



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

LAURA MENEGAZ SOTÉRIO

VINÍCIUS CARDOSO MACHADO

**ANÁLISE DA DISSEMINAÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO SETOR DA
CONSTRUÇÃO CIVIL VOLTADO PARA FASE DE GESTÃO E PLANEJAMENTO**

Tubarão

2018

LAURA MENEGAZ SOTÉRIO
VINÍCIUS CARDOSO MACHADO

**ANÁLISE DA DISSEMINAÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO SETOR DA
CONSTRUÇÃO CIVIL VOLTADO PARA FASE DE GESTÃO E PLANEJAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito
parcial à obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Prof. Gil Felix Madalena, Esp.

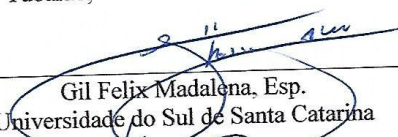
Tubarão
2018

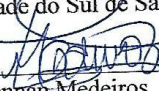
LAURA MENEGAZ SOTÉRIO
VINÍCIUS CARDOSO MACHADO

**ANÁLISE DA DISSEMINAÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO SETOR DA
CONSTRUÇÃO CIVIL VOLTADO PARA FASE DE GESTÃO E
PLANEJAMENTO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 30 de Novembro de 2018.


Gil Felix Madalena, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina


Rennan Medeiros, MSc
Universidade do Sul de Santa Catarina


Daiana Savian da Silva, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedicamos este trabalho a todos que nos ajudaram a realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de começar agradecendo aos nossos pais, pelo apoio incondicional em nossa trajetória até aqui. A eles o nosso muito obrigado.

Aos nossos professores, Dr. Gilson Rocha Reynaldo e MSc. Rennan Medeiros, que nos deram todo o suporte para a realização deste trabalho.

Ao nosso orientador, Esp. Gil Felix Madalena, agradecemos todo o tempo dedicado a nós em conversas, materiais compartilhados, conhecimento técnico em prol da colaboração neste trabalho e também por acreditar em nosso potencial.

A esta universidade e todos os professores que participaram da nossa formação acadêmica e procuraram compartilhar o máximo de seus conhecimentos conosco.

E por fim, mas não menos importante, a todos aqueles que de forma direta ou indireta fizeram parte da nossa caminhada pessoal e acadêmica. A todos, de coração, o nosso muito obrigado!

“Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.” (Steve Jobs)

RESUMO

A utilização de sistemas inteligentes voltados para a prática unificada está cada vez mais se tornando um grande diferencial na fase de planejamento e em todo o ciclo de vida de um empreendimento. O BIM (*Building Information Modeling*) é um conjunto de informações mantidas no decorrer de todas as etapas de uma obra. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as etapas de utilização dessa plataforma voltadas para a fase de planejamento e gestão de obras. O trabalho enfatizou a análise na utilização do BIM 3D, 4D e 5D, fazendo uso de softwares para tal como ferramentas de gestão e planejamento. Foi possível obter uma visão geral de mercado atual, quanto aos métodos utilizados de gestão e planejamento sem a tecnologia BIM e uma projeção futura de mercado para uso das ferramentas BIM. É de grande importância adotar novas tecnologias junto aos processos construtivos, através dos sistemas BIM é possível a obtenção de redução dos custos, maior produtividade e qualidade em empreendimentos no setor da construção civil.

Palavras-chave: Plataforma BIM; Planejamento; Construção Civil; Revit; Navisworks.

ABSTRACT

The use of intelligent, practice-oriented systems is increasingly becoming a major differentiator in the planning phase and throughout the life cycle of an enterprise. BIM (Building Information Modeling) is a set of information that does not exist at all stages of a work. This research is such a review of steps from startup platform to a planning phase. The work is based on an analysis of the use of BIM 3D, 4D and 5D, making use of software for such as management tools. Be a cutting edge, current marketing with planning tools without a technology and a future market projection for the use of BIM tools. The great capacity to realize new technologies in the construction processes, through the use of BIM systems, it is possible to reduce costs, increase productivity and quality in projects in the civil construction sector.

