai dividir primeiramente por equipe, se vai refazer um projeto, ou começar do zero, tudo isto precisa ser planejado. Com o BIM se tem ganho real, mas tem todo o investimento que deve ser feito, em *softwares*, treinamento, infraestrutura” (GERENTE BIM).

Quais os principais benefícios observados após a implantação? “Melhoria no diálogo com os parceiros externos que, quando possível, já participam mais do projeto na sua fase inicial, e com os parceiros internos, que estão se adaptando a cultura proposta por este modelo. Outra vantagem é o aproveitamento do modelo computacional, que ajuda a dar soluções a partir de todas as análises que estão presentes nos mais diversos *softwares* com todo o poder computacional disponível. Atualmente, os contratantes estão exigindo prazos mais rápidos, como está faltando ferro no mercado eles têm pressa para levar o projeto para o calculista para poderem reservar a compra deste material. Utilizando o BIM o processo é agilizado e a qualidade é mantida. Então a grande sacada é esta: usar todo o poder computacional, a tecnologia para ajudar a evoluir, diminuindo o trabalho braçal, passando a se fazer o que é realmente é o interessante da profissão, que é o trabalho intelectual, dar soluções técnicas para o projeto. Não se consegue cobrar mais utilizando o BIM, entretanto, ganha-se na produtividade com um menor gasto de tempo para executar a mesma atividade” (GERENTE BIM).

Quais são suas reflexões sobre as tendências do BIM para o futuro? “As tendências são as tecnologias correlatas que o BIM dá subsídios, como: prototipagem rápida, realidade aumentada, realidade virtual, ferramentas estas que serão cada vez mais utilizadas. É muito mais barato a simulação virtual de um apartamento decorado do que fazer este apartamento. Também as simulações construtivas, o acompanhamento do andamento da obra por drones e realidade virtual, que permitem realizar simulações em tempo real no canteiro de obras para avaliar o seu progresso. Com o Revit, ArchiCad, entre outros, se consegue uma construção virtual, onde é possível testar, analisar, pode-se utilizar o *Crash Detection*, a Análise de Eficiência Energética, são várias ferramentas tecnológicas disponíveis. O BIM parece ser um caminho sem volta. Não adianta brigar contra o cenário de tecnologia de disrupção, pois o novo modelo vai trazer ganho, e para isto deve haver o reposicionamento diante do mercado. É difícil realmente compreender o BIM, porque ele é genérico demais, mas compreendê-lo é algo necessário” (GERENTE BIM).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vive-se hoje o paradigma do BIM na construção civil, que certamente marcará futuros avanços a partir da estruturação do conhecimento e do planejamento de processos nesta área. No entanto, o fato de ainda não ser difundido e adotado como padrão de mercado, só demonstra o quão inicial é o estágio dessa mudança.

O avanço tecnológico dos tempos atuais tem trazido diversas oportunidades e ameaças às relações empresariais. Muitos dos trabalhos que existem hoje serão substituídos em um espaço de tempo não muito longo por outros que demandam maior conhecimento tecnológico por parte dos empreendedores e trabalhadores.

Na construção civil não é diferente, a capacidade de processamento dos *hardwares*, aliada à disponibilidade de diversos *softwares* úteis às mais diversas etapas de um projeto de construção já permitem uma mudança mais profunda nos processos de trabalho dos engenheiros e arquitetos, possibilitando que estes possam dedicar mais tempo em soluções técnicas do que para os problemas de suas áreas de atuação.

As novas tecnologias são uma oportunidade, pois permitem maior agilidade e qualidade aos processos típicos deste setor. Entretanto, para o real aproveitamento deste modelo é necessário, primeiramente, que a empresa, independentemente de seu porte, entenda o que é o *Building Information Modeling* (BIM) e o que se quer com ele.

