

## PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM EM UMA CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE

Paula Pontes Mota <sup>(1)</sup>; José de Paula Barros Neto <sup>(2)</sup>

(1) Construtora Pauta Engenharia, email: paula@pauta.eng.br

(2) UFC, e-mail: jpbarros@ufc.br

### Resumo

*Building Information Modelling (BIM) é um conceito que modifica os processos nos quais os empreendimentos são projetados, analisados, construídos e gerenciados (HARDIN; AIA, 2009). Quando implantado adequadamente, o BIM corrobora com a integração entre os projetistas e os construtores e, com uma melhor transferência de informações, resultando em um produto final com a qualidade desejada, menores custos e duração planejada (EASTMAN et al., 2008). Este artigo tem como objetivo, portanto apresentar o resultado da implantação do BIM em uma empresa construtora de pequeno porte na cidade de Fortaleza, Ceará. A metodologia aplicada consiste na implantação do BIM em quatro estudos de caso de estudo. Cada estudo representa um empreendimento, e para cada empreendimento foram feitas reuniões com os profissionais participantes, medido o indicador de tempo de modelagem, e determinado as informações que são úteis para cada participante. Como resultado, tem-se um aumento da interação entre os membros da equipe da empresa construtora e os demais envolvidos, além de constatações como: análises expeditas de projetos, visualização de interferências entre diferentes projetos, antecipação de decisões construtivas e aprimoramento de orçamentos. Desde modo, este artigo contribui na evidenciação de que, com poucos esforços iniciais, é possível obter resultados breves e positivos em diversas áreas contidas no ciclo de vida de um empreendimento.*

**Palavras-chave:** BIM, Método de trabalho, Processos construtivos.

### Abstract

*Building Information Modelling (BIM) is a concept that modifies the processes in which the buildings are planned, analysed, built and managed (HARDIN; AIA, 2009). When implanted correctly, it supports the integration between architects and engineers, and with a better transfer of information, results in a final product with the desired quality, lower costs and planned duration (EASTMANN et al., 2008). This article aims to show the result of the implementation of BIM in a small construction company, in Fortaleza, Ceará. The methodology applied consists in the BIM implantation in four specific cases. Each case represents one business, and in each where held reunions with the professionals involved, measured the time indicator of modelling processes and determined which information were useful for each member. As a result, it was noticed an interaction improvement between team members of the construction company and the others involved, besides findings such as: expeditious analysis of projects, visualization of interferences between different projects, anticipation of constructive decisions and budget improvement. Thereby, this article contributes to evidence that, with a few initial efforts, it is possible to obtain brief and positives results in many areas during the lifecycle of an enterprise.*

**Keywords:** BIM, Work method, Constructive process.

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar da maioria dos escritórios de arquitetura e construção civil utilizarem o método padrão CAD como ferramenta de trabalho, a compatibilização dos projetos é bastante deficiente, causando o desconforto de resolver problemas, como interferências entre disciplinas de projeto, durante o período de construção (CRESPO; RUSCHEL, 2007). Como solução para reduzir esses problemas de compatibilidade, de acordo com Jacoski (2003) *apud* Crespo e Ruschel (2007), o ideal seria que no projeto fossem encontradas todas as informações necessárias à sua construção, de maneira clara e objetiva.

No entanto, com a evolução do mercado da construção civil e o aumento da competitividade, uma maneira das empresas se destacarem e evitarem problemas na comunicação entre o escritório e o campo, é melhorar o potencial interno, o qual influencia diretamente no método de trabalho utilizado atualmente (PINHO; TELHADA; CARVALHO, 2008). Para isso, é necessário aplicar mudanças principalmente na estrutura interna dos escritórios, com a implantação de novos conceitos construtivos, instalações de *softwares* atuais e qualificação dos profissionais, por exemplo (PINHO; TELHADA; CARVALHO, 2008).

Este artigo, por sua vez, tem por objetivo descrever os processos de implantação do *Building Information Modelling* (BIM) em quatro empreendimentos de uma construtora de pequeno porte em Fortaleza/CE. Para cada empreendimento, o desenvolvimento da implantação foi dividido em quatro etapas que serão descritas posteriormente. Após a análise do tempo de uma das etapas, é possível observar os benefícios da implantação do BIM na empresa.