Keywords: Platform BIM; Planning; Building Construction; Revit; Navisworks.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – EAP árvore hierárquica	20
Figura 2 - EAP Analítica	21
Figura 3 - Gráfico de Gantt	23
Figura 4 - Cronograma	23
Figura 5 - Os diversos níveis do BIM	24
Figura 6 - O ciclo de vida de um modelo BIM.....	25
Figura 7 – 25 diferentes usos para o BIM	30
Figura 8 - Resultados de pesquisa específica, realizada <i>pela PenState University</i> , sobre frequência de uso e benefícios percebidos, em empresas Americanas.....	31
Figura 9 - Os 42 processos previstos para a gestão de projetos, que compreendem 9 (nove) disciplinas, divididos pelas 5 (cinco) fases típicas, de acordo com o PMI - <i>Project Management Institute</i>	33
Figura 10 - Fluxo de Processos	34
Figura 11 - Plataformas BIM 2015.....	35
Figura 12 - Plataformas BIM 4D.....	36
Figura 13 - BIM 4D.....	37
Figura 14 - Softwares Planejamento.....	38
Figura 15 - Atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas	41
Figura 16 - Ambientes da edificação.....	45
Figura 17 - Planta baixa do térreo	46
Figura 18 - Planta baixa do pavimento tipo.....	47
Figura 19 - Processos construtivo das principais etapas da obra.....	48
Figura 20 – Criação de módulos no Revit (a) Criação dos pilares estruturais; (b) Criação das paredes; (c) Criação dos pisos; (d) Criação portas e janelas; (e) Criação dos forros.	50
Figura 21 - Modelagem da planta de piso térreo no Revit	52
Figura 22 - Modelagem da planta de piso pavimento tipo no Revit.....	53
Figura 23 - Elevações geradas no Revit	53
Figura 24 - Cortes da construção gerados no Revit.....	54
Figura 25 – Vista 3D do projeto gerada no Revit.....	54
Figura 26 - Estrutura Analítica do Projeto (EAP)	55
Figura 27 - Cronograma geral da obra criado no Ms Project	56
Figura 28 - Modelo 3D Revit sendo exportado para o Navisworks	57

Figura 29 - Cronograma de atividades e custos feitos no Ms Project sendo exportados para o Navisworks	58
Figura 30 - Visão geral do projeto (modelagem 3D, cronograma e custos) no Navisworks ...	58
Figura 31 – Simulação da construção no Navisworks (a) e (b).....	59

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

2D - Duas dimensões.

3D - Três dimensões.

4D - Quadro dimensões.

5D - Cinco dimensões.

6D - Seis dimensões.

7D - Sete dimensões.

8D - Oito dimensões.

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção.

BIM - “*Building Information Modeling*” (Modelo de Informação da Construção ou Modelagem de Informação da Construção).

CAD - “*Computer Aided Design*” (Desenho por Auxílio de Computador).

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

DOM - Diretoria de Obras Militares.

EAP - Estrutura Analítica do Projeto.

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

SINICON - Sindicato Nacional da Indústria da Construção Pesada

TCPO - Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	14
1.2	OBJETIVO	15
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DA PESQUISA	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	CENÁRIO BRASILEIRO	17
2.2	MÉTODO CONVENCIONAL DE PLANEJAMENTO PARA OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.3	CONCEITO DE BIM	23
3	METODOLOGIA.....	40
3.1	A PESQUISA CIENTIFICA	40
3.2	O TIPO DE PESQUISA REALIZADA	40
3.3	ORGANIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	40
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE CASO	42
4.1	LEVANTAMENTO DAS FERRAMENTAS BIM ADERENTES AO FLUXO DE TRABALHO	42
4.2	SELEÇÃO DAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS COM AS FERRAMENTAS BIM SELECIONADAS	43
4.3	APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS BIM ÀS ATIVIDADES SELECIONADAS ...	45
4.4	CENÁRIO FUTURO	60
5	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o alto desperdício, atrasos no cronograma e a baixa produtividade são fatores que interferem significativamente no processo de execução de uma construção. Muitos desses problemas são causados pela ineficiência na comunicação e transmissão de informações entre os funcionários ainda na fase de planejamento da obra.

Um projeto bem estruturado, com informações bem definidas e compatibilizadas, melhoraria gradativamente os atributos já citados, gerando benefícios não somente ao construtor/empreendedor, mas também para toda a sociedade.

A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) trata-se de um novo paradigma na indústria da Construção Civil. A inovação pelo sistema BIM aperfeiçoa os processos em todo o ciclo de vida de um empreendimento.

