

Modelos de processo de projeto de edificações e o potencial das ferramentas BIM

Building design process models and the potential of BIM tools

Ramon de Souza Rosa

ramon.de.souza@hotmail.com

Vera Lúcia Correia

vlcorreia93@gmail.com

Luciana da Rosa Espíndola

luciana.espindola@ifsc.edu.br

Resumo

Estudos apontam que o processo de projeto de edificações nas empresas é praticado comumente de forma linear. Como consequência, tem-se incompatibilidades entre as disciplinas do projeto. Progressivamente, visando este problema, novas tecnologias no desenvolvimento de projetos, especialmente o *Building Information Modeling* (BIM), vem exigindo alterações em como se pensa e se faz o projeto. Este artigo é resultado de uma pesquisa desenvolvida para trabalho de conclusão de curso e seu objetivo é demonstrar como a simultaneidade e a integração de atividades no desenvolvimento de projetos já era proposta em diversas publicações acadêmicas nacionais relevantes antes da popularização das ferramentas BIM. Este estudo elabora uma comparação de modelos teóricos de processo de projeto de edificações desenvolvidos entre os anos 1990 e 2000. As etapas do processo de cada modelo são organizadas e equiparadas, identificando suas semelhanças e diferenças. O resultado desta análise permite notar como as ferramentas BIM podem propiciar a prática destes modelos.

Palavras-chave: Processo de projeto; BIM; Qualidade de projeto.

Abstract

Studies show that the building design process in the market is commonly practiced in a linear way. As consequence, there are incompatibilities among the design's disciplines. Progressively, aiming this issue, new technologies in the design development, especially the Building Information Modeling (BIM), has been demanding changes in the way to do and to think the design. The article objective is to demonstrate that the simultaneity and the activities integration in the design development were proposed in various national academical publications even before the popularization of the BIM tools. This study elaborates a comparison of building design process theoretical models developed in the 90's and the 00's. Each model's processes steps are organized and equated, identifying their resemblances and differences. This analysis' result allows to notice how the BIM tools can propitiate those models practice.

Keywords: Design process; BIM; Design quality.

1. Introdução

A introdução do desenho auxiliado por computador – *Computer Aided Design (CAD)* – nas décadas de 1980 e 1990 foi considerada um grande avanço na área de processo de projeto de edificações. A utilização destes *softwares* teve como principal consequência reduzir consideravelmente o tempo despendido para realizar as representações gráficas necessárias aos projetos, além de maior precisão nos desenhos (SCHODEK *et al*, 2007). No entanto, a forma de se realizar o projeto, ou o processo de projeto, não sofreu alterações notáveis nesta transição entre pranchetas e computadores.

Em geral, a prática do processo de projeto caracteriza-se pela linearidade. Suas atividades são realizadas de forma sequencial e segmentada, não ocorrendo simultaneamente. Assim, ao concluir certa etapa de uma disciplina, inicia-se a próxima etapa ou inicia-se o projeto de uma nova disciplina. Tal segmentação aumenta a falta de interação entre os diversos agentes envolvidos, ocasionando diversos problemas qualitativos nas edificações (ROMANO, BECK, OLIVEIRA, 2001).

Vários estudos demonstram que este processo de projeto fragmentado leva a falhas de comunicação, as quais se traduzem em uma alta possibilidade de retrabalhos e alterações, sejam no projeto ou na obra em si (PETRUCCI JUNIOR, 2003; ALENCASTRO, 2006; SOUSA, 2010). Diversas deficiências no projeto impactam diretamente na obra. Como exemplo, pode-se citar que um excesso de alterações de projeto em fases adiantadas da obra acarreta em retrabalhos e consequentes aumentos dos custos, além de atrasos e sobrecargas nas equipes envolvidas (GRILO, 2002).

Assim, a inclusão da ferramenta CAD não solucionou estes problemas típicos de projetos. Apesar das ferramentas CAD serem utilizadas pela maior parte das empresas que desenvolvem projetos e/ou compatibilizações destes (COSTA, 2013), ainda há uma dificuldade notável em se atingir uma efetiva integração entre projetos de diferentes disciplinas utilizando tais ferramentas (MENEGARO; PICCININI, 2017).

Portanto, são necessárias alterações na forma como se faz e se pensa o projeto. Esta afirmação é endossada por Romano (2003), segundo a qual, a utilização de ferramentas computacionais por si próprias não podem ser vistas como garantia de um processo de projeto eficiente.