## 2. BIM

O BIM é um conceito relativamente recente de projetar e gerenciar a obra na indústria da construção (KRYGIEL; NIES, 2008). Caracteriza-se pela vinculação e parametrização das informações de todo o empreendimento, desde o banco de dados do projeto até documentações necessárias, através de um modelo 3D (representação da realidade) (KRYGIEL; NIES, 2008). Essa vinculação tem por consequência a instantaneidade de quaisquer alterações feitas a um objeto dentro do modelo criado, além de serem refletidas em todo o restante do projeto (KRYGIEL; NIES, 2008). As alterações feitas a um objeto podem ser de natureza física, quando envolve alguma parte do edifício, ou abstrata, quando altera alguma estimativa de custo para resultado de uma análise estrutural (TURK *et al.*, 1994).

Quando implantado de maneira apropriada, o BIM facilita a integração entre projeto e o processo da construção, o que resulta numa melhora na qualidade do empreendimento, através de redução dos custos e do tempo de produção (EASTMAN *et al.*, 2008, SACKS *et al.*; 2009). Além disso, o BIM ajuda a melhorar a comunicação entre todos os participantes do projeto, além de mudar a forma como os projetistas trabalham com seus colegas e construtores (GERBER *et al.* 2010).

### 2.1. Implantação do BIM

Em relação à construção, com a adoção do BIM, os investidores e construtores podem antecipar resultados positivos e negativos da obra e, assim, salvar dinheiro no processo de execução do projeto. (Y. ARAYICI *et al.* 200- ) Já em relação à arquitetura, a consequência da implantação depende de como a tecnologia está sendo implantada e integrada no projeto, planejamento e construção (Y. ARAYICI *et al.* 200- ).

Portanto, o BIM oferece novas oportunidades criativas e financeiras para as empresas de construção, mas para conquistar esses benefícios é preciso abraçar a integração entre o projeto

executivo e a construção do mesmo, o que requer mudanças no método de desenvolvimento e entrega do projeto e na composição da equipe da empresa (Y. ARAYICI *et al.* 200- ).

## 2.2. Vantagens do uso do BIM

O BIM é uma metodologia que deve ser implantada nas empresas de maneira gradativa (KRYGIEL; NIES, 2008). Segundo Eastman *et al.* (2008) e Sacks *et al.* (2009), os itens listados abaixo expressam a real funcionalidade do BIM:

- Visualização da forma: o modelo 3D torna possível a fácil visualização e compreensão dos projetos, tornando-os acessíveis a todos os participantes da construção;
- Rápida produção e geração de alternativas de projeto: isto inclui a manipulação rápida do modelo paramétrico, a análise preditiva de desempenho, como energia, temperatura e estrutura, além da estimativa de custos automatizados;
- Manutenção de informação e integridade do modelo 3D: as mesmas informações introduzidas no modelo são armazenadas em vários desenhos como plantas, cortes e fachadas, para que assim as alterações sejam comuns em todas e que não haja questionamento na integridade do projeto;
- Geração automática de desenhos e documentos: os diferentes *softwares* oferecem diferentes graus de automação, seja para gerar desenhos ou para produzir documentos, alterando-se automaticamente quando qualquer mudança for feita no projeto;
- Colaboração na concepção e construção: essa colaboração pode ser feita internamente, do qual vários usuários, dentro de uma única empresa, editam o modelo simultaneamente, ou externamente, no qual vários usuários editam o modelo em empresas diferentes. Para as duas maneiras, é possível controlar o que pode ser editado e o que pode ser compartilhado entre os objetos do modelo, evitando assim problemas de versão e reforçando a necessidade de cada profissional modificar apenas o seu próprio projeto;
- Rápida geração e avaliação de alternativas múltiplas do plano de construção: incluindo geração automática de tarefas e recursos, como equipes e materiais e visualização 4D.

## 2.2. Mudança do método de trabalho

Encontra-se em um modelo 3D BIM informações reais da obra e métodos de trabalho que serão utilizados, o que difere bastante das representações bidimensionais comumente representadas em CAD (KRYGIEL; NIES, 2008). Segundo os mesmos autores, o método padrão de trabalho atual ocorre em um processo cíclico no qual são compartilhadas idéias e informações entre os participantes da equipe, como mostra a Figura 1.



Figura 1 - representação gráfica do método padrão de trabalho. Fonte: KRYGIEL; NIES, 2008.

