



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ELIVELTON PAIVA LOPES

IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

UBÁ
2018

ELIVELTON PAIVA LOPES

IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Msc. Liliane Souza Oliveira Moni.

**UBÁ
2018**

RESUMO

Para um projeto de construção civil atingir o sucesso é necessário o gerenciamento de todos os recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital e etc), que estão sujeitos a limitações e restrições. Hoje o sucesso do planejamento e controle do projeto depende da eficiência do modelo computacional que é utilizado. O planejamento do empreendimento não envolve somente a dimensão tempo, mas também a estimativa de custo para cada uma das atividades. Enquanto a fase de planejamento contempla o processo de decisão, quando são definidos os programas, as metas, os objetivos a serem atingidos e os resultados desejados e atribuídos aos órgãos, a do orçamento considera os insumos e os custos atribuídos aos processos e aos produtos da empresa. Este trabalho apresenta a plataforma BIM como a nova tendência de mercado global para a criação e gestão dos projetos, procurando atender às necessidades e objetivos previamente definidos no planejamento. Neste contexto, o uso do BIM pode proporcionar um projeto mais exato e preciso em todos os aspectos da obra e, conseqüentemente, reduzir a variabilidade no orçamento e aumentar sua velocidade, permitindo a exploração de mais alternativas de projeto. Dessa forma, pretende-se proporcionar respostas aos gerentes de maneira rápida, precisa e de fácil entendimento, possibilitando uma maior visibilidade para o controle das ações no dimensionamento dos recursos necessários à execução da obra.

Palavras-chave: Projetos. Tecnologia. BIM. Compatibilidade.

ABSTRACT

For a construction project to achieve success it is necessary to manage all the resources (materials, labor, equipment and capital and etc.) that are subject to limitations and restrictions. Today's success of project planning and control depends on the efficiency of the computational model that is used. Project planning involves not only the time dimension, but also the cost estimate for each activity. While the planning phase includes the decision-making process, when the programs, goals, objectives to be achieved and desired results are attributed to the agencies, the budget considers the inputs and costs assigned to the company's processes and products . This work presents the BIM platform as the new global market trend for the creation and management of projects, seeking to meet the needs and objectives previously defined in the planning. That in this context, the use of BIM can provide a more accurate and precise design in all aspects of the work and, consequently, reduce variability in the budget and increase its speed, allowing the exploration of more design alternatives. In this way, it is intended to provide managers with answers in a quick, precise and easy-to-understand manner, allowing a greater visibility for the control of the actions in the sizing of the resources required for the execution of the work.

Keywords: Projects. Technology. BIM. Compatibility.

1 INTRODUÇÃO

Hoje cada vez mais se torna realidade a utilização do *Building Information Modeling* (BIM) no mercado da construção civil e com isso possui inúmeros exemplos de sucesso. Através de sua implementação tecnológica, junto ao conhecimento técnico dos profissionais da construção civil é possível atingir melhores resultados em projetos com processos mais colaborativos. Dentre as principais vantagens decorrentes da sua implantação, estão a redução de custos, prazos, erros em documentação e reclamações, além da melhoria da qualidade do produto final, com maior exatidão.

Mesmo com inúmeras vantagens, a abordagem em âmbito nacional está em processo embrionário quando comparada a nível mundial. Mas esse contexto muda a cada dia, à medida que esforços normativos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e exigências de utilização em licitações por parte de órgãos públicos, como o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), fazem com que haja um aceleração à adoção do BIM por parte de construtoras, escritórios de projetos e incorporadoras.

O processo de desenvolvimento tradicional dos projetos de construção civil é extremamente fragmentado, arcaico e pautado em documentação impressa, em que arquitetos, engenheiros e construtores trabalham desconectados, em uma forma segmentada e as relações contratuais não exigem ou não estimulam a colaboração entre os mesmos. As faltas de colaboração, além de erros e omissões decorrentes da comunicação, causam custos inesperados, atrasos e atritos entre as partes envolvidas no projeto. A compatibilização dos projetos se torna uma etapa crítica no processo, que visa identificar e resolver diferentes inconsistências entre os projetos de diferentes disciplinas.

Segundo Melhado (2015), a utilização de softwares em plataforma BIM para compatibilização de projetos se mostra como uma opção para abrandar os problemas da representação convencional, mas a sua implementação apresenta diversas barreiras já que existe uma maneira tradicional de elaboração de projetos. Diversas pesquisas apontam que para obter sucesso na implantação desta plataforma, é obrigatório a colaboração dos envolvidos. A modelagem de sistemas aponta que à primeira vista não interferem nos demais projetos, mas chegam a gerar interferências

devido à natureza da utilização dos espaços em que se encontram e à definição prévia do nível de detalhamento que será utilizado na modelagem.

O propósito deste trabalho é apresentar a importância da plataforma BIM para gestão de projetos na construção civil, a fim de gerar conhecimentos para aplicação em criação e gestão de projetos. A introdução a abordagem da utilização do BIM em território nacional e de comparação entre softwares, demonstrando a otimização de projetos técnicos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Conceito de BIM

O *Building Information Modeling* (BIM), em português, “Modelagem da Informação da Construção”, é o novo conceito quando se trata de projetos para construções. Diferente do desenho usual em 2D, uma mera representação planificada do que será construído, a modelagem com o conceito BIM trabalha com modelos 3D mais fáceis de assimilar e mais fiéis ao produto final. Em uma comparação simples, seria como abandonar a ideia de fazer o planejamento desenhando mapas e trabalhar diretamente com maquetes.

Segundo Eastman *et al.* (2014), BIM é definido como uma tecnologia de modelagem e grupo de processos de produção associados para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. Modelos de construção são caracterizados por:

- Componentes da construção que são representados através de representações digitais (objetos) que carregam gráficos computacionais e dados de atributos que os identificam para aplicativos de softwares, assim como regras de parametrização que permitem que eles sejam manipulados de modo inteligente;
- Componentes que incluem dados que descrevem como eles se comportam, como os necessários para análises e processos de trabalho, como, levantamento quantitativo de materiais, especificações e análise energética;
- Dados consistentes e não redundantes de modo que mudanças nos dados de componentes são representadas em todas as vistas do componente e encaixes dos quais ele faz parte;
- Dados coordenados de modo que todas as vistas do modelo são representadas de modo coordenado.

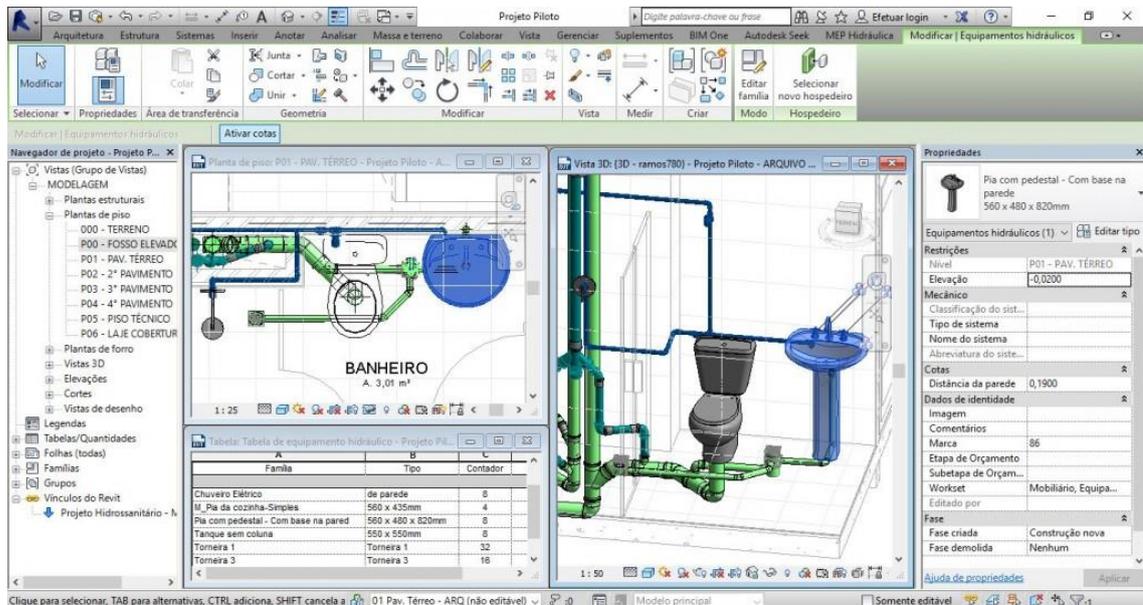
Ainda de acordo com Eastman *et al.* (2014), a tecnologia BIM move a indústria além da atual automação de tarefas de projeto e centralização de processo em papel (CAD 3D, animação, bases de dados conectadas, planilhas e desenhos em CAD 2D) em direção a um fluxo de trabalho integrado e interoperável, em que estas tarefas são

encaixadas em um processo que maximiza a capacidade de computação, comunicação em rede e agregação de dados em informação e conhecimento.

