

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MARCELO AUGUSTO PEZZETTE LORO

**UTILIZAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* – BIM,
COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE PROJETOS EM EMPRESAS
DE ENGENHARIA E ARQUITETURA**

MONOGRAFIA

CURITIBA

2015

MARCELO AUGUSTO PEZZETTE LORO

**UTILIZAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* – BIM,
COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE PROJETOS EM EMPRESAS
DE ENGENHARIA E ARQUITETURA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vanessa R. Nahhas Scandelari

CURITIBA

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Especialização em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

UTILIZAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* – BIM, COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE PROJETOS EM EMPRESAS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

por

MARCELO AUGUSTO PEZZETTE LORO

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

Dr.^a Vanessa R. Nahhas Scandelari
Prof.^a Orientadora

Dr.^a Clarice Farian de Lemos
Membro titular

Dr. Alfredo Iarozinski Neto
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho à minha família e amigos, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida, e peço, desde já, desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Vanessa R. Nahhas Scandelari, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

LORO, Marcelo Augusto Pezzette. **Utilização do *Building Information Modeling* – Bim, como Ferramenta de Gestão de Projetos em Empresas de Engenharia e Arquitetura**. 2015. 32p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Este estudo teve como objetivo avaliar os benefícios e dificuldades do Modelo de Informação da Construção (BIM) como ferramenta de gestão em Empresas de Engenharia e Arquitetura em Curitiba-PR (Brasil). Após o envio de um questionário eletrônico a 50 empresas, os dados foram quantificados e as variáveis analisadas. Assim, foi verificado que 77% das Empresas participantes empregam a ferramenta em sua rotina de trabalho, sendo que, deste quantitativo, 78,3% a utilizam em projetos arquitetônicos. Verificou-se que após a sua adoção, além de haver melhora na qualidade da apresentação gráfica, tornou os processos mais dinâmicos, levando à redução de erros, retrabalho e, conseqüentemente, prejuízos financeiros. Os principais obstáculos citados para a sua implantação referiram-se à carência de profissionais capacitados no mercado e a falta de bibliotecas adaptadas às necessidades individuais de cada Empresa. Por fim, foi verificado que a ferramenta ainda se encontra em fase inicial de utilização, porém, percebe-se uma tendência gradual de migração da plataforma CAD para o BIM. Com base nisso, conclui-se que a ferramenta traz inúmeros benefícios aos usuários. Entretanto, ainda há limitações para a sua completa utilização.

Palavras-chave: BIM. Gestão de Projetos. Construção Civil.

ABSTRACT

LORO, Marcelo Augusto Pezzette. **Use of Building Information Modeling - BIM, as a Project Management Tool Engineering Companies and Architecture**. 2015. 32p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2015.

This study aimed to evaluate the benefits and difficulties of the Building Information Model (BIM) as a management tool in engineering and architecture companies in Curitiba, PR (Brazil). After sending an electronic questionnaire to 50 companies, the data were quantified and analyzed variables. Thus, it was found that 77% of participating companies employ the tool in their routine work, and that this quantitative, 78.3% to use in architectural projects. It was found that after its introduction, plus there is improvement in the quality of the layout, processes become more dynamic, leading to a reduction in errors, rework and, consequently, financial losses. The main obstacles cited for its implementation referred to the lack of trained professionals in the market and the lack of libraries tailored to individual needs of each company. Finally, it was found that the tool is still in the early stages of use, however, we can see a gradual trend of migration from CAD to BIM platform. On that basis, it is concluded that the tool brings numerous benefits to users. However, there are still limitations to its full use.

Keywords BIM. Project Management. Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Motivos das aplicações da ferramenta BIM nas 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR	24
Figura 2 - Barreiras para implantação da ferramenta BIM reportadas por 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR	26
Figura 3 – Redução de tempo e retrabalhos relatados por 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR, após implantação da tecnologia BIM	27
Figura 4 – Dificuldades reportadas por 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR, para implantação da tecnologia BIM	28
Quadro 1 – Questionário aplicado na pesquisa.....	21

LISTA DE SIGLAS

BIM	<i>Building Information Model</i> – Modelo de Informação da Construção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Desenho Auxiliado por Computador
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EUA	Estados Unidos da América
NBR	Norma Brasileira
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS	16
2.2 BIM – <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	20
3.2 AMOSTRAGEM	20
3.3 INSTRUMENTO.....	21
3.4 ANÁLISE DE DADOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

Para se manter competitivas no mercado e ainda obter lucros, as empresas do ramo da construção civil tendem a encurtar o tempo de seus projetos, otimizando suas ações desde o planejamento até a execução e monitoramento de suas obras. Segundo Coelho e Novaes (2005), no Brasil há uma grande concorrência, originada pela globalização da economia, exigência de melhor qualidade do produto e preços competitivos. Desta forma, cada vez mais, tanto a sociedade quanto o governo vêm exigindo o aprimoramento das construções em diversas instâncias, como qualidade, sustentabilidade, conforto e resistência. Tal exigência é confirmada com a criação de uma norma específica que entrou em vigor em 2013, a ABNT – NBR 15575:2013, a qual versa sobre o desempenho de edificações habitacionais.

Dentre as principais fases da elaboração de projetos, destaca-se a definição do escopo, a qual inclui a concepção e definição de espaços; o dimensionamento de espaços de permanência, técnico e de trabalho; a definição de técnicas construtivas que serão empregadas; os materiais que serão utilizados. Posteriormente, todas estas informações são compiladas em documentos técnicos, os quais, após aprovação junto a órgãos públicos, orientam a construção do empreendimento. Nesta linha, pode-se definir projeto como a forma de organizar todas as informações em um único documento, sendo que este deve ser compartilhado entre todos os interessados do processo (FERREIRA, 2007).