Em suma, o método consiste em (KRYGIEL; NIES, 2008):

- a. O projeto feito pelo arquiteto é compartilhado com outros profissionais;
- b. Esses profissionais trabalham a partir do desenho do arquiteto, criando uma série de novos projetos específicos em relação a sua especialização;
- c. Os projetos específicos são mandados para o arquiteto para que seja feita uma compatibilização com o projeto de arquitetura, para reduzir ao máximo as interferências;
- d. Depois de compatibilizados, os projetos são impressos e entregues aos contratados e subcontratados, geralmente engenheiros civis;
- e. Os contratados e subcontratados responsabilizam-se em criar uma nova série de documentos, como orçamentos e planejamentos;
- f. Os desenhos finais são compilados pelo arquiteto para formar os projetos da obra.

Com todas essas etapas e equipes trabalhando separadamente, é preciso um sistema que confira as informações trocadas. Esse ciclo de compartilhamento de informações tem muitas chances de ser mal compreendido ou interpretado, criando erros como, por exemplo, redundâncias de desenho (KRYGIEL; NIES, 2008).

Com o método baseado no BIM, podem-se eliminar os erros de redundância, melhorar a comunicação e focar mais tempo na evolução do projeto e na rapidez da construção (KRYGIEL; NIES, 2008). Segundo Krygiel e Nies (2008), o método BIM de trabalho pode ser representado pela Figura 2.

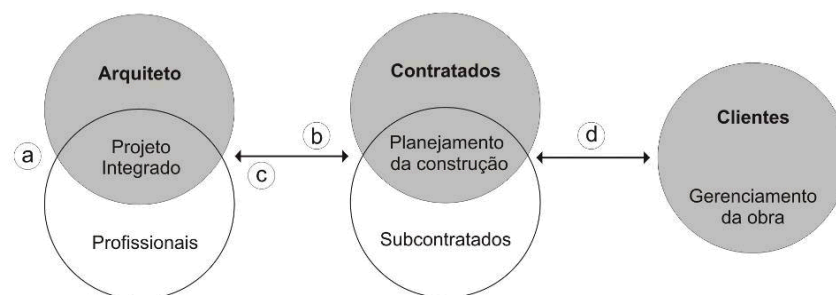


Figura 2 - representação do método de trabalho usando BIM. Fonte: KRYGIEL; NIES, 2008.

Ainda segundo Krygiel e Nies (2008), o método pode ser explicado da seguinte maneira:

- a. O arquiteto e os outros profissionais envolvidos trabalham juntos em um único modelo;
- b. Quando esse modelo encontra-se refinado o bastante, é enviado para os contratados e subcontratados para completar as informações necessárias à construção;
- c. Durante a fabricação, o modelo pode ser ajustado para evitar problemas na construção;
- d. O modelo revisado pode então ser compartilhado com o cliente que irá gerenciar a obra. Esse modelo é facilmente compreendido e contém as informações necessárias para as instalações, além de poder ser usado em futuras reformas.

Em resumo, o método de trabalho BIM fornece uma percepção para a criação e gestão mais rápida de projetos, com mais economia e qualidade do projeto. Ademais, ajuda na relação entre os profissionais, o que resulta em menor incompatibilidade e retrabalho.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

O método usado para descrever a implantação do método de trabalho BIM na empresa construtora foi a partir de estudo de caso. O estudo de caso se adequa ao artigo por ser um

trabalho exploratório-descritivo, com o objetivo de se familiarizar com o assunto abordado, ao requerer controle sobre eventos comportamentais, e ao questionar o assunto através de duas maneiras: como e porque (YIN, 1994). Além disso, objetivo dos estudos de caso é avaliar os conceitos e o processo de desenvolvimento a partir da revisão bibliográfica e de constatações dos envolvidos (JOSÉ BARROS NETO, 1999), ou seja, o método estudo de caso se justifica nesse artigo por estar trabalhando com um tema de pesquisa não comum, pois há poucas experiências em relação à implantação descrita, e se busca analisar e interpretar as observações e constatações de cada integrante da empresa, entre eles: engenheiros, arquitetos.

Os quatro empreendimentos usados para compor o estudo de caso estão apresentados no Quadro 1 estão situados na Região Metropolitana de Fortaleza.

<b>Empreendimentos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Localização</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
<b>01</b>	Casa duplex	Aquiraz	55
<b>02</b>	Casa geminada	Mondubim	55
<b>03</b>	Edifício residencial	Fortaleza	150
<b>04</b>	Escritório de obra	Fortaleza	240

Quadro 1 - Empreendimentos usados no estudo de caso. Fonte: própria

O processo de implantação que foi desenvolvido foi dividido em três etapas. A primeira etapa caracterizou-se como uma preparação à modelagem 3D e a segunda como sendo a própria modelagem. A terceira etapa abordou o quantitativo dos materiais, um dos objetivos da empresa.