O projeto ideal realizado em BIM deve agregar todas as partes envolvidas no planejamento de uma construção, fornecendo informações aprofundadas sobre cada detalhe da construção e que podem ser utilizadas por todos os envolvidos, desde engenheiros e arquitetos até planejadores e responsáveis pela compra de materiais.

Em um software que aplique o conceito, vários profissionais podem trabalhar no mesmo projeto ao mesmo tempo utilizando o mesmo arquivo, adicionando os dados que competem à sua especialidade e vendo as atualizações no modelo em tempo real, como um dimensionamento hidráulico que se vê na FIG 1.

FIGURA 1 - Tela do software Revit com aplicação de BIM



Fonte: Sienge, 2018¹

Não se trata de facilitar apenas dados como dimensões de paredes e localização de canos hidráulicos e tubos de gás, como também informações relacionadas a tipos e quantidade de insumos e mão de obra utilizados, por exemplo.

Isso quer dizer que, ao modelar uma parede usando o BIM, é possível especificar parâmetros não apenas de espessura, comprimento e altura, mas também, por exemplo, o material do qual será feita a parede, fabricantes de materiais, custos, propriedades térmicas e acústicas, custos envolvidos, dentre outras possibilidades.

¹ www.sienge.com.br

A modelagem BIM é associada à interoperabilidade e compartilhamento de informação. Permite representar, de maneira consistente e coordenada, todas as informações e etapas de um edifício: do estudo preliminar à demolição (LEÃO, 2013).

O BIM apresenta potencial significativo para revolucionar as perspectivas atuais do produto da indústria da construção civil, no que se refere tanto em aspectos de projeto, quanto em termos de execução e operação da edificação.

Para Farr *et al.* (2014), o impacto do BIM é maior na fase conceitual de um projeto, ao passo que suporta uma maior integração e melhor avaliação para decisões de design inicial. Na sequência, o impacto aborda o nível de construção da modelagem, detalhamento, especificações e estimativas de custos, e finalmente, a integração de serviços de engenharia e suporte em novas informações de fluxos de trabalho e integração colaborativa.

De acordo com Takim *et al.* (2013), o BIM é reconhecido como uma tecnologia de gerenciamento que oferece soluções integradas à indústria da construção civil, melhorando a satisfação do cliente em tempo, custo, segurança, qualidade e funcionalidade dos ideais cabíveis aos projetos.

O BIM propicia novas possibilidades e torna processos de projeto automáticos e ágeis. A afirmação implica, portanto, na qualificação e atualização profissional. Excluindo aos poucos do mercado, profissionais que atuam de maneira monótona e apresentam soluções comuns, já reconhecidas e consagradas (DURANTE, 2013).

O método apresenta benefícios significativos, em relação à agilidade de prazo para entrega de edifícios com maior qualidade e melhor desempenho. A ferramenta BIM, uma vez operada em sincronia com as partes relacionadas do projeto (proprietário, arquiteto, engenheiro e construtor), reduz erros e omissões de projeto e modificações em obra, acarretando em um processo de entrega mais eficiente e confiável, que reduz o prazo e propicia um empreendimento menos oneroso (EASTMAN *et al.*, 2014).

2.2 BIM no Brasil

Bueno (2016), explica que o Governo precisa se conscientizar da importância da introdução do BIM em obras públicas. Para isso, é necessário tornar esse modelo de plataforma em seus projetos como se fossem obrigatórios.

É preciso ter a pró-atividade de dar o primeiro passo e adotar o BIM como obrigatório para os projetos do Governo Federal, com a mesma adoção lenta e gradual que foi feita em Singapura. O Governo precisa assumir que as tecnologias atuais com BIM são viáveis de serem implantadas e adotadas pela Administração Pública, para adotá-la de forma mais eficiente no investimento e implantação de obras de infraestrutura de qualidade e com sua implementação dentro dos orçamentos e cronogramas inicialmente previstos. (BUENO, 2016)

Considerando a importância do Brasil na América do Sul e a sua extensão territorial, é fundamental que o país modernize sua indústria e conduza o processo de trabalho da AEC² em ambiente virtual, dentro da América Latina. Além disso, salienta-se a importância de capacitar os profissionais da área ao trabalho na plataforma BIM, caso contrário, especialistas de outros países detentores do conhecimento podem prevalecer no mercado de trabalho em detrimento dos técnicos brasileiros.

A indústria da construção vive um momento de internacionalização de seus projetos e somente através dela será possível formular uma cadeia construtiva de oportunidades crescentes, de imparcialidade e de prosperidade. A introdução de novas tecnologias na construção civil pode trazer inúmeros benefícios em termos de economia de recursos e de tempo. O autor pontua que o Brasil vive um grande dilema: ir à deriva ao encontro do futuro ou moldá-lo à sua maneira. Nesse sentido, o país precisará mudar de postura para se alinhar aos avanços das indústrias de outros países, explica Flanagan (2016).

O Brasil tem as pessoas, as habilidades, mas precisa de uma nova mentalidade para contar na cena mundial. O país tem a maior indústria de construção da América Latina; e ela tem que ter uma visão mais internacional. (FLANAGAN, 2016)

² AEC – Sigla utilizada para Arquitetura, Engenharia e Construção

O BIM provavelmente não solucionará todos os déficits da AEC, mas deve representar um norte na organização correta e fiel dos projetos, o que acarretaria uma grande melhora na organização do setor.

De acordo com Catelani (2016), construtores e empreendedores que pretendem terceirizar projetos de arquitetura e engenharia devem desenvolver diretrizes de modelagem. Dessa forma, deve-se realizar a entrega de um “caderno” com as definições dos objetivos da contratação do modelo parametrizado, como devem ser os parâmetros de organização, quais os sistemas e como esses devem ser classificados.

No caso de contratações públicas, o “caderno” sugerido por Catelani (2016) deve servir de suporte à licitação e ao Termo de Referência elaborado pelos contratantes. As diretrizes podem, posteriormente, tornar-se referência de nível de aceitação de projeto/serviço.

A ideia de normatização e padronização deve ser uma constante de obrigatória preocupação para o Governo. As regras precisam ser claras e factíveis para o perfeito entendimento das contratadas na busca por normatização de procedimentos e diretrizes construtivas. O que existe é um amontoado de legislações de difícil consulta e nenhum lugar compilando e explicando as normativas existentes e nem desenvolvendo as que estão faltando. (BUENO, 2016)

2.2.1 Formalização e normatização do BIM

Segundo Kassem e Amorim (2015), o grau de formalização e normatização dos processos e produtos é diferente em cada país e região. Essa diversidade acontece também quando se estuda as informações técnicas sobre os produtos e processos disponíveis. No Brasil, a estrutura regulatória de processos de projeto e construção é bastante limitada.

Os autores apontam que apenas os processos licitatórios públicos têm uma legislação específica, à exceção de leis que regulamentam as atribuições profissionais e alguns regulamentos voltados à prestação de serviços para órgãos públicos. Dessa forma, a inexistência de leis e decretos relativos ao uso de BIM não causa grande estranhamento dos profissionais envolvidos.

Ainda segundo Kassem e Amorim (2015), a ABNT³ criou, em 2010, uma comissão especial de estudo voltada ao BIM, a ABNT/CEE⁴-134 Modelagem de Informação da Construção, e que, desde então, elaborou três normas:

- ABNT NBR⁵ ISO 12006-2:2010 Construção de edificação – Organização de informação da construção. Parte 2: Estrutura para classificação de informação.
- ABNT NBR 15965-1:2011 Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura.
- ABNT NBR 15965-2:2012 Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção.

Kassem e Amorim (2015), ressaltam que a comissão da ABNT montou um grupo de trabalho para desenvolvimento da normalização dos requisitos de conteúdo para objetos virtuais para uso nos processos BIM e respectivas bibliotecas, mas ainda não publicou nenhum documento.

No governo brasileiro, Kassem e Amorim (2015), pontuam que o processo de formação de preços e contratação de projetos é variado e tem forte influência nas decisões empresariais. Em contradição à proposta inicial do BIM – que preconiza a visão integrada do projeto – no Brasil prevalece a contratação de projetos e obras através de licitação por menor preço ofertado, levando a uma profunda separação entre concepção e execução de obra.

Ainda segundo Kassem e Amorim (2015), o desenvolvimento de projetos integrados é importante para obtenção de melhores resultados de projeto e tem sido o modelo de contratação mais utilizado no exterior. Contudo, nas discussões relativas à nova lei de licitações, as associações técnicas profissionais se posicionaram contrárias a este modelo de contratação. Os autores consideram que impedir completamente a contratação integrada, baseada em critérios técnicos, pode ser contraproducente.