O encurtamento no tempo de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia tem como principais consequências as possíveis incompatibilidades projetuais e técnicas, acarretando em uma má compreensão por parte dos executores e fornecedores e resultando no aumento do custo do empreendimento. Em casos mais extremos, o não cumprimento das normas técnicas, sendo que tal falha pode levar a retrabalhos e manutenções corretivas não programadas.

Um projeto adequadamente desenvolvido, amadurecido e planejado reduz custos, dúvidas, erros e retrabalhos durante a execução, fatores estes que muitas vezes comprometem o orçamento da obra. Mesmo após diversas revisões, os projetos geralmente intitulados como projeto executivo, são enviados para o canteiro de obras como uma versão de teste de um experimento de laboratório chamado empreendimento. O projeto executivo costuma ser finalizado após o início da obra e o detalhamento ocorre durante a sua execução (CTE, 2012a).

Com finalidade de tornar as etapas de um projeto mais rápidas e eficientes, foi desenvolvida em 1982 a ferramenta CAD (*Computer Aided Design* – Desenho Auxiliado por Computador), sendo considerada uma revolução na arte de projetar. Pela primeira vez na história os projetos, outrora feitos em papel sulfureado ou vegetal com canetas nanquim, esquadros, bolômetros, curvas francesas, etc, foram deixados de lado para serem desenhados em computador, facilitando o envio dos arquivos por meio digital, disponibilizando o acesso, reprodução e arquivamento do mesmo. Apesar do seu aprimoramento ao longo dos anos, o software apresenta a desvantagem de interpretar cada traço apenas como uma configuração de linha, basicamente atribuída duas características: cor e espessura da linha, em que o conjunto de linhas resultava na representação gráfica do projeto.

Tal processo ainda não era capaz de diminuir as possíveis incompatibilizações, visto que o projeto ainda era desenvolvido de forma sequencial, em que cada profissional desenvolve sua função separadamente dos demais, com pouco ou nenhuma interação para troca de informações entre si.

A consequência disso acaba sendo um maior tempo para elaboração dos projetos. Essa forma de trabalho se torna ineficiente, visto que, mesmo após diversas reuniões de compatibilização, ainda acaba-se achando problemas. Muitas vezes, problemas de compatibilização são resolvidos pela equipe de obra, composta por profissionais sem a capacitação técnica, ocasionando anomalias e deficiências e acarretando em retrabalho e aumento de custo não previsto na obra.

Com foco na solução dos problemas até então citados, a maneira de projetar evoluiu, e foi desenvolvido um novo conceito de projetar utilizando uma nova ferramenta, denominada de Engenharia Simultânea e BIM (*Building Information Model* – Modelo de Informação da Construção). Para Fabrício e Melhado (2002), pode-se resumir Engenharia Simultânea como a forma de trabalhar com diversas frentes de projeto paralelamente, criando meios de comunicação efetivos entre os interessados, tendo como objetivo um produto final mais completo e racionalizado, com pouco ou nenhuma necessidade de correção ou modificação durante a execução. Já o BIM é o processo de desenvolvimento de projetos, onde se cria um protótipo virtual fiel à edificação, em que é possível inserir todas as informações sobre o produto, tais como características dos materiais, técnicas construtivas, características termo acústicas empregadas, ou seja, um modelo virtual multidisciplinar sobre o empreendimento.

Com base nisto, este trabalho visa avaliar os benefícios da utilização da ferramenta BIM para a gestão de projetos relacionados à construção civil em Empresas de Engenharia Civil e Arquitetura, bem como identificar os principais desafios da sua utilização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Segundo o Guia PMBOK – *Project Management Body of Knowledge* (PMI, 2014), define-se projeto como um conjunto de atividades temporárias, realizado de forma conjunta, destinada a gerar um produto, serviço ou resultado único. Podendo esse resultado ser tangível ou intangível. Caracteriza-se como temporário pelo fato de possuir início e fim definidos e, conseqüentemente escopo e recursos definidos. O término é alcançado quando são alcançados todos os objetivos, ou então, porque seus objetivos não serão, ou não poderão ser atingidos, ou quando a sua necessidade deixa de existir. Único por não se tratar de uma operação de rotina, mas sim um conjunto de operações com finalidade de atingir um objetivo único. E ainda, como um esforço contínuo, por ser um processo, geralmente, repetitivo, que segue regras e procedimentos pré-estabelecidos. Ainda de acordo com o Guia PMBOK, divide-se o gerenciamento em cinco grupos de processos, sendo eles: início, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento. Já as áreas de conhecimento são subdivididas em 10 itens, sendo eles:

- Gerenciamento da integração de projetos: processo necessário para assegurar que todos os elementos do projeto estejam adequadamente coordenados;
- Gerenciamento de escopo: assegura que todo o trabalho e etapas necessárias para o sucesso do projeto esteja sendo executado;
- Gerenciamento de tempo: verifica se as atividades estão sendo executadas no tempo previsto;
- Gerenciamento de custos: processo que envolve o planejamento, estimativas, orçamento e controle dos custos, de modo que o orçamento seja cumprido e não ultrapassado;
- Gerenciamento de qualidade: inclui os processos e as atividades da organização executora que determinam as políticas de qualidade, objetivos e as responsabilidades, de modo que satisfaçam às necessidades para as quais foi empreendido;

- Gerenciamento de recursos humanos: processo em que se gerencia e organiza as equipes de trabalho;
- Gerenciamento de comunicação: processo que assegura que a comunicação e a informação fluam de forma clara e contínua entre todos os interessados;
- Gerenciamento de riscos: processo que visa o resultado positivo do empreendimento, visando diminuir a probabilidade das adversidades de um projeto através da identificação, análise, respostas, monitoramento e planejamento do projeto;
- Gerenciamento de aquisições: processo em que se obtêm os bens e serviços externos necessários para a realização do projeto;
- Gerenciamento das partes interessadas (*stakeholders*): processo em que se concentra na comunicação contínua com as partes interessadas para entender suas necessidades e expectativas, abordando as questões conforme elas ocorrem, gerenciando os interesses conflitantes e incentivando o comprometimento das partes interessadas com as decisões e atividades do projeto.