Abrindo um novo contexto, no início dos anos 2000, iniciou-se a utilização de *softwares* que permitem a modelagem da informação da edificação – *Building Information Modeling (BIM)*. Uma das principais premissas desta tecnologia é a facilidade do compartilhamento de informações referentes as soluções projetuais adotadas pelos responsáveis de diversas disciplinas (EASTMAN, 2008). Através de um único modelo, onde todos os detalhes e vistas são automaticamente atualizados após as alterações, os agentes destas diferentes disciplinas podem atuar de forma simultânea e integrada durante o processo de projeto da edificação, facilitando e agilizando a análise das possíveis interferências entre as soluções projetuais adotadas (DE PAULA, UECHI, MELHADO, 2013). Portanto, o BIM potencializa o avanço nas práticas de projeto.

Ainda, conforme Durante *et al* (2015), a utilização do BIM leva a mudanças sistemáticas no fluxo de informações bem como nas interfaces entre os projetistas. O processo de projeto deixa de possuir o típico comportamento linear e passa a assumir um caráter mais integrado, de forma que o compartilhamento de informações se torne facilitado.

Sendo assim, questiona-se: os modelos de processo de projeto conceituados antes da formalização dos softwares BIM já abrangiam tais premissas sobre compartilhamento de informações e simultaneidade das disciplinas?

Esse artigo tem como objetivo correlacionar modelos de processo de projeto publicados até o fim da década de 1990 e início dos anos 2000, além de verificar como as ferramentas BIM podem contribuir para efetivar de forma prática tais conceitos.

2. Metodologia

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico de modelos de processo de projeto considerados relevantes no meio acadêmico durante as décadas de 1990 e 2000. Tal limitação temporal possui duas razões: (1) a ABNT NBR 13.531 publicada em 1995 ser considerada uma publicação vanguardista, possuindo grande influência nesta área (DANTAS FILHO, 2016); e, (2) a falta de publicações semelhantemente inovadoras que proponham modelos de processo de projeto detalhados após os anos 2000.

Foram analisadas todas as etapas propostas em cada modelo selecionado, bem como os resultados gerados nestas etapas. Desta forma, tornou-se possível correlacionar suas semelhanças e diferenças, além da visualização de possíveis padrões.

Finalmente, utilizando como base essa correlação de modelos, foi apontado como as ferramentas BIM possuem potencial para uma possível aplicação destes modelos teóricos.

3. Resultados e discussões

Nos tópicos a seguir, serão inicialmente apresentados os resultados advindos da comparação entre os modelos teóricos do processo de projeto e, em um segundo momento, serão apresentadas potencialidades das ferramentas BIM com relação aos modelos teóricos analisados.

3.1 Análise comparativa entre modelos teóricos de processo de projeto

De acordo com a NBR 16636-1:2017, o processo de projeto arquitetônico possui um caráter evolutivo, sendo composto por fases e etapas. Estas são organizadas em sequência de forma que se atendam todos os requisitos a serem considerados na edificação em questão. Ainda de acordo com a mesma norma, diferentes profissionais habilitados, bem como diferentes disciplinas, sempre podem ser incluídos no processo de projeto.

Neste trabalho, propôs-se analisar e comparar os seis modelos de processo de projeto de edificações listados a seguir:

- ABNT NBR 13.531(1995);
- Melhado (1996);
- Novaes (1996);

- Tzortzopoulos (1999);
- Romano (2003);
- Rodríguez, Heineck (2003).

Para facilitar esta análise comparativa, foi confeccionada a Tabela 1, onde cada coluna apresenta um modelo com suas respectivas etapas de processo de projeto, denominadas conforme cada autor. Após análise e comparação entre estes modelos, a última coluna – resultados – apresenta 12 etapas deste processo colocando seus objetivos sintetizados, evitando dar denominações ou títulos específicos para cada fase.