Contudo, deve-se discutir a fundo o assunto e as formas de abordagem da Lei Nº 8666/1993 – Lei de Licitações, de modo a permitir o desenvolvimento de uma lei

³ ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

⁴ CEE – Comissão de Estudo Especial

⁵ NBR – Norma Brasileira

que iniba corrupções, dê oportunidade a pequenas e médias empresas e permita a integração entre projetistas e construtores.

2.2.1 Iniciativas BIM no Brasil

2.2.1.1 Exército Brasileiro

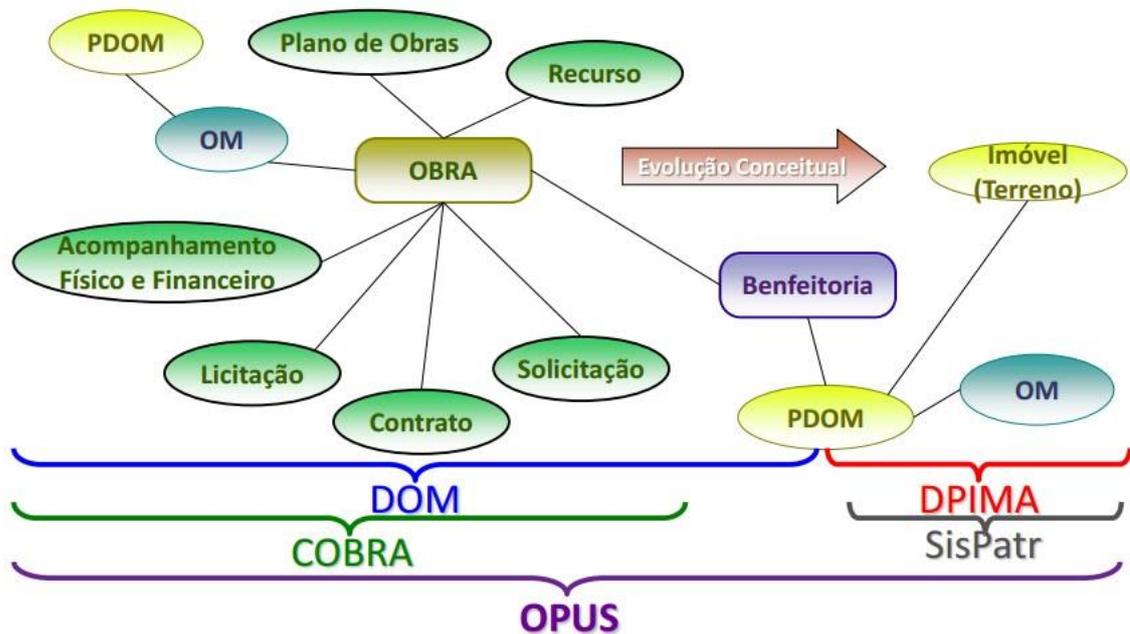
De acordo com Kassem e Amorim (2015), o exército brasileiro é responsável pela gestão de um grande patrimônio imobiliário distribuído por todo o Brasil e em constante processo de mudança.

Percebendo que não havia no mercado um sistema de gestão que atendesse integralmente às suas necessidades, o exército brasileiro, optou por desenvolver internamente o Sistema OPUS – Sistema Unificado de Processos de Obras – concebido esse para gestão do ciclo de vida do ambiente construído.

O OPUS é um sistema integrado para o gerenciamento de fases de resultado do projeto (por exemplo: aquisição, construção, demolição) que inclui informações sobre mais de 16.000 construções, formando um portfólio de ativos administrados pelo exército brasileiro. É um sistema baseado em web onde modelos 2D e 3D de várias fontes e vários formatos que podem ser entrepostos com um mapa no Google usando um sistema de coordenadas. Pela web, permite a troca entre vários níveis detalhados de modelo (3D, 2D, etc) ou na fase de entrega do projeto (construção, demolição, etc).”(KASSEM E AMORIM, 2015).

Kassem e Amorim (2015), explicam que como foi feita a unificação de setores distintos: o Sistema de Controle de Obras e o Sistema de Controle de Patrimônio. A junção das duas funções resultou no OPUS, com ele, as funções anteriores, passaram a trabalhar de forma integrada utilizando o georreferenciamento como base. A FIG. 2 explica como se deu a junção das duas atividades para formação do OPUS.

Figura 2 – Organograma com os componentes do OPUS



Fonte: (CASTRO, 2016)

Castro (2016), explica que a implantação da tecnologia no Exército Brasileiro ocorreu com foco nos aspectos gerenciais da informação. Houve preocupação significativa com a gestão, com a correta aplicação dos recursos e com a neutralidade.

Como no OPUS as solicitações acontecem a todo o momento, houve necessidade de adaptação dos processos e da capacidade de interação entre as partes envolvidas, conforme é possível observar na FIG. 3.

Durante a transição da tecnologia tradicional para o BIM, tanto contratados quanto contratantes precisaram estar unidos pela mesma plataforma. Para viabilizar essa forma de trabalho, os contratos estabelecidos determinaram que todos os projetos fossem desenvolvidos em BIM, para que, posteriormente, houvesse a entrega do produto na íntegra, pronta para integrar a plataforma do Exército explicam Ferreira e Bueno (2014)

Ferreira e Bueno (2014) explicam que, devido à complexidade envolvida, foi necessária a elaboração de “projetos piloto”, ou seja, projetos introdutórios. Esses foram desenvolvidos através de obras pré-selecionadas para a fase experimental com o intuito de treinar os técnicos da organização e realizar melhorias no sistema, visando o aprimoramento da plataforma.

Como os projetos introdutórios foram bem-sucedidos, a utilização do Sistema OPUS passou a ser obrigatória para todas as obras contratadas/ executadas pelo Exército Brasileiro.

Segundo Kassem e Amorim (2015), as maiores dificuldades encontradas pelos gestores do órgão foram relacionadas a resistência por parte dos engenheiros e arquitetos; a reformulação de todo o processo de gestão de projetos e obras; e a falta de interoperabilidade entre as soluções BIM disponíveis no mercado na época, que hoje já se encontra em outro patamar.

2.2.1.2 Secretaria de Planejamento da União (SPU)

A SPU e o Exército Brasileiro estabeleceram o termo de cooperação que resultou no geovisualizador de imóveis da SPU (FIG. 4). O termo possui acesso público e identifica os imóveis da União por meio de um ponto. Luke (2016) salienta que, assim como o exército, a Secretaria pretende no futuro inserir mais informações ligadas às atividades do órgão, assim como dados dos terrenos, dos imóveis e do ciclo de vida da edificação.

Figura 4 – Geovisualizador de imóveis da SPU



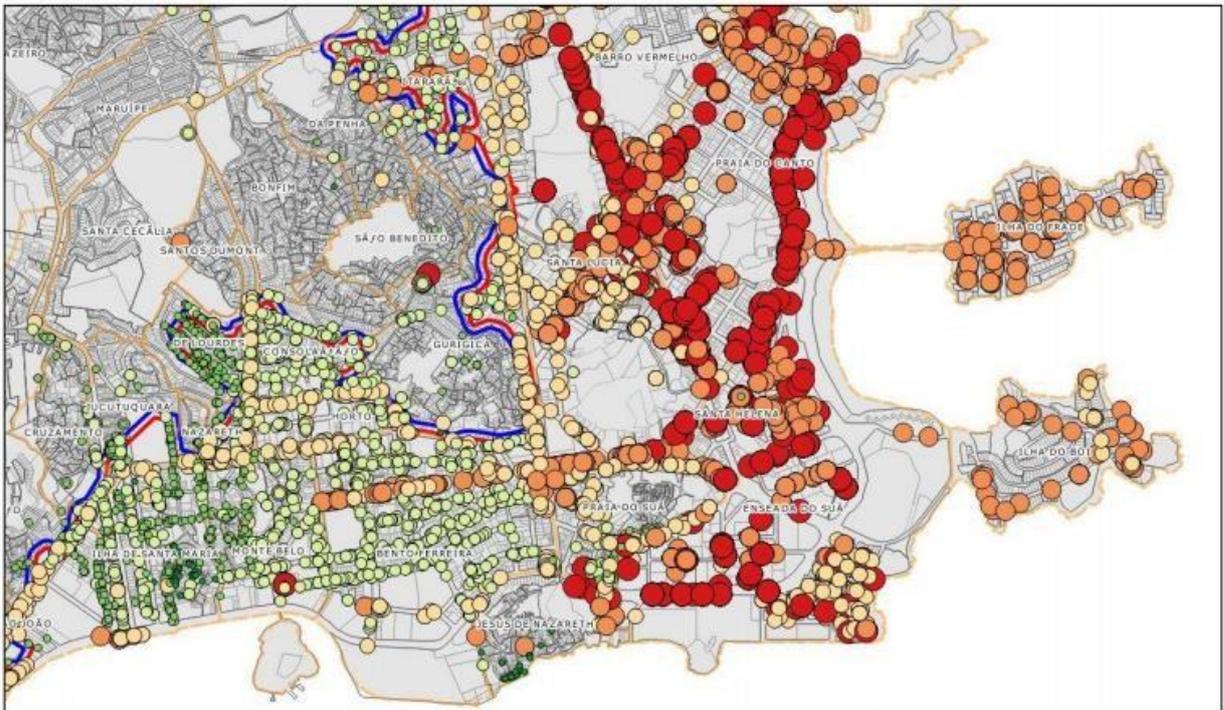
Fonte: (LUKE, 2016)

Luke (2016), explica que a União vem mapeando seus imóveis utilizando tecnologia de superfícies digitais do terreno. O método permite identificar os domínios de terra via satélite e outras tecnologias sem precisar enviar profissionais a campo. Os primeiros locais a serem identificados serão aqueles em que não há dúvidas sobre sua posse, como por margem de rios.