Assim, “gerenciamento de projeto é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos. (...) é realizado através da aplicação e integração apropriadas (...) dos cinco grupos de processo. (PMI, 2014, pg. 5).

2.2 BIM – *BUILDING INFORMATION MODELING*

De acordo com o Centro de Tecnologia de Edificações - CTE (2012b), o BIM não é um produto, mas sim um processo de captação de informações, função e comportamento dos elementos da edificação, com uma base comum e integrável de informações e dados organizados em diversas dimensões, no qual envolvem-se diversos interessados em diversas fases no ciclo de vida do projeto.

A partir de planos 2D e perspectivas, qualquer mudança, tanto no âmbito arquitetônico quanto estrutural, todos os desenhos derivados do mesmo conjunto serão automaticamente atualizados, tornando tanto os quantitativos quanto as

estimativas de custos mais consistentes (EASTMAN *et al.*, 2008). Essa integração permite também uma abordagem sistêmica e multidisciplinar do projeto, em que é possível a criação de parâmetros de desempenho, produtividade e progresso de obra e identificação, do ponto de vista técnico, de falha e também de possíveis ganhos na fase de execução (CTE, 2012b).

O BIM já superou a esfera do 3D, sendo que atualmente existem “nD”, ou seja, cada dimensão que este conceito abrange ganha uma área de atuação, sendo elas: 4D – cronograma ou tempo, caracterizando o ciclo de vida da construção, 5D – orçamento ou custos, 6D – sustentabilidade, 7D – gerenciamento da construção (MASOTTI, 2014). Para Florio (2007), “o aumento de produtividade, devido à visualização antecipada de diferentes soluções de projetos e de particularidades da edificação, (...) sendo capazes de efetuar análise de dados aprimorada, podendo-se simular diversos partidos de projeto em comparação aos requisitos custo”.

Detecta-se, porém, apenas um pequeno nicho dos escritórios de arquitetura e engenharia atualmente utilize a ferramenta BIM para a realização de projetos, trazendo como desvantagem a não interação profissional entre escritórios e empresas que usam ainda a plataforma CAD. Um dos fatores que contribui para a não aplicação da ferramenta é a biblioteca não ser adequada ao modo de construir brasileiro (MENEZES *et al.*, 2011).

Segundo Menezes *et al.* (2012), em um estudo que visava identificar o impacto da tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações foi constatado que, mesmo lentamente, a tecnologia vem sendo introduzida nas universidades brasileiras. Porém, percebeu-se que a sua introdução aos estudantes é feita de uma forma simplificada, não abrangendo sua potencialidade, sendo tratado como um simples modelador, ou então, usando sem a integração das demais disciplinas. Ainda no âmbito da inserção do BIM, para futuros profissionais da área da construção civil, normalmente a ferramenta representa uma disciplina única, que tem como principal objetivo a modelagem 3D, estagnada em uma área específica do processo, como projeto, operação ou construção. Sendo que tal processo ainda ocorre de forma não sincronizada (RUSCHEL *et al.*, 2013).

A implantação da ferramenta divide-se em três estágios. O primeiro diz respeito a simples aplicação do BIM para a fase de projeto, em que ainda não se conhece a sua potencialidade, tratando-o como uma nova tecnologia (RUSCHEL *et al.*, 2013). O segundo representa o compartilhamento pluridisciplinar do modelo em

uma ou mais fases do processo do projeto como, por exemplo, o compartilhamento e interação entre a arquitetura e estrutural. No terceiro estágio, a ênfase está na criação compartilhada e colaborativa do modelo da edificação em todo o processo do empreendimento, envolvendo as fases de concepção, construção e operação, tornando o processo simultâneo e recursivo. Para Succar (2009), essa última etapa assegura a entrega integrada do projeto.

O que se constata, porém, é que o mercado da construção civil vem lentamente, adotando a nova plataforma. Primeiramente integrando o BIM com desenhos gerados na plataforma CAD, porém, por questões técnicas, a antiga plataforma ainda não pôde ser aposentada (RIBEIRO, 2010 apud COELHO; NOVAES, 2005). Acredita-se que a plataforma só não ganhou maior repercussão, porque os empresários brasileiros ainda não perceberam suas potencialidades. Sendo que uma das vantagens citadas é o aumento da lucratividade, visto que é possível fazer diversas simulações físicas junto com as variáveis econômicas (MANZIONE, 2013).

O uso dessa tecnologia já é mais evidente em países desenvolvidos. Na Inglaterra, por exemplo, após diversas análises foi constatado que o país não tinha mais condições de suportar a baixa produtividade do setor de construção civil. A estratégia foi a utilização da ferramenta BIM para todas as informações de projetos e dos ativos, com as respectivas documentações e dados em formato digital. Assim, até 2016 todos os novos projetos públicos ingleses deverão estar em formato BIM. A União Europeia já demonstrou interesse de seguir pelo mesmo caminho. No Brasil, Santa Catarina foi o primeiro estado a exigir que a tecnologia esteja presente em licitações de obras públicas até 2018. Já em âmbito nacional, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, está adotando uma resolução semelhante (SANTOS, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Um estudo do tipo *Survey* foi conduzido com auxílio de um instrumento de análise contendo 22 questões de múltipla escolha. O material foi enviado para 50 Empresas do ramo de construção civil selecionadas randomicamente e localizadas no município de Curitiba-PR. Os dados foram analisados e gráficos foram construídos utilizando o *software Microsoft Excel (MS Excel)* versão 2010 para *Windows*.