ABNT NBR 13531:1995	MELHADO (1996)	NOVAES (1996)	TZORTZOPOULOS (1999)	ROMANO (2003)	RODRÍGUEZ, HEINECK (2003)	RESULTADOS
				Planejamento do empreendimento		(1)
Levantamento	Briefing	Estudo de viabilidade	Planejamento e concepção do empreendimento	Projeto informacional	Planejamento e concepção do empreendimento	(2)
Programa de necessidades						(3)
Estudo de viabilidade						(4)
Estudo preliminar	Estudo preliminar de arquitetura	Estudo preliminar	Estudo preliminar	Projeto conceitual	Estudo preliminar	(5)
Anteprojeto e/ou pré-execução	Anteprojeto multidisciplinar	Anteprojeto	Anteprojeto	Projeto preliminar	Anteprojeto	(6)
Projeto legal			Projeto legal de arquitetura		Projeto legal	Projetos legais
Projeto básico	Detalhamento	Projeto executivo	Projeto executivo	Projeto detalhado e projetos para produção	Projetos executivos	(8)
Projeto para execução						(9)
	Retroalimentação		Acompanhamento de obra	Acompanhamento da obra	Acompanhamento da execução e uso	(10)
			Acompanhamento de uso	Acompanhamento do uso		(11)
						(12)

- (1) Planejamento do processo de projeto e conceito do produto final.
 (2) Dados técnicos e legais necessários para a elaboração dos projetos.
 (3) Plano de necessidades, contendo as expectativas e limitações do cliente e do mercado.
 (4) Primeiras alternativas para o empreendimento.
 (5) Representação inicial e aproximada da arquitetura e/ou das demais disciplinas.
 (6) Primeiros detalhamentos da arquitetura e das demais disciplinas, compatibilizadas e suficientes para realização de orçamento.
 (7) Demais representações necessárias e compatibilizadas necessárias à aprovação do projeto junto aos órgãos públicos.
 (8) Submissão e aprovação dos projetos pelos órgãos competentes, além de registros necessários no cartório de imóveis.
 (9) Detalhamentos adicionais referentes à execução do projeto e compatibilização das diferentes disciplinas.
 (10) Finalização dos detalhamentos necessários à execução da obra de todos os projetos devidamente compatibilizados.
 (11) Acompanhamento da obra pelos projetistas, visando assistência técnica, elaboração de projetos as built e retroalimentação.
 (12) Acompanhamento do uso da obra pelo cliente final, além de avaliação financeira do empreendimento.

Tabela 1: Modelos de processo de projeto. Fonte: elaborado pelos autores.

Notou-se que, apesar dos diferentes nomes adotados para cada etapa, os modelos, em geral, são muito semelhantes entre si. Ainda assim, algumas destas etapas possuem certas diferenças. A seguir, serão descritas tais semelhanças e diferenças.

Em todos os modelos o projeto inicia com uma etapa informacional, onde são feitos o plano de necessidades e as coletas de dados técnicos e legais. Estas informações fornecem embasamentos e delimitações para as diversas possibilidades da edificação a ser projetada. Tal etapa informacional corresponde aos resultados 1, 2, 3 e 4 da Tabela 1.

Após, iniciam-se os primeiros lançamentos da arquitetura. Todos os modelos concordam que tal lançamento não deve ser realizado isoladamente. São propostas duas principais maneiras para se evitar isto: (1) realizar a primeira concepção da arquitetura juntamente com a consultoria de uma equipe multidisciplinar; ou (2) repassar o primeiro lançamento da arquitetura para os projetistas das demais disciplinas, os quais farão os seus pré-lançamentos para posterior compatibilização conjunta. Esta etapa corresponde ao resultado 5 da Tabela 1.

Assim que o primeiro lançamento estiver compatibilizado, elaboram-se detalhamentos adicionais suficientes para que seja realizado um orçamento inicial aproximado da obra. Este orçamento é necessário para que o cliente avalie se possui capacidade financeira para a realização do empreendimento, evitando que as equipes de projeto avancem demasiadamente em um projeto que jamais será executado. Estes detalhamentos adicionais devem ser novamente compatibilizados em etapa posterior. Após o pré-orçamento ser aprovado pelo cliente, são feitos os detalhamentos necessários à aprovação dos projetos junto aos órgãos legais. Estas etapas correspondem aos resultados 6, 7 e 8 da Tabela 1.

Com as devidas aprovações, iniciam-se os demais detalhamentos necessários para que a obra seja corretamente executada. Novamente, com estes novos detalhamentos de cada disciplina, os projetos devem ser compatibilizados, correspondendo aos resultados 9 e 10 da Tabela 1.

Por fim, inicia-se o acompanhamento da execução da obra propriamente dita e, posteriormente, o acompanhamento do uso da edificação pelo usuário final. Estes acompanhamentos possuem grande importância para o processo como um todo, visto que neles são coletadas informações para retroalimentar o processo, visando tanto a otimização do processo em si quanto dos próprios resultados oriundos deste. Este último momento corresponde aos resultados 11 e 12 da Tabela 1.