Dessa forma, o BIM representa uma nova metodologia capaz de melhorar os processos de planejamento e gestão da construção, trazendo benefícios em todas as etapas de um empreendimento.

Essa tecnologia consiste na construção de um modelo virtual da obra, onde todas as informações dos elementos que a compõem estão associadas aos objetos que fazem parte do modelo tridimensional, formando uma representação fiel da construção, sem que haja perda de dados importantes do projeto.

Quando bem adotado, o BIM facilita processos de construção mais integrados, resultando em uma melhor qualidade da obra, com um tempo reduzido da duração do projeto bem como em um menor custo.

Considerando os pontos mencionados anteriormente, esse trabalho enfatiza a análise das etapas de utilização da plataforma BIM no planejamento da construção BIM 4D e BIM 5D.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

No momento econômico e político em que o país se encontra, políticas de gestão e planejamento foram cada vez mais aprimoradas e implantadas por construtoras e ou incorporadoras de médio e grande porte, sabendo de sua importância para o sucesso financeiro de um empreendimento.

Desta forma, para as empresas se manterem competitivas no mercado, passaram a investir na etapa de planejar, a fim de terem um melhor gerenciamento de todo o

empreendimento. Planejar e gerir significa controlar gastos, estimar prazos, diminuir erros e assim evitar gastos desnecessários.

Considerando que milhões de reais são investidos em um empreendimento, projetar cada etapa antes de realizá-lo, é muito importante para garantir maior rentabilidade à obra.

De outro lado, torna-se difícil tal processo, já que, construtoras apresentam falhas que implicam na realização da integração de processos e informações. Essas falhas são comumente devido a falta da etapa detalhada de planejamento, inexistência do controle de prazos, má gestão dos recursos aplicados, inexistência de integração entre cada projeto, e tantos mais. Ocasionalmente assim, através desses fatores, resultados como o descumprimento nos prazos, a redução nos lucros e, o mais agravante, o prejuízo.

Para reduzir tais problemas e facilitar a compatibilização de projetos, empresas passaram a investir em tecnologias, uma delas, a plataforma BIM.

A compatibilização de projetos utilizando essa tecnologia permite uma melhor visualização como um todo logo na fase de projeto, evitando retrabalhos desnecessários, e dessa forma, permitindo um melhor rendimento e planejamentos mais assertivos.

Apesar de a nova tecnologia apresentar grandes benefícios, não são todas as empresas que aderem a essa plataforma. Algumas ainda vem trabalhando com o método convencional, utilizando planilhas orçamentárias e gestão da obra através de softwares não integrados.

Um dos principais motivos da não adesão da plataforma está relacionado com a questão financeira, além da falta de profissionais especializados, o que gera gastos tanto para adquirir a plataforma, quanto para a especialização dos profissionais na área. Sendo assim, o cenário brasileiro atualmente está dividido entre as empresas de grande porte que passaram a utilizar a plataforma e as empresas de médio e pequeno porte, que vem ainda trabalhando pelo método convencional.

A partir do que foi exposto acima, determina-se como questão de pesquisa quais serão as principais etapas e processos para a utilização do BIM nas fases de gestão e planejamento em empresas da construção Civil?

1.2 OBJETIVO

Este item apresenta os objetivos a serem alcançados, sendo o objetivo geral uma visão mais ampla sobre o tema.

1.2.1 Objetivo geral

Investigar o processo de utilização e implementação da plataforma BIM na área da Construção Civil, voltado para a fase de planejamento e gestão de obras.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Descrever o cenário brasileiro com relação ao planejamento e gestão de obras;
- b) Identificar o método convencional de planejamento para obras na construção civil;
- c) Analisar o conceito de BIM;
- d) Benefícios e dificuldades da plataforma BIM;
- e) Investigar a implementação da plataforma BIM em empresas de construção civil;
- f) Projeção de mercado para o futuro.

1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DA PESQUISA

A plataforma BIM é uma ferramenta atual e que possibilita aos profissionais da área a realização de projetos com a necessária otimização, permitindo, sobretudo, economia em todos os aspectos relativos à construção. Nesse sentido, esses resultados conferem a relevância social da pesquisa realizada.