3.1 TIPO DE ESTUDO

Para o presente estudo optou-se por conduzir uma pesquisa quantitativa do tipo *Survey*, na qual dados primários ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de indivíduos são obtidos a partir da aplicação de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário. Para Hair *et al.*, (2005), neste tipo de pesquisa o participante sabe claramente que estão sendo coletadas informações sobre seu comportamento e/ou ações. Este tipo de análise é apropriado como método de pesquisa em estudos quando não há interesse ou não é possível controlar variáveis dependentes e independentes. O propósito deste trabalho é descritivo, no qual buscou-se descrever a distribuição de um fenômeno na população.

3.2 AMOSTRAGEM

A amostragem aqui adotada pode ser caracterizada como não probabilística e por conveniência. Segundo Moscarola (1990), em um número amostral inferior a 30 participantes há grande possibilidade de encontrar resultados ao acaso. Dessa forma, Empresas de arquitetura e engenharia foram contatadas até que se encontre 30, no mínimo, que utilizem a ferramenta BIM. Concluída esta etapa, cada uma das 30 Empresas foi considerada uma unidade de análise e um instrumento de análise foi enviado por meio eletrônico.

3.3 INSTRUMENTO

Foi empregado para cada unidade de análise um instrumento de pesquisa contendo 22 questões de múltipla-escolha produzidas através da plataforma online do *Google Docs* (Estados Unidos da América – EUA), conforme Quadro 1. Esta estratégia de aplicação foi escolhida objetivando reduzir o tempo e custos e garantir uma maior taxa de resposta. As unidades de análise tiveram 10 dias úteis para responder o questionário.

QUESTIONÁRIO
1) Você faz uso de algum software de plataforma BIM?
2) Quantos funcionários possui a empresa em que você trabalha?
3) Qual software BIM você utiliza em sua empresa ou escritório?
4) Qual a área de atuação de sua empresa?
5) Todos os envolvidos no empreendimento fazem uso da ferramenta?
6) Qual sua formação acadêmica?
7) Há quanto tempo você usa BIM?
8) Quais os principais usos da ferramenta BIM para você?
9) Qual(is) a(s) principal(is) vantagem(ns) da utilização do BIM para você?
10) Para você, qual foi a principal barreira na implantação do BIM?
11) O documento (arquivo .rvt por exemplo) é compartilhado de forma comum entre os diversos profissionais?
12) Antes de iniciar um projeto, sua empresa costuma elaborar um escopo do empreendimento?
13) Com o uso do BIM, você sentiu maior facilidade para o cumprimento do escopo?
14) Houve uma melhor facilidade para o cumprimento do orçamento?
15) Houve uma menor quantidade de erros projetuais e retrabalhos?
16) Houve uma maior facilidade para o cumprimento do cronograma do empreendimento?
17) De 0 à 10, como você avalia os benefícios da ferramenta BIM para a elaboração e criação de projetos?
18) De 0 à 10, como você avalia os benefícios da ferramenta BIM para a coordenação de projetos?
19) De 0 à 10, como você avalia a melhora no tempo de elaboração e desenvolvimento do projeto?
21) Houve algum impacto negativo na utilização da plataforma BIM?
22) Caso sim, qual(is) a(s) alternativa(s) abaixo melhor corresponde(m) a pergunta acima?

Quadro 1 – Questionário aplicado na pesquisa

3.4 ANÁLISE DE DADOS

As variáveis foram analisadas e representações gráficas foram construídas com auxílio do *software Microsoft Excel (MS Excel)* versão 2010 para *Windows*. Os dados foram analisados anonimamente, não sendo identificados os profissionais e Empresas participantes. Consequentemente, foram avaliadas as distribuições de frequência de dados agrupados, considerando o percentual de respostas total por variável e percentual de respostas por setor de atividade

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O instrumento de análise foi enviado para 50 Empresas do ramo de construção civil, randomicamente selecionadas, no município de Curitiba – Paraná, nos meses de maio e junho de 2015. A taxa de adesão foi de 60%, correspondendo a 30 Empresas que aceitaram participar espontaneamente do estudo, respondendo o questionário dentro do prazo esperado. Uma questão crucial em pesquisas do tipo *Survey* é a obtenção de respostas suficientes para evitar vieses de não resposta (MOSCAROLA, 1990; KOTANIEMI *et al.*, 2001; KORKEILA *et al.*, 2001; MOORE; TARNAY, 2002;). Neste estudo, 60% das Empresas responderam ao inquérito, sendo superior ao descrito por Ribeiro *et al.*, (2008), mas semelhante ao encontrado por Asch *et al.* (1997). De acordo com Moscarola (1990), o número amostral mínimo para não encontrar resultados ao acaso é de 30 participantes. De fato, Stehling (2012), ao analisar a implantação da ferramenta BIM em Empresas de Belo Horizonte – Minas Gerais, obtiveram participação de 36 respondentes, sendo semelhante com o obtido para este estudo.