A modelagem de “Predição Morfológica para Identificação de Áreas Alagáveis”, é baseada em Modelos Digitais de Superfície e técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. (LUKE, 2016)

Luke (2016) também destaca que o sistema de gestão geoespacial da SPU realiza o cruzamento de base de dados e sistema de patrimônio para identificar, em mapa, imóveis e seus respectivos valores de acordo com cada região. Na FIG. 5, os pontos vermelhos estão associados a imóvel de valor mais alto, como centros comerciais. As áreas residenciais de médio padrão são representadas por pontos laranja.

Figura 5 – Sistema de gestão espacial da SPU



Fonte: (LUKE, 2016)

O refinamento cartográfico realizado aumenta a precisão espacial das informações, possibilitando a análise dos cadastros existentes, o cruzamento de informações urbanísticas que compõe a avaliação dos imóveis e a receita estimada para cada segmento geográfico. (LUKE, 2016)

2.2.1.3 Estado de Santa Catarina

Segundo Pessato (2016), Santa Catarina foi o primeiro estado brasileiro, através da Secretaria de Saúde, órgão da Administração Direta, a lançar editais para contratação de projetos em BIM e a utilizar a tecnologia na análise de quesitos técnicos ligados à qualidade e ao desenvolvimento de projetos utilizando um software com aplicação BIM para essa avaliação. A iniciativa foi considerada inovadora na medida em que permite a desburocratização a automatização via software da análise de requisitos técnicos em processos de licitação por técnica e preço.

De acordo com Silva (2015), o primeiro projeto elaborado em BIM no Estado foi o “Instituto de Cardiologia de Santa Catarina”. O projeto foi contratado pela Lei nº. 12.462/2011 – Regime Diferenciado de Contratação –, por meio de empreitada por

preço global. O primeiro desafio encontrado foi a exigência, na licitação, de equipe e gerente (de projeto) para viabilizar a coordenação e a gestão do fluxo de projeto. Em seguida, exigiu-se, no quesito técnica, o envio do padrão IFC⁶ desenvolvido pela empresa para análise em software. Cada quesito teve valor de 50 pontos – num total de 100 pontos – para a análise da empresa vencedora.

Silva (2015), explica que, na primeira licitação, houve uma série de erros relacionados à contradição na aplicação de termos, ao excesso de exigências e documentos, a generalização de restrições e ao caderno de BIM no edital. A equipe técnica foi ao máximo de discussões jurídicas, técnicas para aperfeiçoar o modelo. Contudo, a primeira tentativa foi cancelada para reedição. Então na segunda tentativa o “Caderno de Apresentação de Projetos em BIM” foi retirado da licitação, servindo como um conteúdo explicativo.

Silva (2015), explica a importância da exigência, em licitação, da compatibilização de todas as disciplinas. Outro ponto levantado foi a inclusão de um Estudo Preliminar em BIM como parte da licitação, devendo a empresa vencedora ser responsável pela “continuação do modelo”. Para viabilizar a estrutura foi criado o LaBIM-SC – laboratório, formado por profissionais da engenharia do Estado, responsável pelo desenvolvimento, melhoramento e inovação em BIM – para determinar os padrões de qualidade exigidos pelo Estado.

Segundo Pessato (2016), em 2015, a secretaria publicou um caderno que traz procedimentos para o desenvolvimento de projetos em BIM. Este é utilizado como anexo em editais para contratação de projetos desenvolvidos por meio dessa tecnologia. No mesmo ano, houve a criação do “laboratório BIM” do Estado, atuando na readequação dos projetos arquitetônicos e complementares de CRAS⁷, estruturação do projeto de reforma e ampliação do Hemosc⁸, em Florianópolis, e na elaboração do projeto de ampliação da Fundação Catarinense de Educação Especial.

Com a combinação do conceito e de ações práticas será possível estruturar a ideia dentro do Governo do Estado. Comparando 2014 para hoje a gente evoluiu muito por conta de ações colaborativas e coordenadas com outros estados que nos permitiu fazer trocas. Modelagem da informação é muito

⁶ IFC - É um formato de dados que tem a finalidade de permitir o intercâmbio de um modelo informativo sem perda ou distorção de dados ou informações

⁷ CRAS - Centros de Referência de Assistência Social

⁸ HEMOSC - Centro de Hematologia e Hemoterapia de Santa Catarina

mais gestão. O nível de consciência, de conhecimento do que nós podemos fazer aumentou. Antes agente apenas vislumbrava a ideia de que é possível fazer um projeto melhor que vai refletir em uma obra, hoje, o Estado tem condições de fazer uma gestão muito mais organizada de seus projetos e obras que vão refletir no uso de suas edificações. (PESSATO,2016)

Segundo Silva (2015), o BIM é estratégico para o Estado de Santa Catarina por permitir a geração de novos negócios e novos empregos, a ampliação do portfólio de empresas nacionais de TI, a aplicação do conceito de sustentabilidade de forma mais efetiva, a agilidade na análise de projetos pelos órgãos de análise (Corpo de Bombeiros, Vigilância Sanitária, Órgão Ambiental e Prefeituras) e para atrair novos investidores (desburocratização e transparência).

2.2.2 Difusão do BIM no Brasil

Para Kassem e Amorim (2015), existem duas formas dar início ao desenvolvimento do BIM. A primeira consiste em utilizar a introdução da tecnologia como uma estratégia governamental – como ocorreu no Reino Unido e na França – e a segunda, através de objetivos autônomos impostos pelas principais organizações estatais, como na Finlândia, Noruega e Holanda.

Nos exemplos da França e do Reino Unido, a disseminação da tecnologia ocorreu a partir de uma diretriz vinda do topo para a base (pressão coercitiva) como medida para acelerar e desencadear o uso do BIM. Os autores ressaltam que os respectivos governos utilizaram um “método por etapas”, tanto em termos de tempo da delegação quanto do nível de uso do Modelo.

Considerando que o Brasil é um país de grande extensão territorial, a introdução de vários atos líderes para o desenvolvimento do BIM é fundamental. Deve-se, por outro lado, buscar formas de padronizar os recursos existentes. Segundo Kassem e Amorim (2015), o desenvolvimento de normas e protocolos no Brasil começou no ano de 2015, eles compreendem os princípios de gerenciamento de informação que se aplicam a todos os ativos (construções e infraestrutura), tanto em novos edifícios quanto em renovações.

Os autores explicam que os termos de referência ainda são a melhor forma de balizar a qualidade dos projetos nos países onde a ferramenta é obrigatória. Nesse sentido, os estudos de casos pilotos apontam que em formas tradicionais de contratos,

os requisitos do Modelo são incluídos nos protocolos do BIM de cada país e adaptados às circunstâncias do empreendimento, fazendo parte dos documentos contratuais daquele projeto.

Segundo Kassem e Amorim (2015), a medição do desempenho em BIM é a primeira etapa que leva ao controle, ao aprimoramento e à otimização da tecnologia e deve ser considerada como a principal ferramenta a ser utilizada entre indivíduos, organização e projetos. Os autores explicam que a disponibilidade de indicadores para a medição dos desempenhos deve se tornar base de qualquer forma de certificação e credenciamento. Nesse sentido é fundamental considerar as condicionantes e as particularidades de cada caso específico.

A pesquisa desenvolvida por Kassem e Amorim (2015), aponta que o Brasil se encontra no estágio inicial de seis dos oito requisitos componentes da política BIM, conforme QUADRO 1.

Quadro 1 – Indicadores dos componentes da política do BIM no contexto Internacional

		PAÍS						
		RU	FR	HO	FI	NO	BR	
Componentes da política do BIM	Estratégia, visão e marco							NÃO EXISTENTE
	Padrões, protocolos e guias							
	Motivadores e promotores							INICIADO
	Resultados padronizados							
	Marco regulatório							DESENVOLVIMENTO EM ANDAMENTO
	Medidas e otimização							
	Educação e aprendizado							BEM DESENVOLVIDO
	Infraestrutura de tecnologia *							

Fonte: (KASSEM e AMORIM, 2015)

O país, devido aos esforços da Diretoria de Obras Militares (DOM), destaca-se no quesito infraestrutura e tecnologia através de seu sistema de gerenciamento de projetos baseado no OPUS. Os autores explicam que a disponibilidade de uma

estrutura de Tecnologia da Informação eficiente é considerada como um progresso significativo no Brasil se comparado a outros países.