Simultaneamente, de posse das informações obtidas com o estudo, empresas de engenharia, engenheiros e construtores poderão ter subsídios para seus projetos e professores e acadêmicos de cursos da área, poderão realizar novas discussões e sugerirem, a partir delas, outras pesquisas e encaminhamentos, o que constitui a importância científica do estudo feito.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CENÁRIO BRASILEIRO

Temos conhecimento que nos últimos cinco anos a construção civil anda em baixa, onde os problemas políticos e econômicos são os principais motivos para o cenário de crise em que o setor tem passado. Dados do Sindicato Nacional da Indústria da Construção Pesada (SINICON) em parceria com a LCA Consultores, mostram que o seguimento civil apresentou a maior queda dentre os setores da economia no país, no ano de 2017. A crise econômica da qual passamos, fez com que as margens de lucros caíssem. Devido a esse episódio, as construtoras passaram a entender melhor a importância de controlar o setor financeiro de suas empresas, evidenciando a importância do investimento e da qualificação no setor de gestão e planejamento de obras (DUTRA, 2017).

O resultado conforme o cenário descrito do setor não poderia ser diferente. Segundo dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP) e divulgados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), mais de um milhão de pessoas nessa área perderam seus respectivos empregos (DUTRA, 2017).

De forma geral no Brasil, o conhecimento adquirido de quem constrói se dá pelas obras anteriores nas quais se trabalhou, custos baseados nessas experiências, ao invés de um orçamento bem detalhado por uma engenharia de custos bem elaborada (PELIZZA, 2018).

Foi durante os anos 80, que o setor da construção civil e arquitetura passaram por grandes mudanças, através do surgimento de softwares de desenho, assistido por Computador ou *Computer Aided Desig*, mais conhecidos pela abreviatura CAD. Já em 2003, o mercado teve conhecimento do surgimento do BIM, podendo ser traduzido tanto como Modelo de Informação da Construção, quanto Modelagem de Informação da Construção. Entretanto, sua disseminação pelo mundo foi efetiva a partir do evento chamado de *BIM Storm*, realizado em Los Angeles (EUA) no ano de 2008, batizado de o Woodstock da Engenharia (BAIA, 2015).

Com o BIM, durante o processo de elaboração de um projeto passa a ser mais importante as informações do que os desenhos, já que no sistema BIM as informações geradas, são mantidas durante todo o ciclo de vida do empreendimento. Nele o modelo do projeto gerado no computador se torna mais completo e detalhado, trazendo o processo real para o virtual com muito mais precisão. Essa se torna a principal diferença entre o CAD e o BIM.

A partir de um evento realizado na cidade de São Paulo em setembro de 2013, chamado de “Caminhos para inovação na construção e implantação BIM”, chegou-se à conclusão de que o BIM “será inevitavelmente a ferramenta do futuro para se conceber e construir, onde todos acessarão, de forma integrada e colaborativa, todas as informações de qualquer lugar a qualquer hora”. Ao final do evento, para a implantação do BIM foi recomendado pela organização, que, as empresas nacionais primeiramente buscassem maiores detalhes e informação sobre a metodologia BIM. Segundamente, definir um objetivo a ser alcançado de acordo com o seu negócio (incorporação, projeto, construção, fabricação, gerenciamento, consultoria, etc.). E por fim, iniciar a aplicação com casos práticos, visando se familiarizar com esta nova cultura; e, finalmente, promover a ampliação do escopo de aplicação do BIM de forma consistente e sustentada (BAIA, 2015).

Esse impulso à implementação da plataforma BIM no mercado brasileiro atualmente, aconteceu devido a exigência do mesmo, quanto ao cumprimento de prazos e orçamentos de um empreendimento, para qual é necessário estudos e ferramentas de maior detalhamento.

2.2 MÉTODO CONVENCIONAL DE PLANEJAMENTO PARA OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O planejamento de projetos na construção civil sempre esteve atrelado a um sistema de produção 2D, onde o profissional transcreve a obra a ser edificada através de processos de planificação da forma desejada que se converte no desenho técnico. No entanto, este sistema de produção existente desde os primórdios da construção civil se apresenta com uma série de fatores que o tornam extremamente suscetíveis ao erro: desde a falha que gera compatibilização de projetos até uma má interpretação da forma arquitetônica desejada. Atualmente o distanciamento entre projeto e construção só aumentou à medida em que os projetos demandam cada vez mais representações complexas para serem enviadas aos canteiros de obras (EASTMAN et al., 2014 Apud BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016).