Verificou-se nos questionários que 23 (77%) Empresas afirmaram utilizar a ferramenta BIM em sua rotina de trabalho, sendo que 78,3% a utilizam para realização de projetos arquitetônicos, 13% para gestão de projetos e as demais para incorporação, construção, administração de shoppings, hotéis e restaurantes. A maioria destas Empresas (73,9%) caracteriza-se por possuir quadro funcional até 10 profissionais. Como demonstrado na Figura 1, a melhoria na qualidade da representação gráfica dos dados foi reportada como o principal motivo de utilização da ferramenta BIM em 24,2% das Empresas participantes. Outros motivos também tiveram grande expressão, dentre eles a detecção e/ou prevenção de colisões e incompatibilização foi relatado por 16,7% das Empresas, coordenação de terceirizados e demais profissionais envolvidos com o empreendimento apontado por 13,6%, planejamento e/ou sequenciamento da construção, faseamento de planos e logística por 12,1% e estudos visuais igualmente por 12,1% dos entrevistados. Outros motivos também foram mencionados, porém em menor número, como a navegação virtual e o esclarecimento de esboço, sendo cada qual mencionado por 9,1% das Empresas e, por fim, apresentação de marketing por 3,0% delas.

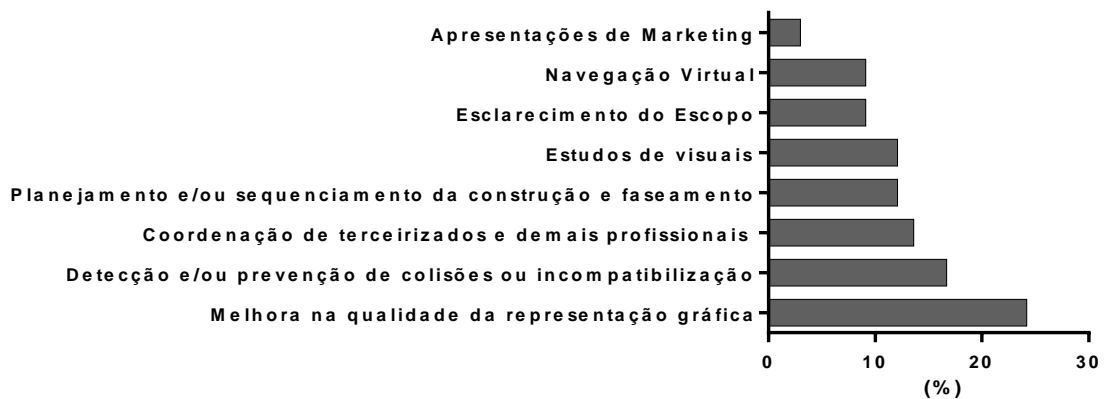


Figura 1 – Motivos das aplicações da ferramenta BIM nas 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR

Em relação às plataformas eletrônicas utilizadas como ferramenta BIM, o *Revit Architecture* (Autodesk, EUA) foi o mais citado (56%), seguido pelo *Vectworks* (Nemetschek North America, EUA), mencionado por 24% dos respondentes. Outras plataformas também foram mencionadas, mas em menor frequência como, por exemplo, o *Revit MEP* (Autodesk, EUA) e o *Tekla* (Trimble Navigation, Finlândia), referenciados por 8% das Empresas, e o *Archicad* (Graphisoft, Hungria), reportado por apenas um dos participantes. Todas as Empresas utilizam apenas um software em sua rotina de trabalho, exceção feita a duas Empresas que utilizam o *Revit Architecture*, *Revit MEP* e o *Tekla*. Resultados similares foram achados por Stehling (2012) no município de Belo Horizonte (MG), em que 51,9% dos escritórios pesquisados afirmaram utilizar o *Revit Architecture* como principal *software* BIM.

O tempo de utilização da ferramenta variou conforme a Empresa. Verificou-se que a maioria delas a utiliza há mais de três anos (43,5%), mas somente 50% dos seus profissionais a manipulam diariamente. Apontou-se um percentual de 26,1% de Empresas que utilizam a ferramenta entre um e três anos. Neste caso, somente 42,9% dos profissionais a manipula em sua rotina. Interessantemente, para os demais participantes (30%) utilizam o BIM há menos de um ano, entretanto 66,7% dos profissionais lidam com a ferramenta em seus ambientes de trabalho.

A principal vantagem apontada por 56,5% dos entrevistados quanto à adoção do BIM refere-se a melhor apresentação gráfica de seus resultados, seguida por 43,5% de respostas relativas à maior eficiência para elaborar e cumprir com o orçamento, bem como aumento da capacidade de identificar colisões e incompatibilizações. Uma porcentagem de 39,1% dos projetistas garantiu que a

tecnologia BIM proporciona maior dinamismo e versatilidade ao trabalho, leva à redução de erros e correções no campo durante a execução da obra, aumenta a capacidade de visualização do que vai ser construído em um ambiente simulado e reduz retrabalho e, conseqüentemente, o custo de garantia. A possibilidade de pessoas não técnicas, como os clientes e fornecedores, de visualizar o produto final foi mencionada por 34,8% das Empresas. O compartilhamento de informações é um passo importante na relação cliente-Empresa, diminuindo atritos e mal-entendidos durante a execução da obra. Detalhes podem ser discutidos e melhorados previamente ao seu início. De acordo com Stehling (2012) somente 25% dos entrevistados compartilham informações de modelos BIM com construtoras e fornecedores, o que pode levar a uma relação de desgaste entre as partes no momento da tomada de decisões. Outras vantagens na utilização da ferramenta foram descritas pelos entrevistados, como o auxílio com o escopo durante a licitação e compra, a coordenação da construção, definindo logística para otimização e revisão de partes do escopo para análise, como orçamento e viabilidade econômica foram apontados por 30,4% dos entrevistados. Vantagens como aumento da capacidade de planejar mais “possíveis” cenários e possibilidade de demonstração de aproximações do projeto durante as apresentações de marketing foram mencionadas por somente 21,7% e 8,7% dos participantes, respectivamente.