A implantação do BIM é muito mais uma decisão empresarial do que uma decisão técnica, pois seu início está vinculado aos objetivos estratégicos da organização. Implantar o BIM é promover mudanças e superar barreiras culturais, é incentivar o diálogo entre os envolvidos na busca de soluções mais vantajosas. Após reconhecer os benefícios da metodologia, os empresários precisam estabelecer as estratégias eficazes para revisar os processos de trabalho da organização, tanto interna quanto externamente, e explorar a tecnologia para obter benefícios e resultados efetivos e mensuráveis.

Com a realização dos estudos de caso, foi possível identificar as necessidades dos escritórios de arquitetura quanto ao planejamento e desenvolvimento de projetos em BIM. Verificou-se que em dois escritórios não está sendo realizado um planejamento formal para implantar o BIM, além de não contarem com a participação de um profissional especializado em BIM (os próprios arquitetos sócios são os responsáveis pela gestão). O terceiro escritório já tinha um gerente para o processo de implantação, que estava trabalhando nesta etapa de planejamento formal, realizando o diagnóstico da empresa e também dos fluxos de processos na elaboração dos projetos autorais.

Na implantação, faz-se necessário estabelecer um plano de migração detalhado, pois o BIM é complexo e abrangente, ou seja, um planejamento formal, estruturado e documentado. Além do papel de direcionar o planejamento, o líder BIM é o principal responsável pela execução da implantação, orientando e coordenando a equipe técnica e incentivando a busca por parcerias que melhorem os processos de trabalho.

Os manuais de implantação BIM que foram utilizados como base referencial para este trabalho dedicam um bom espaço para a etapa estratégica, trabalhando especialmente na mudança cultural e em seguida passam a abordar a implementação nos seus processos típicos de trabalho, como a decisão de *software* e a escolha do projeto piloto. Foi verificado que as empresas entrevistadas sabem da existência destes guias de implantação, entretanto apenas o terceiro escritório mencionou a utilização das metodologias prescritas nestes manuais.

Muitos gestores de escritórios, ansiosos pela migração, adquirem um *software* interoperável e um treinamento básico na ferramenta acreditando serem somente esses itens necessários para a efetiva implantação da nova metodologia. Cabe novamente destacar que a magnitude do BIM vai muito além da adoção de um *software*. O BIM também não se trata de uma ferramenta de modelagem, e sim de um processo de mudança de desenvolvimento de projetos. Em outras palavras, o BIM deve ser o “meio” e não o “fim” do projeto.

Diante dos vários pontos abordados nas entrevistas, pode-se concluir o quanto é necessário que a empresa, durante a implantação do BIM, busque conhecimentos relacionados a novos processos de trabalho, aquisição de novos equipamentos, elaboração de padrões BIM, treinamentos para a equipe de projeto e, principalmente, diálogo e participação de todos os envolvidos, sejam eles internos ou externos à organização. Apesar das dificuldades encontradas no início da implantação, as três empresas entrevistadas foram unânimes em afirmar que a adoção do BIM é irreversível.

É uma realidade que, no início, a implantação do BIM em uma organização gerará custos e atrasos nos projetos. Isto é inevitável, visto que se trata de um processo diferente, onde é necessária a adaptação e a aprendizagem de novas tecnologias. No entanto, em médio prazo, resultará em maior qualidade dos projetos, aumento da produtividade e ganhos, compensando os investimentos e tornando a empresa mais competitiva no mercado.

Através das entrevistas realizadas, foi possível entender que os *softwares* interoperáveis ainda estão sendo subutilizados, pois as informações relativas a outros integrantes do processo não estão sendo agregadas ao modelo. É necessária a maior participação de parceiros, fornecedores e outros projetistas no processo como um todo, para que maiores vantagens sejam

alcançadas com a tecnologia, tais como o trabalho colaborativo, a interoperabilidade e a compatibilização entre disciplinas.