Portanto, conclui-se que apesar dos modelos apresentarem diferentes denominações nas suas etapas propostas, é possível afirmar que os resultados obtidos por fases são extremamente semelhantes, se não os mesmos. Também, foi possível notar que os modelos com menos etapas não ignoram certas práticas, apenas as reúnem em uma única etapa.

Ainda assim, há diferenças em duas etapas específicas que podem ter alta influência sobre o processo global. A primeira é na etapa referente ao planejamento de todo o processo, prevista apenas no modelo proposto por Romano (2003). Sob uma ótica organizacional, esta é uma etapa de elevada importância, já que a partir dos seus resultados é possível definir, por exemplo, equipes de trabalho e cronogramas iniciais. Porém, do ponto de vista prático, por mais que cada projeto seja único, as empresas costumam seguir uma mesma sequência de etapas. Esta pode ser uma das razões para tal etapa não ser prevista nos outros modelos analisados.

Já a segunda diferença está na etapa de acompanhamento da obra e do uso da edificação, essencial para que haja uma retroalimentação do processo. Esta etapa, não presente apenas nos modelos da ABNT NBR 13.531 (1995) e de Novaes (1996), é ressaltada por todos os outros autores analisados. Possivelmente, esta ausência nos dois modelos mencionados

ocorre por serem publicações vanguardistas, já que todos os modelos publicados após o ano de 1996 – apenas um ano após a publicação da referida norma – incluem esta etapa.

Os modelos teóricos aqui apresentados possuem potencial para diminuir os constantes problemas de execução devido a erros de compatibilização entre projetos. Através de um processo simultâneo, onde as diferentes disciplinas comunicam-se em diversos momentos procurando soluções para as situações específicas de cada projeto, diminui-se as chances de desencontros de informações ou de soluções unilaterais – levando em consideração apenas as consequências para uma das disciplinas envolvidas.

No entanto, são necessárias ferramentas que tornem tais práticas possíveis, facilitando: troca de informações; visualização das interações entre os diferentes elementos da edificação; e facilidade nas atualizações de diferentes vistas, detalhes e plantas devido a alterações. Logo, as ferramentas que se utilizam do conceito de modelagem da informação da edificação possuem potencial para atender estas demandas.

3.2 Potencialidades das ferramentas BIM para a prática dos modelos propostos

O BIM pode ser definido como um processo em que as definições dos diversos elementos da edificação são realizadas de forma interativa e colaborativa. Tais definições alimentam um banco central de dados, onde estariam armazenadas tanto as representações gráficas quanto as especificações técnicas de materiais e tecnologias utilizados (EASTMAN *et al*, 2014).

As ferramentas que se utilizam deste conceito podem viabilizar a aplicação dos processos de projeto teóricos anteriormente expostos. Este artigo coloca algumas premissas que sugerem a introdução de ferramentas BIM para a obtenção dos diversos resultados intermediários e finais do processo de projeto, conforme demonstrado pela Tabela 2.

Por exemplo, o modelo pode ser iniciado através da modelagem do terreno com base nos dados obtidos pelo levantamento topográfico inicial. Após isso, podem ser iniciados os estudos de massas. Com a colaboração de todos os projetistas em um mesmo modelo, este estudo poderia não se limitar apenas a uma análise arquitetônica. Os projetistas responsáveis pelas disciplinas hidrossanitárias e estruturais podem, em conjunto com o arquiteto, fazer uma pré-avaliação das características do solo com vistas a avaliar possibilidades para subestrutura, bem como para a coleta e possível tratamento individual de esgoto. Assim, garante-se que os primeiros estudos arquitetônicos levem em conta tais parâmetros.

O processo de projeto se basearia na seguinte ordem: modelagem da informação das diferentes disciplinas; análise das interações entre estas; e tomada de decisão conjunta entre especialistas e cliente, sendo o último consultado quando a principal diferença entre as possíveis soluções se baseia em questões financeiras e/ou estéticas. Esta sequência se repetiria constantemente, levando a um processo de projeto completamente integrado, onde a compatibilização é algo intrínseco ao ato de projetar ao invés de uma etapa separada.