No que diz respeito às barreiras para a implantação da ferramenta, o custo para aquisição do software e equipamentos constituiu o obstáculo principal, sendo respondido por 31,6% das Empresas (Figura 2). A falta de conhecimento no uso do software e resistência à mudança de planejar e operar um empreendimento foram reportados por 15,8% dos projetistas. De fato, Crespo e Ruschel (2007) indicam que mudança comportamental representa um dos desafios a ser vencido à implantação da tecnologia BIM nas Empresas. O tempo destinado à produção dos desenhos, assim como, questões motivacionais como a falta de vontade ou apoio do corpo técnico e falta de interesse dos parceiros foi referido por 10,5% dos participantes. Somente uma Empresa afirmou não ter encontrado barreiras na aquisição, implantação e funcionamento da tecnologia BIM em sua rotina de trabalho, podendo ser considerado um caso exitoso, pois, segundo alguns autores, o processo de implantação do BIM e a aprendizagem dos softwares são estimados em aproximadamente quatro anos, já que o estudo do software se conjuga com os aprendizados de engenharia e construção (STEHLING, 2012).

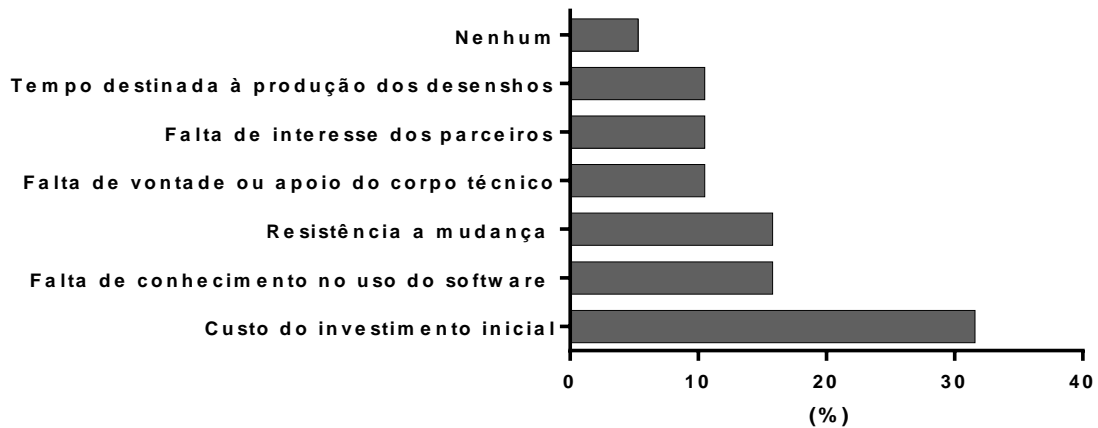


Figura 2 - Barreiras para implantação da ferramenta BIM reportadas por 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR

Verificou-se que somente 45% dos projetistas compartilham entre si e com os demais profissionais envolvidos no projeto, os arquivos gerados pela tecnologia BIM. O espírito de cooperação nas equipes de trabalho deve ser estimulado, uma vez que a tomada de decisões cabe aos profissionais de diferentes áreas de atuação envolvidos na concepção e execução de uma obra. Este envolvimento não deve ser somente da responsabilidade do quadro executante, mas também da alta direção da Empresa. Com base em dados apresentados por Ruschel *et al.* (2013) a implantação do BIM passa por três estágios, sendo o primeiro definido como implantação e utilização da tecnologia. Este estágio é caracterizado pelo trabalho isolado dos profissionais sobre sua plataforma, não compartilhando com os demais. Já o estágio mais avançado refere-se à integração dos profissionais e ao compartilhamento de informação. Assim, segundo os autores acima, as Empresas entrevistadas encontram-se no primeiro estágio quanto à utilização da tecnologia BIM.

No que diz respeito às barreiras para a implantação da ferramenta, o Guia PMBOK (PMI, 2014) destaca que a elaboração e definição do escopo, em que o projeto é descrito de forma detalhada, e posteriormente seu gerenciamento, é algo essencial para o sucesso de sua conclusão, sendo uma vantagem o entendimento dos limites de cada etapa. A análise dos resultados revelou que 74% dos participantes elaboram escopo previamente ao início do projeto. Além disso, este mesmo quantitativo afirmou que houve uma maior facilidade no cumprimento do escopo após a implantação da ferramenta, levando a uma diminuição de erros projetuais e retrabalhos, conforme exemplificado na Figura 3.

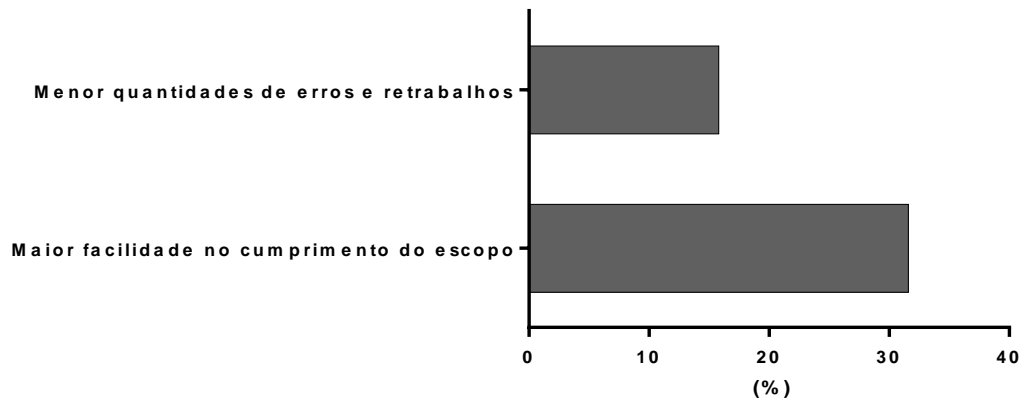


Figura 3 – Redução de tempo e retrabalhos relatados por 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR, após implantação da tecnologia BIM

