

1. Introdução

Este capítulo apresenta a motivação para essa dissertação, descreve brevemente as tecnologias usadas atualmente em empreendimentos na área de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) e introduz o conceito de Modelagem da Informação da Construção conhecido como BIM (*Building Information Modeling*). A organização desse documento é apresentada na parte final deste capítulo.

1.1.Motivação

Atualmente o processo de entrega de um empreendimento permanece fragmentado e baseado em documentações impressas no papel como forma de comunicação. Documentos gerados com erros e omissões nas informações de projeto frequentemente causam custos adicionais, atrasos, retrabalhos e eventuais ações judiciais entre várias partes da equipe do projeto (Eastman et al., 2010).

No setor da construção civil há uma tradição de sempre se fazer as coisas da mesma maneira como elas têm sido feitas há décadas. Isso afeta diretamente a evolução do processo de construção onde as mudanças e inovações ocorrem de forma lenta (Gradwohl et al., 2011). Há algumas décadas a utilização de computadores e tecnologia associada tem ajudado na construção civil, mas a sua utilização ainda é incipiente (Linderoth, 2010).

Mesmo utilizando práticas otimizadas com procedimentos e definição de padrões adotados por uma firma, os sistemas 2D CAD (*computer aided design*) possuem algumas ineficiências. Tais ineficiências acabam gerando pressões para atender os prazos, duplicidade de informações, excesso de produção, retrabalho, tarefas paralelas, perda de confiabilidade da informação e do planejamento, falta de um processo de projeto rigoroso, perda de eficiência do projeto, falhas de gestão e comunicação (Arayici et al., 2011). Tudo isso torna o trabalho árduo e cansativo, o que representa um ambiente propício à erros humanos.

As ferramentas CAE (*Computer Aided Engineering*) surgiram para auxiliar nas diversas análises necessárias em um empreendimento, tais como: análises

estruturais, análises mecânicas, análises orçamentárias entre outras. Com o surgimento do conceito de construção sustentável, a utilização de ferramentas para análise ambiental têm se tornado cada vez mais comum. Esse tipo de ferramenta computacional é capaz de realizar análises para o melhor aproveitamento dos recursos naturais e racionalização do uso de materiais. Além disso, com os avanços na área de telecomunicações o trabalho a distância está cada vez mais comum acoplado às ferramentas CAD outros *softwares* gerenciadores que facilitam essa interação.

Essa mudança de paradigma e a evolução dos sistemas CAD e CAE resultou no desenvolvimento dos sistemas de modelagem da informação da construção, BIM. Um dos principais problemas associados com a metodologia atual, baseada nos documentos 2D, é a dificuldade e a quantidade de tempo que se gasta para acessar uma informação de um projeto como, por exemplo, estimativas de custo, análises de eficiência energética, detalhes estruturais entre outros. A tecnologia de um programa que utiliza a metodologia BIM permite que o usuário combine objetos modelados em 3D com os desenhos em 2D. (Eastman et al., 2010)

Para que a metodologia BIM seja empregada no ambiente de trabalho é necessário uma plataforma que centralize as informações de projeto junto ao modelo 3D. Esse modelo deve também ser construído usando objetos que possuem dados paramétricos (além dos parâmetros de geometria, os objetos possuem outros atributos, obedecem a regras e possuem relações entre si) adicionando toda a inteligência necessária ao projeto. O resultado é referido neste trabalho como modelo paramétrico 3D. Através desse tipo de modelo é possível a realização de diversos tipos de análises. Toda a documentação de projeto é gerada automaticamente a partir de uma base de dados formada pelo modelo paramétrico 3D. Isso garante a consistência desses documentos e das informações associadas.

A metodologia BIM tem como objetivo principal a integração entre as diferentes disciplinas e fases do projeto com o auxílio das novas ferramentas computacionais de trabalho atualmente disponíveis no mercado. Essa metodologia de trabalho está aos poucos se tornando uma realidade. A evolução das ferramentas computacionais acontece à medida que o mercado ao utilizá-las demonstra novas necessidades. A necessidade de maior interoperabilidade (capacidade de um sistema informatizado se comunicar com outro sistema) entre as ferramentas computacionais é um dos principais fatores que dificultam o uso do BIM por completo.

Atualmente a metodologia BIM vem sendo aplicada em pontos específicos nos processos de engenharia, pois a sua aplicação ainda não está amadurecida o suficiente. Nos Estados Unidos e no Reino Unido, o BIM já está sendo muito usado nas empresas de AEC. No Brasil, no entanto, ainda existem poucos casos de uso e pouca documentação.