As ferramentas BIM podem ainda ser aplicadas durante a obra. Através da utilização de celulares e/ou tablets, o modelo projetado pode ser visualizado *in loco*, permitindo conferências e resoluções de eventuais dúvidas.

Resultado	Possível aplicação de BIM
Planejamento do processo de projeto e conceito do produto final	Definição dos <i>softwares</i> a serem utilizados, levando em consideração interoperabilidade e o nível de detalhe desejado
Dados técnicos e legais necessários para a elaboração dos projetos	Alimentação inicial dos <i>softwares</i> com os parâmetros legais e normativos pertinentes
Plano de necessidades, contendo as expectativas e limitações do cliente e do mercado	Alimentação dos <i>softwares</i> com os materiais e tecnologias construtivas a serem possivelmente utilizados
Primeiras alternativas para o empreendimento	Modelagens iniciais, visando a compatibilização de, por exemplo, arquitetura (forma da edificação), estrutura (fundação e tecnologia a ser utilizada) e instalações sanitárias (locação prévia do sistema de tratamento de esgoto)
Representação inicial e aproximada da arquitetura e/ou das demais disciplinas	Maior detalhamento da modelagem, possibilitando análise de novas interações, como, por exemplo, prevenção contra incêndio (estudo de saídas de emergência e tipo de escada a ser adotada)
Detalhamento das primeiras representações da arquitetura e das demais disciplinas, compatibilizadas e suficientes para realização de orçamento	Maior detalhamento da modelagem, extraindo quantitativos vinculados a sites de fornecedoras, permitindo uma rápida extração de orçamento inicial
Demais representações necessárias e compatibilizadas necessárias à aprovação do projeto junto aos órgãos públicos	Constante troca de informações e procura por soluções por todos os agentes envolvidos através de um modelo único
Submissão e aprovação dos projetos pelos órgãos competentes, além de registros necessários no cartório de imóveis	Análise pelos órgãos legais utilizando <i>softwares</i> especializados em execução de rotinas, facilitando certas análises simples e repetitivas (recuos, áreas mínimas de ambientes e aberturas, larguras mínimas de corredores, cálculos de dimensionamento, etc.)
Detalhamentos adicionais referentes à execução do projeto e compatibilização das diferentes disciplinas	Elaboração compatibilizada de representações específicas para a execução, facilitando a visualização dos diferentes elementos. Podem ser elaborados detalhes que correspondam ao momento em que a obra se encontra (por exemplo, uma vista das instalações de água fria em que as paredes e o piso estejam no mesmo ponto de execução da obra, evitando diferenças de nível)
Finalização dos detalhamentos necessários à execução da obra de todos os projetos devidamente compatibilizados	Constante troca de informações e procura por soluções por todos os agentes envolvidos através de um modelo único
Acompanhamento da obra pelos projetistas, visando assistência técnica, elaboração de projetos <i>as built</i> e coleta de dados de forma a retroalimentar o processo	Utilização de dispositivos móveis que permitam a visualização e uma certa interação com o modelo da edificação, facilitando o acompanhamento e a resolução de dúvidas. Utilização de <i>softwares</i> que permitam a adição de novas informações ao modelo a partir do canteiro de obras
Acompanhamento do uso da obra pelo cliente final, além de avaliação financeira do empreendimento	Aplicação de formulários <i>online</i> vinculados a edificação em questão, bem como a um banco de dados a ser utilizado nos novos projetos

Tabela 2: Resultados da compilação dos modelos teóricos e possíveis aplicações de BIM. Fonte: elaborado pelos autores.

Já durante o uso da edificação, novamente o modelo desenvolvido pode ser utilizado como parte do manual do usuário, auxiliando tanto no uso e manutenção predial quanto nos casos de reformas.

Finalizando, conforme constatado nesta análise, para uma prática de processo de projeto de edificações bem-sucedida, os projetos das diferentes disciplinas devem ser desenvolvidos simultaneamente ao longo de todo o processo. Nesse sentido, a utilização de ferramentas BIM, com todos os projetistas trabalhando em um mesmo modelo, pode facilitar a aplicação prática destes modelos, trazendo suas consequentes vantagens.

Atualmente, existem diversas ferramentas computacionais com potencial para atender as diversas demandas existentes no processo de projeto de edificações. Como exemplo, pode-se citar Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, AltoQi Builder, Solibri, Revizto, dentre outros. Entretanto, ainda é necessário salientar as dificuldades existentes com a interoperabilidade destes *softwares*, ou seja, a troca de informações – exportação e importação de modelos – entre estes programas. Também vale destacar que estas ferramentas demandam um nível de informação ainda maior nas fases iniciais do projeto, levando a necessidade da atuação de mais profissionais nas primeiras etapas.