Todos os países estudados nos quais o BIM é obrigatório e, em particular, na Finlândia e na Noruega, fizeram um trabalho prévio de testes de tecnologias BIM em projetos, que foram frequentemente realizados em iniciativas público-privadas. Adicionalmente, variáveis como o tamanho relativamente pequeno de tais países, o investimento de décadas na construção de pesquisas em TI, as licitações de obras públicas realizadas por um número pequeno de organizações governamentais, e o fato do setor privado ter absorvido os recursos necessários para adquirir os projetos de construção usando BIM e padrões abertos. Isso justifica o contexto que permitiu a exigência da utilização do BIM na Finlândia e na Noruega (KASSEM e AMORIM, 2015).

Kassem e Amorim (2015), pontuam que a construção civil no Brasil representa 2% da indústria mundial. Levando em conta que os contratos públicos são assinados por vários órgãos governamentais, departamentos e organizações, distribuídos central e regionalmente, tem-se o desafio de tornas as instituições públicas aptas a “educar”, incentivar e envolver os clientes e as cadeias de fornecimento a produzir componentes e materiais padronizados segundo os critérios das bibliotecas BIM. Os autores ressaltam que, conforme relatórios da “*The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*”, no Brasil, a utilização de BIM na indústria foca no controle de custos na fase da construção em vez da colaboração com os proprietários.

Por fim, os autores recomendam as seguintes ações como estratégia de difusão do BIM:

Incluir objetivos do BIM como parte de uma “estratégia de construção” ou “visão” nacional e oficial. Os objetivos do BIM, explicitamente incorporados na política nacional, são normalmente comunicados e recebidos mais efetivamente que os objetivos autônomos. Kassem e Amorim (2015), explicam que a estrutura dos ministérios do Governo brasileiro, em que as responsabilidades pela indústria de construção são divididas entre o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), o Ministério das Cidades (MCidades) e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), representa um desafio para a formulação de uma estratégia de construção. Uma determinação em conjunto sobre os objetivos do BIM, assinada pelos três ministérios, pode ser uma abordagem significativa e efetiva;

Tornar o BIM obrigatório de forma gradual (em estágios) em projetos adquiridos pelo Governo Federal. A abordagem em estágios consiste em quatro dimensões: prazo de exigência, valor do projeto, fase do projeto e tipo de projeto. Os autores exemplificam essa abordagem com o QUADRO 2:

Quadro 2 - Proposta de método para a consolidação do BIM no Brasil

	ANO	
	2016	2018
Tipo e tamanho de ativo	Projetos de moradia, escolas e hospitais financiados pelo governo federal com valor maior que R\$ 3 milhões	Todos os projetos financiados pelo governo federal com valor maior que R\$3 milhões
Fase do projeto	Da concepção à construção	Da concepção à operação
Estágio de uso do BIM	Colaboração BIM baseada em arquivo compartilhado*	Colaboração BIM baseada em arquivo compartilhado
Tipo de projeto	Novas construções	Novas construções e reformas

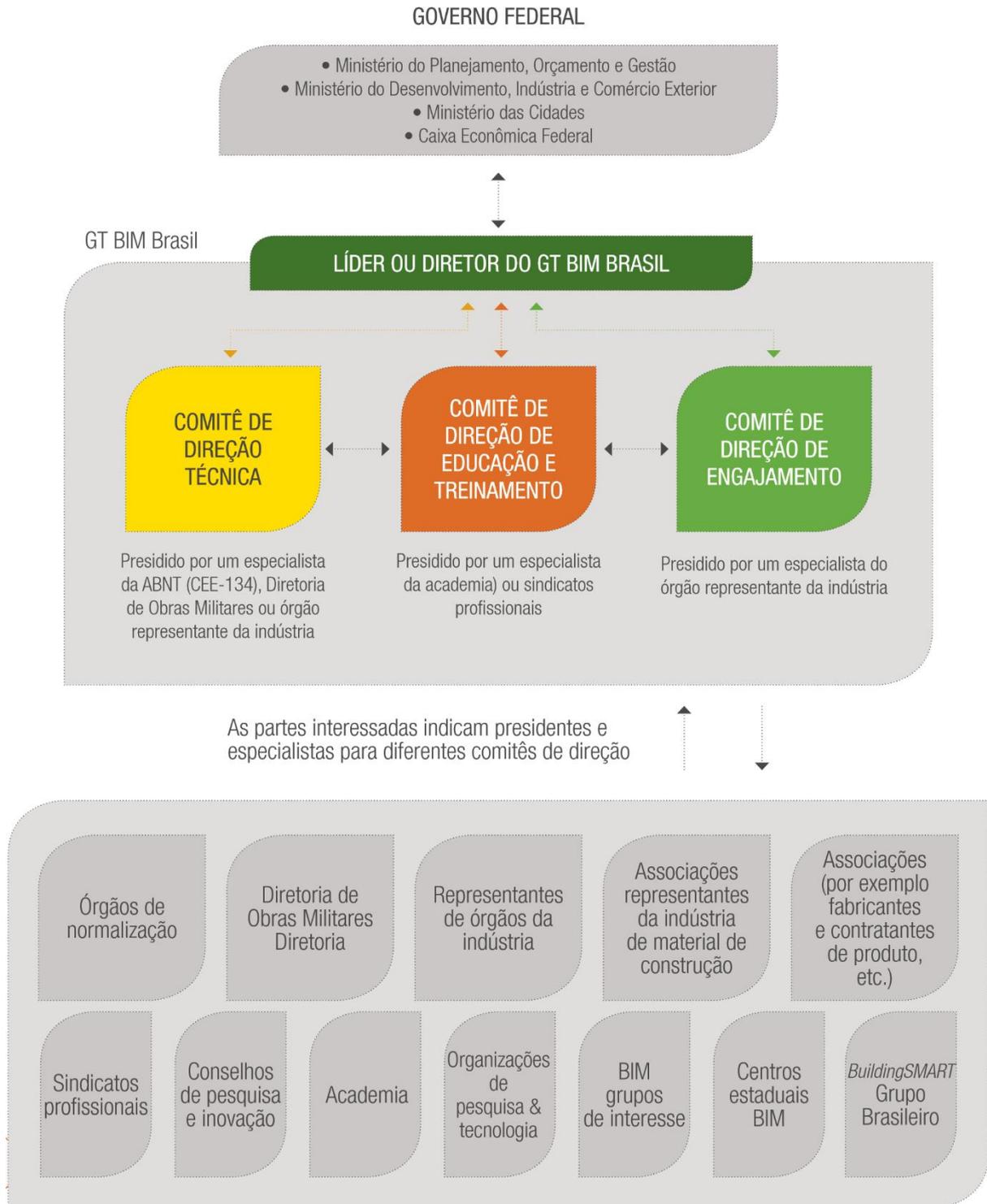
Fonte: (KASSEM e AMORIM, 2015)

Assim como ocorreu no Governo de Singapura, o Governo Federal planeja introduzir a exigência da tecnologia de forma gradual. Os estágios de implantação devem ser resumidos em: prazo de exigência, valor do projeto, fase do projeto e tipo de projeto.

Kassem e Amorim (2015), reconhecem que para consolidação das estratégias descritas acima será necessária a criação de normas, guias e protocolos, a criação de atores líderes em BIM, arcabouço regulatório e a obrigatoriedade de utilização do modelo. Os autores explicam que, nos países estudados, os protocolos e guias BIM foram desenvolvidos por equipes multidisciplinares compostas de líderes do setor público, profissionais da cadeia de fornecimento da construção de empresas jurídicas, de software, e de tecnologia.

Outra estratégia de consolidação do BIM no Brasil é a criação de um grupo de trabalho – GT BIM Brasil – com objetivo de estabelecer uma rede de atores líderes com “poder de decisão” e “responsabilidades voluntárias”. O líder ou diretor do GT BIM Brasil pode ser um representante de qualquer uma das organizações incluídas na FIG. 6.