- Etapa 01: foi preciso tempo e investimento para cumprir esta etapa, que compreendeu o treinamento do *software* Autodesk Revit Architecture pelo BIM *manager* da empresa, em um curso especializado da Autodesk, durante o período de dois meses; a obtenção de equipamentos que suportem a modelagem, como dois computadores de alto desempenho capaz de lidar a modelagem 3D com todos seus componentes e informações; e reuniões entre a equipe que participou da construção, contendo entre eles engenheiros de obra e de escritório, arquitetos e o BIM *manager*, além do diretor da empresa, com o objetivo de padronizar os nomes dos objetos estruturais, como vigas, lajes e pisos, e dos objetos construtivos, como portas e janelas;
- Etapa 02: essa etapa foi realizada apenas pelo BIM *manager*. Este se encarregou de modelar em 3D os projetos que estavam em CAD no Autodesk Revit Architecture, atribuindo as informações necessárias para cada família de elementos como paredes, piso e teto, e componente de elementos como portas, janelas, vidros, pilares e vigas. Além disso, entre as modelagens dos casos, houve um progressivo uso das ferramentas Revit MEP e Structure. Portanto, houve variação das disciplinas (arquitetura, estrutura e instalações) que foram modeladas. Nos dois primeiros casos foi modelado apenas o projeto de arquitetura, no terceiro foram modelados os projetos de arquitetura e estrutura e, no quarto, foi incluído o projeto de instalações. Durante a modelagem das três disciplinas, foram medidos os tempos de produção, para obter controle da produtividade e validação dos benefícios;
- Etapa 03: foram extraídas desta etapa as tabelas de quantitativo geradas pelo Revit em relação ao modelo desenhado em forma de texto e importadas para o *software* Microsoft Office Excel. Agora, o BIM *manager* e o responsável pelo orçamento da equipe se reuniram e criaram uma planilha que recebe os dados do quantitativo do Revit e gera automaticamente

um orçamento completo com os padrões da empresa.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados a seguir apresentam, para cada empreendimento, as disciplinas modeladas para cada caso, a dimensão abrangida, a duração de modelagem da etapa 2 de cada disciplina, o tempo total da etapa 2, o objetivo inicial de cada modelagem e as dificuldades vivenciadas realizada apenas pelo BIM *manager*.

##### **Empreendimento 01:**

- Disciplina modelada: arquitetura;
- Duração: arquitetura (14 dias). Total de 14 dias;
- Objetivos: modelagem do projeto de arquitetura no *software* Autodesk Revit Architecture;
- Análise: por ter sido o primeiro projeto a ser colocado em BIM, houve inicialmente dificuldade com a implantação da padronização das nomenclaturas estabelecidas pelos engenheiros e o BIM *manager*. Uma solução foi facilitar a comunicação entre os profissionais, fazendo com que eles ocupassem a mesma sala no mesmo horário. Outra dificuldade encontrada foi falta de método no uso do *software* e a modelagem da biblioteca própria da construtora. A solução para isso veio com o tempo de prática e dedicação do BIM *manager*.

##### **Empreendimento 02:**

- Disciplina modelada: arquitetura;
- Duração: arquitetura (10 dias). Total de 10 dias;
- Objetivos: modelagem do projeto de arquitetura no *software* Autodesk Revit Architecture;
- Análise: aqui foi possível utilizar a nomenclatura estabelecida anteriormente, assim como a biblioteca própria. O que restou de dificuldade nesse empreendimento foi o exercício de tentar novas soluções no próprio *software*.

##### **Empreendimento 03:**

- Disciplina modelada: arquitetura e estrutura;
- Duração: arquitetura (06 dias) e estrutura (02 dias); total de 08 dias;
- Objetivos: modelagem do projeto no *software* Autodesk Revit Architecture e Structure, além da obtenção do orçamento pelo Microsoft Office Excel;
- Análise: com a inclusão de uma nova disciplina, o mesmo preparo que havia sido feito na disciplina de arquitetura, foi preciso fazer na de estruturas, ou seja, teve-se que padronizar as nomenclaturas dos elementos estruturais. Para facilitar, foi seguindo os nomes e termos utilizados no projeto de cálculo. Além disso, houve dificuldade com a manipulação do *software* de estruturas, principalmente na modelagem da biblioteca própria. Ademais houve o interesse de extrair da modelagem o custo da obra, portanto, outra dificuldade foi a criação e aperfeiçoamento da planilha de orçamento. Esta planilha foi feita pelo BIM *manager* em conjunto com o engenheiro orçamentista.