No entanto, para que isso seja possível, é necessário que todas as equipes possuam um conhecimento satisfatório das ferramentas. Também recomenda-se que todos os projetistas utilizem *softwares* compatíveis para evitar perda de informações na exportação dos modelos. Além disso, é necessária uma comunicação constante entre as equipes para uma resolução mais rápida das incompatibilidades. O não atendimento a qualquer um destes pontos poderia reduzir significativamente o saldo positivo de se utilizar uma ferramenta BIM.

4. Considerações finais

A comparação dos modelos de processo de projeto de edificações analisados através dos resultados por etapas tornou claro o quanto estes são semelhantes, apesar da clara discordância na quantidade de etapas necessárias. As únicas diferenças notáveis estão no planejamento do processo e no acompanhamento da obra e do uso da edificação.

A análise por resultados ainda permite visualizar o alto potencial das ferramentas BIM em atenderem satisfatoriamente praticamente todas as etapas destes modelos dos anos 1990 e 2000. Os modelos analisados pressupõem uma intensa comunicação entre as equipes das diferentes disciplinas, além do desenvolvimento de projetos simultaneamente. As ferramentas BIM possuem capacidade de atender ambas as demandas. O uso de tais ferramentas torna possível que seja elaborado um modelo único da edificação projetada, o qual é alimentado pelos projetistas das diversas disciplinas envolvidas. Dessa forma, os projetos são desenvolvidos de forma simultânea e a comunicação com relação a mudanças projetuais torna-se facilitada.

Referências

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 13.531 **Elaboração de Projetos de edificações**: Atividades Técnicas. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 16.636-1 **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 1: Diretrizes e terminologia**. Rio de Janeiro, 2017.

ALENCASTRO, J. P. U. de. **Diagnóstico das práticas de coordenação e compatibilização de projetos no mercado de construção civil de Florianópolis-SC**. 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

DANTAS FILHO, J. B. P.. **Oportunidades de melhoria no processo de projeto de arquitetura sob a perspectiva do lean design**. 2016. 150f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

DE PAULA, N.; UECHI, M. E.; MELHADO, S. B. **Novas demandas para as empresas de projeto de edifícios**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 137-159, jul./set. 2013.

DURANTE, F. K.; MENDES JR, R.; SCHEER, S.; GARRIDO, M. C.; Avaliação de aspectos fundamentais para a gestão integrada do processo de projeto e planejamento com uso do BIM. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

EASTMAN, C., et al. **Manual BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 503 p.

EASTMAN, C., et al. **The BIM handbook**. 1a. edição. Wiley&Sons, 2008, 504 p.

GRILO, L. M.. **Gestão do processo de projeto no segmento de construção de edifícios por encomenda**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S. B.; BARROS, M. M. S. B.; SOUZA, A. L. R. de. **Metodologia envolvendo os novos procedimentos de projeto**. São Paulo, EPUSP, 1996. (Relatório CPqDCC n. 20.088-EP/SC-1).

MENEGARO, B. F.; PICCININI, Â. C. **Aplicação da metodologia BIM (Building Information Modeling) no processo de projeto, com foco em compatibilização**. 2017. 17 f. Artigo (Bacharelado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

NOVAES, C. C.. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.

PETRUCCI JR., R. **Modelo para Gestão e Compatibilização de Projetos de Edificações Usando Engenharia simultânea e ISO 9001**. 2003. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

RODRIGUEZ, M.A.A; HEINECK, L.F.M. **A construtibilidade no processo de projeto de edificações**. Santa Catarina, 2003.

ROMANO, F. V.. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. 381 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMANO, F. V.; BACK, N.; OLIVEIRA, R. de. **A importância da modelagem do processo de projeto para o desenvolvimento integrado de edificações**. Gestão do Processo de Projeto, São Paulo, 2001.

SCHODEK, D.; BECHTHOLD, M.; GRIGGS, J. K.; KAO, K.; STEINBERG, M. **Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM Applications in INC**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.

SOUSA, F. J. de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares – Estudo de caso**. 117 f. Recife, 2010. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.

TZORTZOPOULOS, P.. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 380 f. Porto Alegre, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.