Figura 6 - Organograma do GT BIM Brasil



Fonte: (KASSEM e AMORIM, 2015)

Os autores ainda ressaltam que o GT BIM Brasil deve contar com seis objetivos principais:

- Desenvolver e promover protocolos, guias e outras normas técnicas necessárias para a implementação do BIM;
- Garantir o engajamento da indústria com a política do BIM em nível Estadual e Federal;
- Promover o fornecimento de uma infraestrutura de tecnologia adequada para a aquisição pública de projetos BIM com suporte de organizações de tecnologia e pesquisa;
- Definir um plano de ação (contendo requerimentos e objetivos) sobre aprendizado e treinamento em BIM com foco no ensino superior, especialistas vocacionais e ensino técnico;
- Disponibilizar financiamento para pesquisa e desenvolvimento de projetos em BIM;
- Influenciar a definição de incentivos, através de desonerações fiscais para a implementação de tecnologias BIM em organizações e para o treinamento de recursos humanos em BIM.

Em breve, deve ser incluída, nos objetivos do GT, a criação de um grupo brasileiro do “buildingSMART” para a construção e o fortalecimento de padrões abertos (softwares) BIM. Kassem e Amorim (2015), ressaltam que o fortalecimento das bibliotecas digitais deve contar com o apoio de fabricantes e especificadores. Nesse sentido, com o apoio do MDIC/ABDI/DEC - Exército está sendo desenvolvida uma biblioteca digital BIM. Os métodos para torná-la autossuficiente ainda estão em desenvolvimento.

2.3 Plataformas CAD e BIM

Hoje com a enorme aceitação do BIM, existem inúmeros softwares que podem se integrar ao BIM. Neste trabalho para melhor comparação apresentaremos os softwares AutoCAD, Revit e NavisWorks, ambos da Autodesk, pois segundo Cardoso *et al.* (2013) são os softwares mais usados atualmente no mercado.

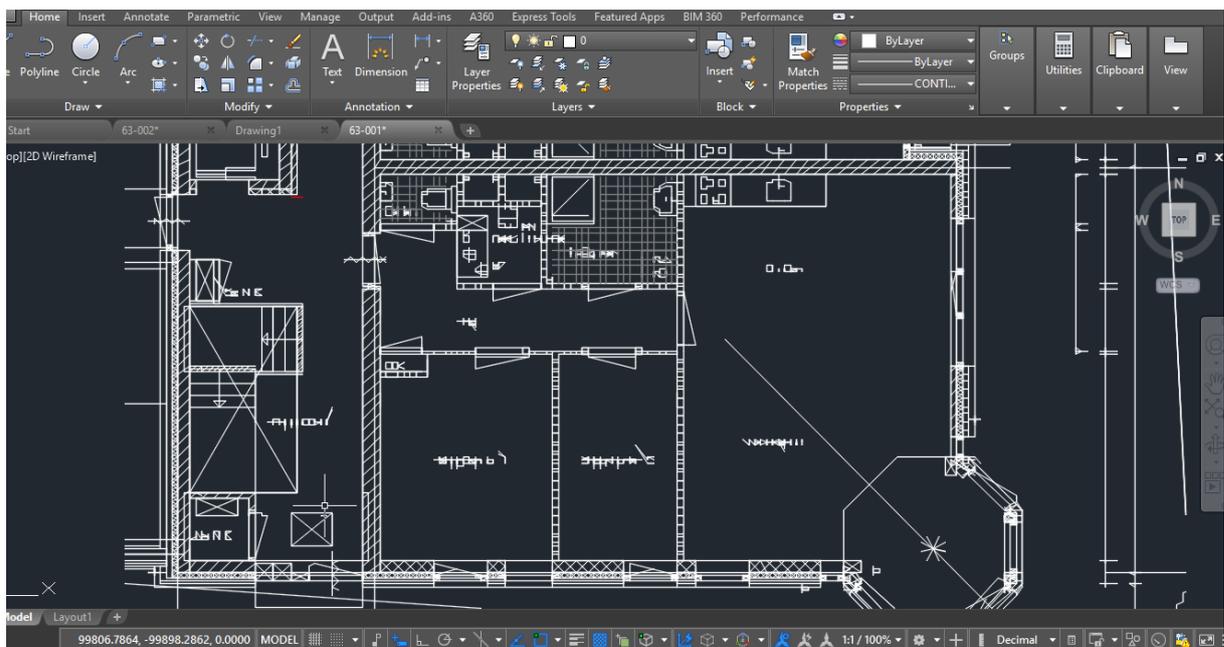
2.3.1 AutoCAD (Autodesk, 1981)

Segundo Amaral (2010), a partir de 1980, com a elaboração do Computador Pessoal (PC), pela IBM, o mundo profissional se inclinou a esta classe de computadores. Tanto que a Autodesk, em novembro de 1981, lançou no mercado a primeira plataforma CAD destinado para PCs, o AutoCAD.

Ainda segundo Amaral (2010), o AutoCAD é uma plataforma que funciona por diversas instruções, inseridas pelo usuário através do teclado ou mouse em sua interface gráfica, que criam blocos de desenho de tal forma que represente graficamente a necessidade de expor um objeto de acordo com seu projeto. Os arquivos gerados pelo programa são basicamente .dwg e .dwt⁹, apesar de possuir outros menos utilizados. Mas também, pode-se importar arquivos do tipo 3D Studio, provenientes do 3D Studio Max também da Autodesk.

Para Araújo (2011), a plataforma é prioritária para o desenho técnico, agrupando diferentes funcionalidades, demonstrando representação de blocos em 2D e sólidos em 3D conforme FIG. 7, mas não incluem informações técnicas necessárias para uma compatibilidade com outros projetos.

Figura 7 – Interface AutoCAD



Fonte: Autodesk, 2018¹⁰

⁹ .dwg e .dwt são extensões de arquivos de desenho 2D e 3D simples nativa do AutoCAD.

¹⁰ www.autodesk.com.br

2.3.2 Revit (PTC, 1997; Autodesk, 2002)

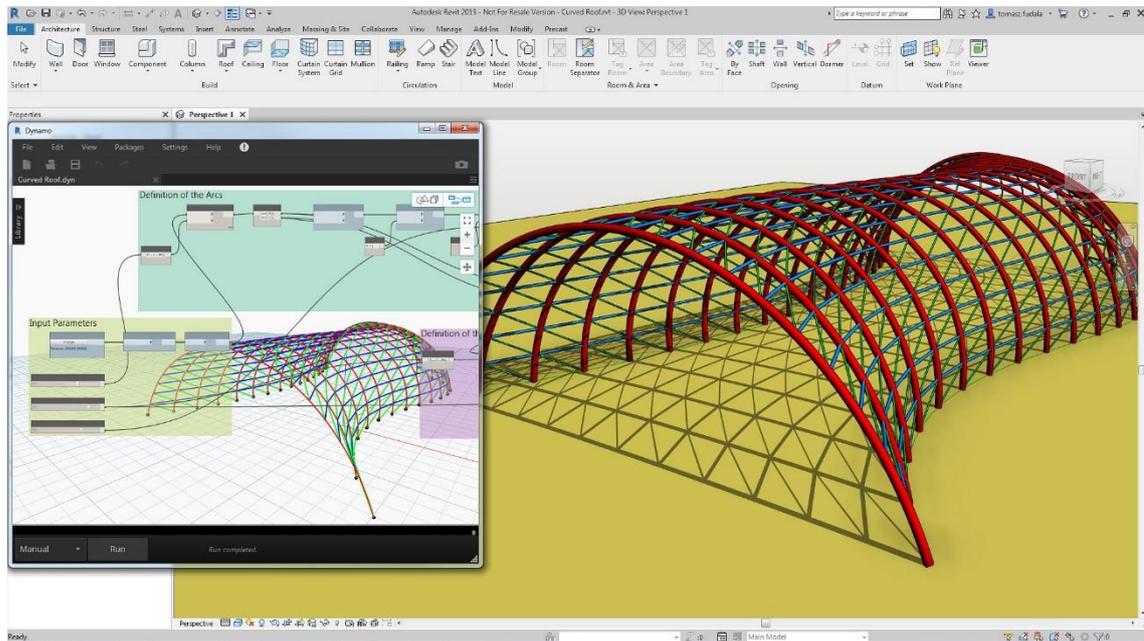
Cardoso (2013), cita que em 1997 um grupo de alunos do *Massachusetts Institute of Technology* conjunto a ex-funcionários da *Parametric Technologies Corporation*, fundaram a empresa *Revit Technologies Corporation*, que revolucionou o mercado com a criação do Revit. Esse software apresentou um grande diferencial por ser a primeira plataforma de modelagem de edifícios paramétricos no mercado naquele momento.

Em 2002, a Revit Technology Corporation foi comprada pela Autodesk. Este software foi construído especificamente para colaborar na qualidade e eficiência dos projetos em BIM; apresentando versões do aplicativo para projetos de arquitetura, hidrossanitários, elétricos e estruturais sendo estes Autodesk Revit Architecture, Autodesk Revit MEP e Autodesk Revit Structure, respectivamente (CARDOSO, 2013).

De acordo com Alves (2012), Revit permite que o usuário projete qualquer edificação e seus componentes em 3D, elabore e acesse as informações desta construção a partir de um banco de dados de modelos. Além disso, permite o uso de ferramentas para acompanhar as fases do ciclo de vida da obra, desde a concepção até a demolição.