Pesquisas anteriores mostraram que a tecnologia BIM está sendo adotada de forma mais lenta na indústria de AEC do que quando as primeiras ferramentas de CAD 2D chegaram ao mercado. As ferramentas BIM necessitam da cooperação das diversas equipes envolvidas no mesmo empreendimento que precisam desenvolver práticas de trabalho interoperáveis. Vale ressaltar que essas equipes normalmente pertencem a diferentes empresas e tipicamente possuem práticas de trabalho diferentes e usam programas de computador diferentes, o que dificulta as práticas interorganizacionais. Dessa forma, é evidente a necessidade da interoperabilidade e da adoção de novas práticas de trabalho para que as novas tecnologias possam ser efetivas. Isso explica as dificuldades em se adotar as ferramentas BIM quando comparado aos tempos da adoção do CAD 2D (Taylor e Bernstein, 2009).

O BIM tem o potencial necessário para mudar a maneira de como a construção é realizada e documentada e pode se tornar eventualmente a principal fonte de informações para o gerenciamento e planejamento de um empreendimento. Pesquisas futuras serão necessárias para desenvolver métodos de medição do valor do BIM na construção. (Goedert e Meadati, 2008)

Com a implementação de pesquisas envolvendo estudos da metodologia BIM, haverá fundamentos científicos para o aprimoramento das especificações e padrões para que os fornecedores de programas informatizados aprimorem suas ferramentas computacionais e se adequem às necessidades do mercado. Toda a parte legislativa também deverá se adequar ao mercado de forma a eventualmente reconhecer o modelo paramétrico 3D como documentação legal. Com o avanço das pesquisas, cada vez mais as empresas reconhecerão os benefícios do BIM e perceberão que é um caminho inevitável para atender ao mercado futuro, onde as construções se tornam cada vez mais complexas. Com a interoperabilidade e utilização de diversas ferramentas de análises que a metodologia BIM propõe, a nova metodologia será fundamental para a evolução da arquitetura e engenharia civil.

1.2. Objetivo

Tendo em vista que a área de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) está em processo de transição entre metodologia tradicional e a metodologia BIM, essa dissertação tem como objetivo estudar e avaliar algumas das ferramentas computacionais usadas na implementação da metodologia BIM disponíveis no mercado. Isto foi feito através da modelagem de um laboratório de análises químicas, que já possui todo o projeto detalhado e está pronto para iniciar a construção. Neste trabalho, o projeto foi refeito usando ferramentas BIM da *Autodesk*. A modelagem foi feita no programa *Revit* 2012 que gera conteúdo para avaliar e comparar a metodologia BIM com a metodologia tradicional em 2D que, neste caso usou a ferramenta *AutoCAD* também da *Autodesk*.

Além das vantagens na geração dos desenhos 2D, foram avaliadas as vantagens da exportação do modelo para um programa de análise estrutural e um programa de análises de interferência. Neste trabalho é usado o termo modelo analítico para se referir ao modelo para análise estrutural. Para a análise estrutural foi usado o *software Robot* 2012 devido à facilidade de obter-se a sua licença. Para a análise de interferência é usado o programa *Navisworks Manage* 2012. A Figura 1 ilustra todo o fluxograma realizado neste trabalho.

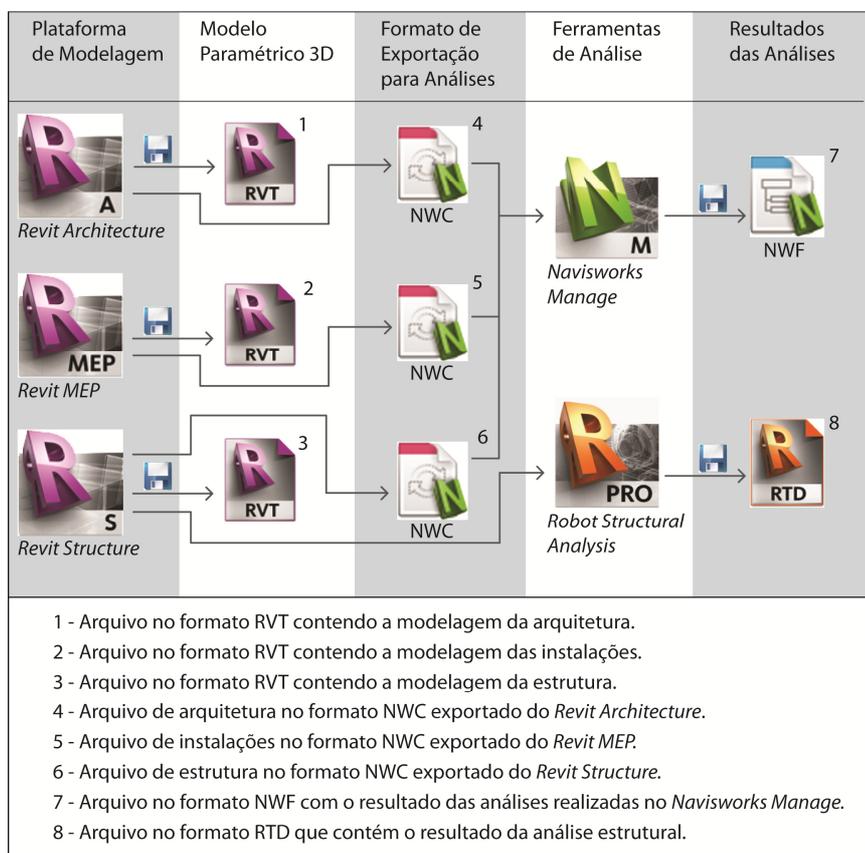


Figura 1: Fluxograma de trabalho.