##### **Empreendimento 04:**

- Disciplina modelada: arquitetura, estrutura e instalação;
- Duração: arquitetura (03 dias), estrutura (01 dia) e instalação (03 dias). Total de 07 dias;
- Objetivos: modelagem do projeto no *software* Autodesk Revit Architecture, Structure e MEP, além da obtenção do orçamento;

- Análise: da mesma forma que a disciplina de estruturas foi introduzida no empreendimento 03, a disciplina de instalações foi inserida neste empreendimento. Os mesmos cuidados foram estabelecidos: criação de uma nomenclatura própria (extraída do projeto elétrico, hidráulico e sanitário), prática do software de instalações, com a criação da biblioteca, e adequação da planilha de orçamento já existente pelo BIM *manager* e o engenheiro orçamentista.

Para melhor visualizar a comparação dos tempos necessários à modelagem, a

Figura 3 apresenta as diferenças entre as disciplinas para cada caso. Analisando-a, é notável a melhoria do tempo, tanto em relação à cada disciplina como em relação ao tempo total da modelagem. Cada tom de cinza representa uma matéria e o tamanho das barras representa o tempo total em dias que precisou para cada empreendimento ser modelado.

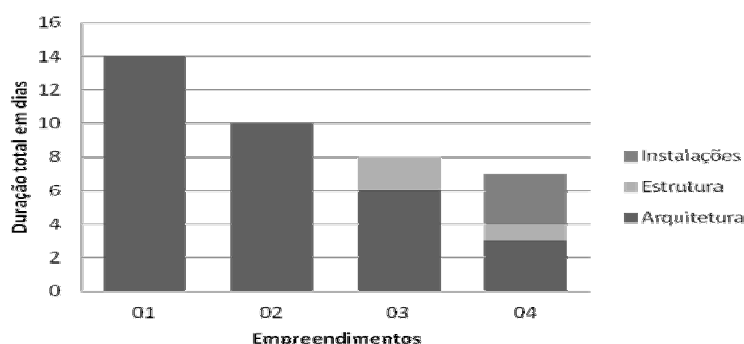


Figura 3 - gráfico comparativo entre as disciplinas

De acordo com os participantes da equipe de implantação do método BIM na empresa, ou seja, o diretor, o engenheiro responsável pelo orçamento, o engenheiro responsável pelo planejamento, os engenheiros das obras e o arquiteto que foi o BIM *manager*, os benefícios foram surgindo gradativamente durante o processo. Entre eles, destacam-se:

- Melhor comunicação entre os integrantes da equipe;
- Credibilidade do projeto e do modelo;
- Melhora no tempo de modelagem;
- Redução de erros de projeto;
- Detecção de interferências;
- Melhor visualização da compatibilização entre as disciplinas;
- Redução do retrabalho.

Dessa maneira, é possível notar que durante o processo de modelagem dos primeiros estudos de caso, houve um conjunto de problemas que atrasaram a modelagem, como por exemplo, a falta de prática no *software*, além de insuficiente integração entre a equipe de escritório e canteiro de obra. Contudo, apesar dos obstáculos iniciais, os benefícios adquiridos posteriormente foram consideráveis.

Vale acrescentar que, atualmente, a empresa está familiarizada com o *software* e seus recursos, assumindo-o para a maioria dos projetos e orçamento.

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para que o resultado da implantação do BIM na empresa construtora fosse positivo, criou-se uma filosofia de trabalho que pudesse auxiliar na mudança de método de trabalho. Anteriormente, os profissionais trabalhavam de forma individualizada e sem se preocupar com trocas de informações entre as disciplinas, o que causava erros graves de projetos durante o desenvolvimento, planejamento e até na fase de execução do mesmo.

A equipe da empresa percebeu que não poderia mais trabalhar de maneira individualizada e resolveu concentrar as informações no BIM *manager*, de modo que este recebesse e fornecesse informações para os outros profissionais, facilitando a comunicação entre si e reduzindo os problemas decorrentes pela falta da mesma. A Figura 4 exibe como ocorreu a interação entre os profissionais da empresa construtora.