Revit apresenta desvantagens quanto à limitação no trabalho com arquivos maiores, escassez de ferramentas de desenho quando comparado a outros softwares, e o tempo despendido na criação de elementos nas famílias, afirma Alves (2012). Os produtos gerados no Revit são planos, seções, elevações e legendas interligados, de modo que se o usuário tiver necessidade de alterar um ponto de vista, os outros são atualizados instantaneamente conforme FIG. 8. O programa permite a especificação exata geográfica da localização da obra, tornando útil o âmbito de geração de sombras e penumbras reais, em caso de estudos solares e percursos virtuais. Também é possível utilizar as chamadas de detalhe para geração de vistas com níveis de escala de visualização maiores. Um recurso apontado como expressivo no Revit são as tabelas de informações dos elementos de um projeto. É possível, através destas, extrair qualquer informação para outros softwares.

Figura 8 – Interface Revit



Fonte: Autodesk, 2018¹¹

2.3.3 Navisworks (Autodesk, 2012)

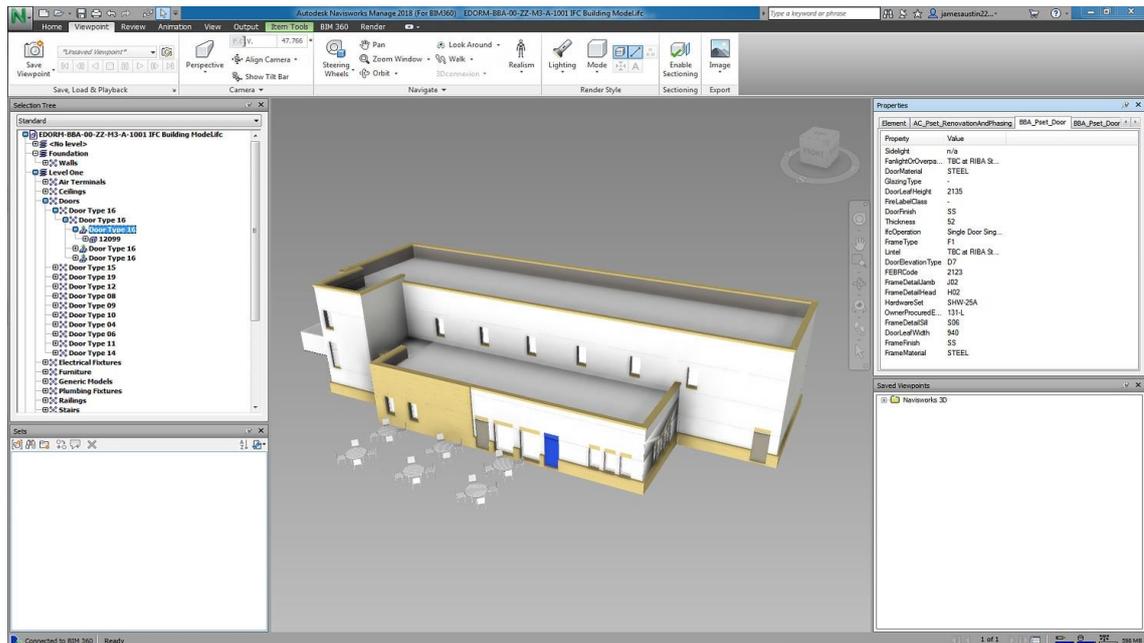
O Autodesk® Navisworks® é um software direcionado à gestão e simulação da obra, de modo a auxiliar a arquitetura, engenharia e construção profissional. Possui ferramentas abrangentes, que permitem a coordenação, simulação, construção e análise de um projeto completo de modo a realizar o gerenciamento da construção (ALVES, 2012).

O Navisworks integra, compartilha e realiza a previsão de modelos gravados em diversos formatos, contendo todos os detalhes e especificidades do projeto. Através de suas ferramentas de integração é possível melhorar a coordenação da equipe, resolver conflitos projetuais e projetar planos exatos antes da construção ou iniciação da reforma conforme demonstrado na FIG. 9, acrescenta Alves (2012).

A Autodesk distribui três versões da plataforma, Navisworks Freedom, Navisworks Manage e Navisworks Simulate, que incluem funcionalidades que executam a simulação e otimizam e gestão de uma construção ou reforma.

¹¹ www.autodesk.com.br

Figura 9 – Interface Navisworks



Fonte: Autodesk, 2018¹².

O Navisworks cria principalmente tabelas completas, custo, animação e visualização que auxiliam os usuários na demonstração do projeto, de modo a simular a construção e gerar uma previsibilidade. Esta ferramenta ajuda os profissionais responsáveis pelos projetos e construções a prever problemas graves antes do início da construção, minimizando prejuízos, atrasos e retrabalhos (ALVES, 2012).

2.4 Diferenciando CAD e BIM

Os arquivos originados por CAD são normalmente linhas geométricas básicas e simples, competindo ao projetista interpretar e atribuir significado às linhas e outros elementos. Na documentação BIM há aprimoramento e separação nas informações de qualquer edificação, quando se trata de um modelo virtual de um empreendimento afirma Ayres e Scheer (2007).

Mesmo com a evolução oriunda do emprego do CAD, o modo de projetar e construir não apresentou evoluções significativas. As ferramentas de desenho foram transferidas para o computador, diminuindo erros, tempo e proporcionando maior trabalhabilidade. Em suma, o processo ficou menos moroso, mas o resultado final se manteve somente para fins representativos.

¹² www.autodesk.com.br

As ferramentas mais utilizadas pelos projetistas consistem em sistemas CAD, decorrente do desenvolvimento de softwares que atuam nesse sistema. Todavia o processo BIM vem ganhando espaço de forma rápida e ampla (CZMOCH e PEKALA, 2014).

Enquanto os softwares baseados no sistema CAD, as alterações de projeto devem ser corrigidas manualmente, os softwares BIM permitem e executam alterações dinâmicas no modelo. As visualizações de informações podem ocorrer através da tecnologia tridimensional com modificações automáticas, interativas e exatas em todos os tipos de vista. Nesse contexto, as informações são armazenadas e sincronizados automaticamente entre qualquer usuário e o gerenciamento é feito através de ferramentas computacionais e não através de usuários que antes executavam as ações manualmente afirma Hilgenberg *et al.* (2012).

Em relação a interoperabilidade computacional, os diferentes softwares CAD propiciam facilidades na transferência de arquivos. Enquanto isso, os softwares BIM possuem restrições de acessibilidade e compatibilidade, apesar da crescente busca pela ampliação do uso do sistema e compartilhamento completo das informações (HILGENBERG *et al.*, 2012).

No entanto, apesar das vantagens e potencial, a implementação da Modelagem da Informação da Construção envolve uma variedade de barreiras e processos organizacionais que tendem a influenciar a resistência em usar o BIM, baseado em questões técnicas ou econômicas (HILGENBERG *et al.*, 2012).

O principal obstáculo se refere à complexidade dos programas BIM, quando comparado com o sistema CAD. Ao passo que apresenta uma diversidade de parâmetros e exige conhecimento específico, o aprendizado se torna um tanto moroso. Outro empecilho é a não cooperação das informações para formatos mais usuais, como o .dwg, por exemplo. Os softwares BIM, em sua generalidade, trabalham com a extensão .ifc, um formato particular de documentação (EASTMAN *et al.*, 2014).

O emprego da Modelagem da Informação da Construção pela indústria AEC é embasado na nova geração de ferramentas CAD, embora não se limite a isto. De acordo com Hilgenberg *et al.* (2012), os primeiros softwares lançados

no mercado foram o Allplan e o ArchiCAD na década de 80. Há ainda, entre outros mais recentes, os softwares Bentley, Solibri, Robot, Navisworks e o Revit como exemplo de ferramenta BIM. O programa Revit teve criação na década de 90, e posteriormente foi comprado e difundido pela Autodesk. Atualmente a ferramenta é uma das referências no conceito BIM (COSTA *et al.*, 2015).

Nas últimas décadas se desencadeou um crescente interesse do ramo AEC no uso de modelagem BIM, devido aos benefícios e economia de recursos durante o projeto, planejamento e construção de edificações. Os benefícios do BIM estão na consistência e visualização do modelo, estimativas de custos precisas, detecção de conflitos e uma implementação com melhor colaboração das partes interessadas. Por outro lado, os desafios remetem à mudança de método de trabalho, resistência aos sistemas dos novos softwares, e o tempo necessário para adaptação ao novo processo. (VOLK *et al.*, 2013).