1.3. Escopo

Para atender os objetivos deste trabalho, não foi necessário que a modelagem do empreendimento fosse completa e detalhada. Por isso, a prioridade foi modelar primeiro o que seria necessário para a realização da análise de interferência e da análise estrutural.

Não houve preocupação com detalhes de acabamento já que esses detalhes não influenciariam em nenhuma das análises realizadas neste trabalho. Por isso, as paredes foram modeladas sem especificações de suas camadas e acabamentos externos e não foram definidos no modelo os revestimentos da laje. Também não foram modelados na arquitetura nenhum tipo de mobiliário, louças, bancadas dos laboratórios e paisagismo.

Finalmente, não foram avaliados os resultados da análise estrutural, pois foi dada maior ênfase na modelagem e integração do modelo analítico, isto é, como é realizada a integração entre os programas.

Para as portas e janelas, utilizaram-se objetos já existentes na biblioteca de objetos do *software* apenas com alguns ajustes nas dimensões para que o objeto ocupasse o mesmo espaço das portas e janelas do projeto original. Portanto, as portas e janelas são diferentes do projeto original, mas isso não afetou o resultado das análises.

A estrutura foi o maior foco desta dissertação, porém, foram feitas algumas adaptações. As vigas e pilares não foram modelados como sendo de concreto pré-moldado, ou seja, no modelo não existem os dentes da ligação pilar-viga. Também não houve preocupação em modelar ligações aparafusadas ou soldadas. Na fundação não foram inseridas as estacas, apenas os blocos de concreto que ficam acima delas. As treliças do telhado foram adaptadas usando as configurações existentes no *software* de modelagem.

As instalações prediais não foram inseridas continuamente e, por isso, não foi possível formar sistemas lógicos. Isso ocorreu porque algumas peças de conexões do projeto original não existiam no *software*. O modelo foi adaptado de forma que as instalações ocupassem apenas o mesmo volume que o projetado para que a análise de interferência pudesse ser realizada. Além disso, as instalações maiores foram priorizadas já que possuem mais chance de causar interferências.

1.4. Estrutura da dissertação

Capítulo 1 - Introdução - Inicia-se este capítulo com descrições de como são os métodos tradicionais utilizados em projetos de construção destacando-se os problemas desse método, falhas na integração das equipes e problemas de comunicação entre diferentes programas de computador. Em seguida os objetivos do trabalho são apresentados. Para finalizar é definido o escopo desta dissertação.

Capítulo 2 - Revisão da literatura (Building Information Modeling BIM) - Neste capítulo os conceitos de BIM são abordados mais a fundo. É dada uma descrição do que é BIM, fala-se dos problemas e dificuldades da metodologia atual e descreve-se como o BIM os resolveria. Discute-se também sobre a customização de componentes e finaliza-se com algumas abordagens sobre as ferramentas computacionais.

Capítulo 3 - O projeto fornecido para a modelagem paramétrica 3D - Nesse capítulo apresenta-se o projeto utilizado para a realização da modelagem paramétrica 3D, faz-se uma descrição geral do empreendimento e fala-se sobre os documentos de projeto enumerando-os. Em seguida é dada ênfase no projeto focado em cada disciplina de forma detalhada, mostra-se alguns documentos contendo os desenhos do projeto e destacam-se os principais detalhes.

Capítulo 4 - Modelagem paramétrica 3D - Nesse capítulo descreve-se a modelagem do projeto original no ambiente BIM. Os detalhes são inseridos por disciplina, e em cada uma dela descreve-se como foi a inserção dos objetos abordando algumas vantagens de se utilizar uma ferramenta BIM. Mais adiante são demonstradas algumas deficiências encontradas no projeto original, ou seja, erros ou falta de informação no projeto original que foi realizado tradicionalmente em 2D. Também foi feita uma análise de interferência conhecida como análise de *clash*, destacando-se as principais interferências.

Capítulo 5 - Integração com ferramenta de análise estrutural - Esse capítulo faz um estudo de como é feita a integração do *Revit* 2012 com o *Robot* 2012. São feitos modelos estruturais simples para entender o funcionamento do modelo analítico do *Revit* 2012 e compreender como é feita a exportação para o *Robot* 2012. Os principais problemas encontrados são apontados.

Capítulo 6 - Conclusão e sugestões para trabalhos futuros - Este capítulo apresenta as principais conclusões desse trabalho e aponta direções para futuros trabalhos nessa área.