Também foi avaliada a melhora no tempo de elaboração e desenvolvimento de projetos, podendo-se atribuir peso de zero a dez, sendo o zero classificado como muito ruim e o dez como excelente. Foi observado que 91% dos entrevistados obtiveram o peso médio de nove, ou seja, houve uma melhora favorável na utilização do tempo após implantação da ferramenta. Para Sabol (2008), apenas o processo de quantificação de um projeto, pode exigir entre 50% a 80% de uma estimativa de custo de um projeto. Ou seja, uma redução favorável e responsável do tempo também favorece uma maior rentabilidade do projeto.

Outro questionamento, elaborado de forma semelhante ao anterior, avaliou os benefícios da ferramenta BIM para a coordenação de projeto. Neste aspecto, o peso médio obtido foi de 8,5 para a totalidade de Empresas entrevistadas, não havendo avaliação com peso inferior a sete.

A investigação da ocorrência de algum impacto negativo após a utilização da plataforma também foi realizada, sendo reportada por 48% afirmaram dos entrevistados (Figura 4). As principais queixas relatadas foram a dificuldade para encontrar profissionais capacitados e adequação da plataforma às necessidades da Empresa. Além do mais, 27% dos participantes afirmaram que a falta de uma biblioteca adaptada foi um fator negativo. Menezes *et al.* (2008) afirmou que esse foi um dos principais empecilhos para a implantação da ferramenta, visto que a dificuldade de adequação da ferramenta é agravada pela escassa ou quase inexistente biblioteca adaptada à realidade nacional. Menezes *et al.* (2012) cita que a implantação do BIM nas escolas de Engenharia e Arquitetura no Brasil está lentamente começando a adotar e aceitar a plataforma, ação que poderá melhorar a

seleção e contratação de funcionários capacitados. No entanto, Stheling (2012) relataram um percentual que 72,2% dos entrevistados recorrem a tutoriais e fóruns na Internet como principal meio utilizado no aprendizado das ferramentas BIM, podendo estas ferramentas constituir uma fonte de aprendizado, pesquisa e reciclagem para os projetistas.

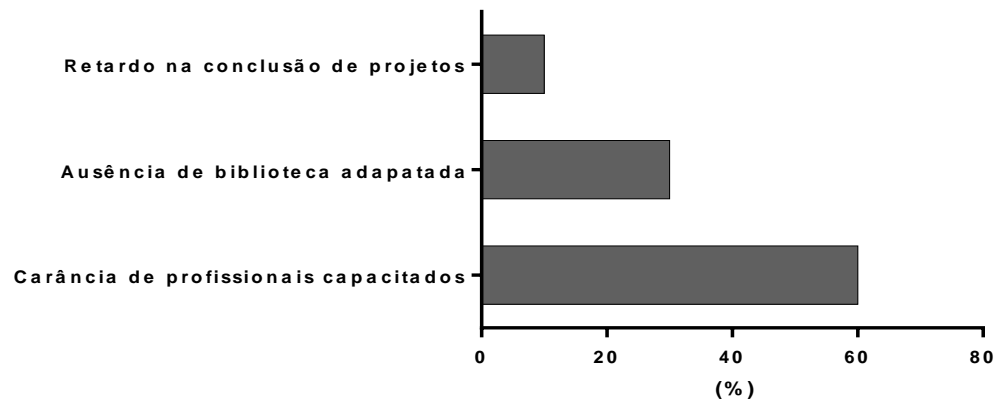


Figura 4 – Dificuldades reportadas por 23 Empresas do ramo de construção civil de Curitiba-PR, para implantação da tecnologia BIM

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como objetivo central, esta pesquisa visou identificar os benefícios da utilização da ferramenta *Building Information Modeling* (BIM) para a gestão de projetos relacionados à construção civil, bem como identificar os principais desafios da sua implantação. Embora houvesse o desafio de encontrar e obter um número significativo de respostas do questionário para a análise de dados e um curto espaço de tempo, foi possível atingir a amostragem mínima necessária para demonstrar a transição utilização da tecnologia 2D para a modelagem 3D parametrizada, junto às Empresas do setor pesquisado, situadas em Curitiba e região. Constatou-se que o uso da ferramenta BIM em Curitiba é realizado, embora ele ainda seja incipiente, ou seja, sem uma previsão de evolução para o próximo estágio de sua utilização. Este estágio contemplaria o uso simultâneo do banco de dados por vários escritórios envolvidos no mesmo projeto.

Notou-se que os principais ganhos na gestão de projetos com a aplicação da referida ferramenta foram: (a) redução do tempo de trabalho; (b) menor quantidade de erros e retrabalhos; e (c) melhor compreensão dos requisitos do projeto o que facilitou o cumprimento do escopo.

O presente estudo também demonstrou que as empresas fazem usos diversos da ferramenta, seja ela apenas com finalidade de qualidade gráfica, como em estágios mais avançados como ferramenta de parametrização. Foi demonstrado também que, embora os profissionais tenham experiência nas técnicas tradicionais de projeto, eles apresentam vontade de fazer mudanças na forma de projetar.