De acordo com a Autodesk (2017), as ferramentas BIM mais renomadas, têm sua interface composta pelos setores de Arquitetura, Estrutura, Mecânica, Elétrica e Hidráulica, compartilhando modelos sincronizados. O conjunto possui atributos que possibilitam a modelagem de componentes construtivos, simulação e análise de estruturas e sistemas, bem como a colaboração de projetos de áreas diferentes. Deste modo, é possível acabar com interferências e retrabalho. A ferramenta possibilita ainda, uma melhor comunicação através de visualizações mais eficazes para seus proprietários e demais membros da equipe envolvida.

Oposto ao sistema CAD, que contém elementos denominado blocos, a ferramenta BIM apresenta objetos, usualmente, caracterizados como famílias. Esses objetos armazenam informações técnicas particulares dos materiais de construção. Com isso, a ferramenta tem a capacidade de fornecer cortes e elevações, tabelas de esquadrias, acabamentos, áreas e também estimativas de cálculo e custos da obra de forma integrada. Então, é possível acompanhar minuciosamente o andamento de um projeto da fase preliminar, até a representação final com modelagem 3D.

Campos Neto *et al.* (2012), realizou estudos que concluíram que o BIM pode reduzir em duas vezes o tempo de realização de projetos de engenharia em infraestrutura. Cita ainda que uma única pessoa, com conhecimento prévio do sistema, consegue obter um rol de informações maior do que um conjunto de três pessoas que elaboram um mesmo projeto através do método tradicional.

Resultados de uma análise empírica realizada na China sugerem que atualmente as diferenças econômicas entre projetos são a razão para a implementação do BIM. O estudo observou ainda que o tipo de projeto está significativamente associado ao emprego do BIM. Adicionalmente, as organizações de projetos de empresas que atuam no ramo governamental geralmente têm motivos mais fortes para implementar o BIM. Este fato se deve a ampliação da imagem pública da empresa e aos benefícios constatados (CAO *et al.*, 2016).

As principais vantagens propiciadas pela ferramenta BIM, consistem na eliminação do retrabalho e ganho na qualidade na informação disponibilizada (EASTMAN *et al.*, 2014).

3 CONCLUSÃO

O BIM se mostra como uma tendência em termos de gestão na construção civil desde o planejamento, construção, manutenção e término de um empreendimento, sendo apontado como o método mais assertivo em termos técnicos gerais do projeto seja na construção de uma edificação ou em uma reforma.

No termo técnico, a integração de todos os dados permite que a compatibilidade de todos os projetos (Arquitetônico, Estrutural, Elétrico, Hidráulico) sejam totalmente sincronizados, evitando erros desde a compra dos itens à execução da obra, o que evita também assim incalculáveis prejuízos tanto materiais quanto à perda de tempo com retrabalhos. Ainda, viabilizando o termo técnico, o BIM se difunde de uma maneira mais tendenciosa pela possibilidade de trabalho de vários profissionais de áreas diferentes em um mesmo projeto, sem a necessidade de repasse manuais de dados a outros profissionais, já que a plataforma é totalmente integrada. Ainda, é possível ter diversos profissionais diferentes trabalhando em pontos distantes, como em países diferentes em um mesmo projeto em tempo real. Isso torna o BIM uma plataforma para projetos inquestionavelmente prática e viável.

Observa-se também que apesar da grande difusão do BIM no mundo e até no Brasil, no âmbito nacional o mesmo ainda precisa ser melhor desenvolvido e adotado. Com a adoção do BIM nos projetos da construção civil, é inquestionável o nível de fidelidade da documentação de um empreendimento, em que a instituição que o adota estará significativamente mais organizada que as demais, garantindo, assim, a entrega de um produto final fiel ao inicialmente planejado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.M.; GUIMARAES, M.P.; TANNUS, S.P. **Análise de viabilidade de projeto para implantação de uma academia esportiva baseada no conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (GUIA PMBOK)**. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1-16 p. Bento Gonçalves, RS, 15 a 18 de outubro de 2012. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_sto_164_957_20853.pdf (Acesso em: 11/08/2018).

AMARAL, R.D.C.; PINA FILHO, A.C.; **A evolução do CAD e sua aplicação em Projetos de Engenharia**. In: **Nono Simpósio de Mecânica Computacional**, 2010, São João Del Rei, MG, p. 1-8 Anais... São João Del Rei, 2010.

ARAUJO, T. T., HIPPERT, M. A.; ABDALLA, J. G. **Diretrizes para elaboração de Projetos de Manutenção usando a tecnologia BIM**. In: 2º SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2011, Rio de Janeiro, p. 749-758. Anais... Rio de Janeiro, 2011.

AUTODESK. Products. **Revit Family**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com>>. (Acesso em: 11/08/2018).

AYRES FILHO, C.; SCHEER, S. **Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico**. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. Curitiba, 2007.

BUENO, Willian. **GSA, Criada para ser referência**. Instituto de Obras Públicas. 2016. Disponível em: <https://iop.org.br/2016/08/24/gsacriadaparaserreferencia/> (Acesso em 11/08/2018).

CAMPOS NETO, S. *et al.* **Estudo comparativo de ferramentas computacionais que utilizam tecnologia BIM para desenvolvimento de projetos de engenharia civil**. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém, 2012.

CAO, D. *et al.* **Identifying and contextualising the motivations for BIM implementation in construction projects: An empirical study in China**. International Journal of Project Management, Elsevier, 2016.

CASTRO, Roberto Portela de. **Seminário OPUS: O BIM no exército brasileiro**. Seminário BIM de Obras Públicas. 2016. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/eventos/2016/seminario-bim-de-obras-publicas/apresentacoes/4-spu-seminario-bim-roberto-opus.pdf/view> (Acesso em: 11/08/2018).

CARDOSO, Pedro. **Softwares BIM: Desvendando suas vantagens**. Congresso Nacional de Engenharia Civil. Rio de Janeiro, 2013.

CATELANI, Wilton Silva. **Encontre seu modelo**. Revista Técnica, São Paulo, ano 24, n. 234, p.12-16, set. 2016. Entrevista a Nathalia Barboza.

COSTA, G. C. L. R.; FIGUEIREDO, S. H.; RIBEIRO, S. E. C. **Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM**. Revista de Ensino de Engenharia, 2015.

CZMOCH, I.; PEKALA, A. **Tradicional design versus BIM based design**. In: Procedia Engineering, Elsevier, 2014.

DURANTE, F. K. **O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos**: Gerente BIM, Londrina, PR: UEL, 2013.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1.ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014.

FARR, E. R. P.; PIROOZ FAR, P. A. E.; ROBINSON, D. **BIM as a generic configurator for facilitation of customisation in the AEC industry**. In: Automation in Construction, Elsevier, 2014.

FERREIRA, E; BUENO, W. **Artigo: IPO e Exército discutem os rumos da Engenharia no âmbito da Administração Pública**. Instituto de Obras Públicas, Governança Colaborativa, Brasília, dez. 2014. Disponível em: <https://iop.org.br/2014/12/22/iop-e-exercito-discutem-os-rumos-da-engenharia-noambito-da-administracao-publica/>. (Acesso em: 11/08/2018)

FLANAGAN, Roger. **O dilema da internacionalização de projetos**. Revista Técnica, São Paulo, ano 25, n. 238, p.08-09, jan. 2016. Entrevista a Gustavo Curcio.

HILGENBERG, F. B.; SCHEER, S.; AYRES FILHO, C. **Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba**. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos. São Paulo, SP: USP, 2012.

LEÃO, M. Aulas. **Tecnologias BIM na gestão de empreendimentos na construção civil**. Sinop: FACET - UNEMAT, 2013.

LUKE, Washington. **Seminário: Tecnologia BIM aplicada nos Projetos da SPU**. Seminário BIM de Obras Públicas. 2016. Disponível em : <http://www.planejamento.gov.br/eventos/2016/seminario-bim-de-obras-publicas/apresentacoes/1-spu-seminario-bim-luke-apresentacao.pdf/view> (Acesso em: 11/08/2018)

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2015.

PESSATO, Rosália Dors. **Seminário sobre BIM reúne centenas de profissionais em Florianópolis**. Notícia, Florianópolis - SC, nov. 2016. Disponível em:

<http://www.spg.sc.gov.br/noticias/1661-seminario-sobre-bimreune-centenas-de-profissionais-em-florianopolis> (Acesso em: 11/08/2018)

SILVA, Fernando Augusto de Corrêa. **Artigo: As lições de Singapura: para vencer barreiras na implementação do BIM, setor público foi quem tomou a liderança.** Revista Construção Mercado. PINI, São Paulo, n. 171, out. 2015. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/171/artigo364801-1.aspx>. (Acesso em: 11/08/2018)

Takim, R.; Harris, M.; Nawawi, A. H. **Building Information Modeling (BIM):** A new paradigm for quality of life within Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. Procedia – Social and Behavioral Sciences, Elsevier, 2013.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. **Building Information Modeling (BIM) for existing buildings** – literature review and futures needs. Automation in Construction, Elsevier, 2013.