Partindo para outra perspectiva, tratando-se de um trabalho acadêmico da disciplina de Engenharia Civil, vê-se que as mudanças derivadas do BIM já estão impactando os cursos de arquitetura e engenharia das universidades do Brasil, fazendo com que os estudantes foquem em ampliar seu conhecimento e desenvolvam uma visão integrada de processos e desenvolvimento de projetos. Por outro lado, o perfil interdisciplinar, desejável aos profissionais, ainda é dificilmente obtido de forma rápida e completa pelas universidades. Assim, as dificuldades dos escritórios, neste quesito, não devem ser resolvidas em curto prazo.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Sergio Roberto Leusin de. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos**. Amsterdã: Elsevier, 2018.

ANDRÉ, Luiz. **Como inserir um novo template no Revit**. Disponível em: <<https://qualificad.com.br/como-inserir-um-novo-template-no-revit/#:~:text=Um%20template%20%C3%A9%20um%20modelo,configurando%20diversas%20ferramentas%20e%20recursos>>. Acesso em: 13 set. 2020.

CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção—CBIC. Brasília, 2016. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2017/03/volume2-implementacao-bim.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2020.

CORREA, Luiz Eduardo Prosdocimi. **Gestão de Projetos aplicados à construção civil. Revista IETEC-Instituto de Educação Tecnológica**. Belo Horizonte, Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/abrirPDF/410>>. Acesso em: 10 set. 2020.

COVELO, Maria Angélica. Entrevista. **Construção Mercado**, São Paulo: PINI, n. 115, p 26-30, fev. 2011.

CROZATTI, Jaime. Modelo de gestão e cultura organizacional: conceitos e interações. **Caderno de estudos**, n. 18, p. 01-20, 1998. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cest/n18/n18a04.pdf>>. Acesso em 16 set. 2020.

EASTMAN, Chuck, *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GONÇALVES JÚNIOR, Francisco. **Implantação BIM desafios e por onde começar?** c2017. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/implantacao-bim-desafios-e-por-onde-comecar/>>. Acesso em: 15 set. 2020.

GOVERNO estabelece metas e prazos para implementação do BIM. Disponível em: <<https://caubr.gov.br/governo-estabelece-metas-e-prazos-para-implementacao-do-bim/>>. Acesso em 14 set. 2020.

GUIA PMBOK. **PMBOK: project management body of knowledge**. 4. ed. Project Management Institute, 2017.

INTRODUÇÃO ao uso do BIM em projetos de edificações: um guia para o seu primeiro projeto. Disponível em: <<https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/bim/autodesk-ebook-bim-getting-started-guide-bldgs-pt-br.pdf>>. Acesso em 13 set. 2020.

JOHANNES, Mirjam. **Software BIM: Ferramentas para todas as ocasiões**. Abr, 2019. Disponível em: <<https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/software-bim-ferramentas/>>. Acesso em: 17 set. 2020.

JUSTO, Andreia Silva. **EAP (Estrutura Analítica do Projeto): o que é, como fazer e qual a diferença entre EAP e Cronograma**. Dez, 2018. Disponível em: <<https://www.euax.com.br/2018/12/eap-estrutura-analitica-projeto/>>. Acesso em: 15 set. 2020.

KYMMEL, Willen. **Building Information Modeling**. Planning and managing construction project with 4D and simulations. McGraw Hill Professional, 2007.

LIMA, Tomás. **Tecnologia para BIM: conheça as principais ferramentas**. Abr, 2016. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/principais-ferramentas-para-bim/>>. Acesso em: 22 set. 2020.

PENTTILÄ, Hannu. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 11, n. 29, p. 395-408, 2006. Disponível em: <<https://itcon.org/paper/2006/29>>. Acesso em: 25 set. 2020.

PORWAL, A; HEWAGE, K. N. Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in Construction*, v. 31, p. 204–214, 2013.

RUSCHEL, Regina Coeli *et al.* O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. **Ambiente Construído**, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ac/v13n2/a12v13n2>>. Acesso em: 29 set. 2020.