Quando da implantação do uso da plataforma CAD, percebeu-se também certa resistência à mudança, porém, em um curto espaço de tempo, mediante a percepção de suas qualidades e benfeitorias em relação a maneira anterior de se projetar, a mesma conquistou seu espaço. Nesta linha, acredita-se que sim, a plataforma BIM chegou com intenção de ficar e de mudar a forma como as empresas estão habituadas a projetar seus empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ASCH, D. A., JEDRZIEWSKI, M. K., CHRISTAKIS, N. A. **Response rates to mail surveys published in medical journals**. Journal of Clinical Epidemiology, v. 50, p. 1129-1136, 1997.

COELHO, S. B. S.; NOVAES, C. C. **O uso de software livre na construção civil**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, n.4; Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção, n. 1, 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2005. Acesso em: 20 abr. 2015.

CRESPO, C. C; RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. In: Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 3. 11 a 12 de julho de 2007. Porto Alegre - RS.

CTE - Centro de Tecnologia de Edificações. **Inteligência 360°**. 2012b. In **Anais**. Disponível em: <http://www.cte.com.br/site/evento_visualizar.php?idEvento=35>. Acesso em: 16 fev. 2015a.

CTE - Centro de Tecnologia de Edificações. **Inteligência 360°**. 2012a. In **Anais**. Disponível em: <http://www.cte.com.br/site/evento_visualizar.php?idEvento=32>. Acesso em: 15 fev. 2015b.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**. A Guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. New Jersey: John Wiley and Sons, 2008.

FABRÍCIO, Márcio Minto; MELHADO, Silvio Burrattino. **Por um processo de projeto simultâneo**. In: II WORKSHOP NACIONAL: GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2002, Porto Alegre. In: **Anais...** Porto Alegre: PUC/RS - UFSM - EESC/USP, 2002. Disponível em: <<http://www.eesc.sc.usp.br/sap/projetar/files/A036.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

FERREIRA, S. L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações da construção (BIM)**: Contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba, 2007. 7p. Acesso em: 14 maio 2015.

FLORIO, W. **Contribuições do Building Information Modeling no Processo de Projeto em Arquitetura.** In: Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, 3., Porto Alegre, 2007. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007. 1 CD-ROOM.

HAIR, Joseph F.; BARDIN, Barry; MONEY, Arthur H.; SAMOUEL, Philip. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração.** Trad. Lene Belon Ribeiro. – Porto Alegre: Bookman, 2005.

KORKEILA, K., SUOMIEN, S., AHVENAINEN, J., OJANLATVA, A., RAUTAVA, P., HELENIUS, H. et al. **Non response and related factors in a nation-wide health survey.** European Journal of Epidemiology, v. 17, p. 991-999, 2001.

KOTANIEMI, J. T., HASSI J., KATAJA M., JONSSON E., LAITINEN L.A., SOVIJARVI A. R., LUNDBACH B. **“Does non-responder bias have a significant effect on the results in a postal questionnaire study?”** European Journal of Epidemiology, v. 17, n. 9, p. 809-817, 2001.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** 2013. 389 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MASOTTI, Luís Felipe Cardoso. **Análise da implantação e do impacto do BIM no Brasil,** 2014. 79 p. TCC (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MENEZES, A. M.; PALHARES, Sérgio Ricardo; PEREIRA JUNIOR, Mario Lucio; VIANA, Maria de Lourdes Silva. **Comunicação Gráfica entre profissionais parceiros no projeto de edifícios na era digital.** In: COBENGE XXXVI congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. XXXVI congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo, 2008.

MENEZES, Alexandre Monteiro; PEREIRA JUNIOR, Mário Lucio; VIANA, Maria de Lourdes Silva; PALHARES, Sérgio Ricardo. **O BIM e o ensino integrado de edificações.** In: COBENGE 2011 – XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau, COBENGE 2011 – Formação continuada e Internacionalização. Blumenau: Odorizzi Editora e Gráfica, 2011. v. 1.

MENEZES, Alexandre Monteiro de; VIANA, Maria de Lourdes Silva; PEREIRA JÚNIOR, Mário Lúcio; PALHARES, Sergio Ricardo. **Impacto da tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações.** In: COBENGE XL Congresso Brasileiro

de Educação em Engenharia, 2012, Belém. XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, 2012.

MOORE, D. L.; TARNAY, J. **Evaluating nonresponse error in mail surveys**. In: Groves RM, Dillman DA, Eltinge JL, Little RJA, editors. Survey nonresponse. New York: John Wiley and Sons; 2002. p. 197-211.

MOSCAROLA, J. **Enquêtes et analyses de données**. Paris: Vuibert, 1990. 370p.

PMI - Project Management Institute. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – **Guia PMBOK**, 5. ed., 2014.

RIBEIRO, Andréia Queiroz, ACURCIO, Francisco de Assis, CÉSAR, Cibele Comini, ROZENFELD, Suely, KLEIN, Carlos Henrique. **Utilização de medicamentos por aposentados brasileiros: 2 – Taxa de resposta e preenchimento de questionário postal em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil**. Caderno de saúde Pública, v. 24, n. 9, p. 2171-2181, 2008.

RUSCHEL, Regina Coeli, ANDRADE, Max Lira Veras de, MORAIS, Marcelo de. **O ensino de BIM no Brasil: Onde estamos?** Ambiente Construído, v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013.

SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling**. IFMA World Workplace. 2008.

SANTOS, A., **HÁ 10 ANOS, O BIM COMEÇAVA A SER USADO NO BRASIL, 2014. Anais...** Cimento Itambé, 2014, Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/bim-usado-no-brasil/>>. Acesso em: 23 de abr. 2014.

STEHLING, M. P., **A utilização de modelagem da informação da construção em empresas de arquitetura e engenharia de Belo Horizonte**, 2012. Dissertação (Mestre em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de Minas Gerais, Minas Gerais.

SUCCAR, B. **Building Information Modeling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.