Atualmente, o processo de implementação de uma edificação é fragmentado e depende de formas de comunicação baseadas em papel. Erros e omissões nos documentos em papel frequentemente resultam em custos imprevistos, atrasos e eventuais litígios judiciais entre os vários participantes de um empreendimento... Um dos problemas mais comuns associados à comunicação baseada em papel durante a fase de projeto é o tempo considerável e o gasto requerido para gerar informações críticas para a avaliação de uma proposta de projeto, incluindo estimativas de custo, análise de uso de energia, detalhes estruturais, etc. Essas

análises normalmente são feitas por último, quando já é muito tarde para fazer modificações significativas. (EASTMAN et al., 2014, p.19).

O tradicional processo de gestão da construção demanda uma compilação e análise de dados volumosos, que muitas vezes não consegue alcançar um controle eficaz no acompanhamento da obra. Além dos riscos envolvidos nas dificuldades de monitoramento, esse processo é bastante custoso, repetitivo e suscetível a erros, especialmente na gestão de projetos. Atualmente grande parte da detecção de interferência entre as diversas disciplinas de projeto são executadas manualmente por meio de sobreposição de desenhos, usando ferramentas tradicionais de CAD 2D para sobrepor camadas (EASTMAN, 2014 Apud BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016).

As etapas do processo de planejamento de uma obra seguem passos bem definidos, assim descritos por Mattos (2010, p. 45), “É quase uma receita de bolo”. Em cada etapa, coletam-se elementos das etapas anteriores e a eles se agrega algo.

Desta forma, um roteiro de planejamento contém os seguintes passos: identificação das atividades, definição das durações, definição da precedência, montagem do diagrama de rede, identificação do caminho crítico, geração do cronograma e cálculo das folgas e tem por sua vez, o objetivo da elaboração gradual do planejamento (MATTOS, 2010).

O primeiro passo consiste no mapeamento de todas as atividades que integrarão o planejamento, por meio da elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), ou do inglês *WBS (Work Breakdown Structure)*. Assim descrito:

A maneira mais utilizada de identificar as atividades é através da elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP). A EAP é uma decomposição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipe para atingir os objetivos do projeto. Além disso, organiza e define o escopo total do projeto e subdivide o trabalho do projeto em partes menores e mais facilmente gerenciáveis. (BAIA, 2015, p. 30).

A EAP pode ser dividida em Entregas, Pacotes de Trabalho e o último nível, o de Tarefas ou Atividades. A estruturação da EAP fica a critério do planejador (a), de tal forma, para facilitar o seu controle, medições e andamento desejável da obra.

Desta forma, a EAP é uma das ferramentas mais importantes do planejamento, pois objetiva dividir o projeto em componentes de tamanho adequado e, assim, permite que seja detalhado, metodizado a elaboração de estimativas de recursos, contemplando todo o escopo (LIMMER, 1996 Apud BAIA, 2015).

A forma de apresentação de uma EAP apresenta variantes, tais como:

Árvore: Segundo Baia (2015 p.12) “A estruturação da EAP é no formato de árvore hierárquica, onde o topo é considerado apenas o projeto como um todo, e na medida em que a EAP é desenrolada, os componentes vão se subdividindo, facilitando na atribuição de duração para cada componente da obra.”.

Figura 1 – EAP árvore hierárquica



Fonte: MATTOS, 2010.

Quando finalizada e bem estruturada, a EAP se assemelha a um fluxograma (conforme figura 1), onde todos os elementos são conectados logicamente, o excesso é evitado e nenhum elemento crítico é deixado de lado (BAIA, 2015).

Analítica: De acordo com Mattos (2010, p. 64) “A EAP analítica geralmente vem associada a uma numeração lógica, segundo a qual cada novo nível ganha um dígito a mais. A EAP analítica presta-se muito bem para relatórios.”. De acordo com a figura 2.