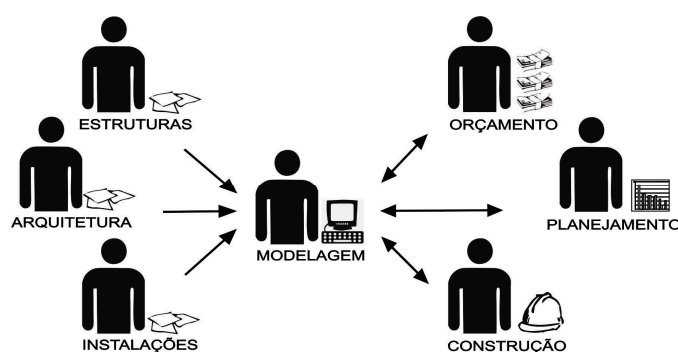


Figura 4 – relação dos profissionais da empresa construtora.

O BIM *manager* recebe os projetos de arquitetura, de estrutura e de instalações para gerar o modelo BIM. Durante o processo de modelagem, ele também recebe orientações dos outros profissionais da equipe para saber o que é preciso extrair do modelo e fornece essas informações ao final da modelagem da forma que for mais adequada ao profissional.

Essa troca de informações ocorreu quantas vezes foi necessária para que cada profissional tenha adquirido os dados para executar suas tarefas, como planejamento e orçamento.

Portanto, as vantagens do BIM só podem ser vista quando há uma boa interação entre a equipe, incluindo comunicação e credibilidade no trabalho dos outros. Além disso, deve ser feito o que for preciso dentro da estrutura da empresa para que essa comunicação seja fluente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito BIM representa uma nova geração de ferramentas que ajuda a dirigir com qualidade as questões como compatibilização de projetos, orçamento e planejamento. A partir desse método, inicia-se um processo de estudo do conceito BIM pelos profissionais que atuam na área da construção civil. É importante ressaltar que esse conceito deve ser visto e discutido por todos os integrantes da empresa, desde o mestre de obras ao diretor, pois será apenas com apoio e estímulo de todos que a implantação terá êxito.

Em relação à implantação do BIM na empresa construtora, pode-se concluir que inicialmente, o método usando o conceito BIM de projetar pode provocar mais tempo para gerar os produtos em relação ao método CAD, o que pode vir a aumentar o tempo de produção e consequentemente reduzirem a produtividade, motivo pelos quais várias empresas não procuram implantar o BIM. Ademais, ocorreram constantes revisões do trabalho do BIM *manager* e consequentemente retrabalho deste pela existência de dificuldade durante troca de



informações, pois o BIM *manager* necessita saber o que precisa fornecer para as equipes do planejamento, do orçamento e da obra, assim como essas equipes precisam dar informações para o BIM *manager* executar a modelagem de acordo com as exigências estabelecidas.

Contudo, apesar das dificuldades iniciais, é visível a vantagem da implantação do BIM nas empresas, pois trazem benefícios essenciais ao crescimento e destaque desta no mercado, como redução do tempo de trabalho, comunicação e transparência entre os profissionais e redução dos erros de orçamento e planejamento.

## REFERÊNCIAS

CRESPO, Cláudia Campos; RUSCHELO, Regina Coeli. 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.**, 2007, Porto Alegre.

EASTMAN, Chuck et al.. **BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.** 2. ed. Nova Jersey: John Wiley and Sons, 2008. 648 p.

GERBER, D., BECERIK-GERBER, B., KUNZ, A., 2010, Haifa. Building Information Modelling and Lean Construction: technology, methodology and advances from practice. **In: International Group of Lean Construction** Haifa, 2010. 11 p.

HARDIN, Brad; AIA, Leed Ap.. **BIM and Construction Management: proven tools, methods, and workflows.** Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2009. 340 p.

JOSÉ BARROS NETO, de Paula. **proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional.** 1999. 350 f. Tese (Doutorado) - URGs, Porto Alegre, 1999.

KRYGIEL, Eddy; NIES, Bradley. **Green BIM: successful sustainable design with Building Information Modelling.** Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2008. 266 p.

PINHO, Tiago; TELHADA, José; CARVALHO, Maria S.. Supply Chain Management in Construction: Case Study of a Portuguese Company. **In: International Group of Lean Construction**, 16., 2008, Manchester. p. 821 - 832.

SACKS, Rafael et al.. Analysis Framework for the Interaction between Lean Construction and Building Information Modelling. **In: International Group of Lean Construction**, 17., 2009, Taiwan. p. 221 - 234.

TURK, Z.; ISAKOVIC, T.; FISCHINGER, M.. **Object-oriented modelling of design system for RC buildings.** Computing In Civil Engineering, Salford, p. 436-453.1994.

Y, ARAYICI *et al.* **BIM implementation and adoption process for architectural practice.** Salford: 200-. 22 p.