Figura 2 - EAP Analítica

		Modo da	EDT	Predecessoras	Nome da Tarefa	Nomes dos recursos	Custo	% concluída
1			1		▲ Construção Casa 50m² MCMV		R\$ 21.900,00	8%
2			1.1		▲ Fundação - Radier		R\$ 2.000,00	100%
3			1.1.1		Acerto Compactação Terreno	equipe radier	R\$ 500,00	100%
4			1.1.2	3	Fôrma	equipe radier	R\$ 250,00	100%
5			1.1.3	4	Instalações Sub	equipe radier	R\$ 250,00	100%
6			1.1.4	5	Lona	equipe radier	R\$ 250,00	100%
7			1.1.5	6	Armadura	equipe radier	R\$ 250,00	100%
8			1.1.6	7	Concreto	equipe radier	R\$ 500,00	100%
9			1.2		▲ Alvenaria		R\$ 2.400,00	0%
10			1.2.1	8TI+7 dias	Marcação	equipe pedreiro 1	R\$ 160,00	0%
11			1.2.2	10	Execução	equipe pedreiro 1	R\$ 1.600,00	0%
12			1.2.3	17TI+3 dias	Oitão/Eitão	equipe pedreiro 2	R\$ 640,00	0%
13			1.3		▲ Laje		R\$ 800,00	0%
14			1.3.1	11	Trilhos/Lajotas	equipe pedreiro 1	R\$ 160,00	0%
15			1.3.2	14	Escoras	equipe pedreiro 1	R\$ 160,00	0%
16			1.3.3	15	Instalações Elétricas/Armadura	equipe pedreiro 1	R\$ 160,00	0%
17			1.3.4	16	Concreto	equipe pedreiro 1	R\$ 320,00	0%

Fonte: autores (2018).

A etapa seguinte tem como principal objetivo definir as durações de cada atividade, assim decomposta na EAP. Para Mattos, (2010, p.47) “toda a atividade do cronograma precisa ter uma duração associada a ela. A duração é a quantidade de tempo — em horas, dias, semanas ou meses — que a atividade leva para ser executada.”. Segundo o mesmo autor (p.47), “a duração depende, portanto, da quantidade de serviço, da produtividade e da quantidade de recursos alocados. Essas três grandezas estão matematicamente relacionadas entre si”.

Definição da precedência, ou, a predecessora de cada atividade é a relação de interligação das mesmas, definidas e sequenciadas pelo planejador, em sua ordem cronológica da execução das atividades.

Consiste na sequenciação das atividades. A precedência é a dependência entre as atividades (“quem vem antes de quem”), com base na metodologia construtiva da obra. Analisando-se a particularidade dos serviços e a sequência executiva das operações, o planejador define o inter-relacionamento entre as atividades, criando a espinha dorsal lógica do cronograma. Nessa fase, é importante que a equipe da obra chegue a um consenso sobre a lógica construtiva — o plano de ataque da obra, o relacionamento entre as atividades, a sequência de serviços mais coerente e exequível — para que o cronograma faça sentido. (id ibid., p. 48).

Nessa etapa fica evidente a importância da comunicação da equipe, nivelamento das informações (planejador (a) perante a equipe), e o método construtivo bem definido e difundido.

Predecessoras foram descritas por Mattos, (2010, p.49) como sendo, “para cada atividade são atribuídas suas predecessoras imediatas, isto é, aquelas atividades que são

condição necessária para que a atividade em questão possa ser desempenhada. Em regra, uma atividade só pode ser iniciada quando sua predecessora tiver sido concluída (relação término-início)”.

Desta forma, depois de criada a sequenciação das atividades na ordem de execução, com a sua respectiva duração, tem-se a próxima etapa que é a montagem de um diagrama de rede, por meio da representação gráfica das atividades e suas precedências.

Precedência é a relação em que uma atividade é realizada para que a outra possa ser executada. Por exemplo, para que uma parede de alvenaria seja rebocada, ela primeiramente deve estar feita (BAIA, 2015).

Segundo a mesma autora, (p. 34) “A montagem do diagrama vem após a verificação de precedência de cada atividade. O diagrama apresenta o conjunto de atividades, sequenciadas de acordo com sua precedente. Para a elaboração do diagrama, é fundamental que esteja identificada a EAP, definindo as relações entre as atividades e calculado as durações”.

Com o diagrama pronto, a identificação do caminho crítico e cálculo de folgas é a próxima etapa a ser abordada para obtenção da duração total do projeto.

O caminho crítico é assim abordado por Mattos, (2010, p.51) “a sequência de atividades que produz o tempo mais longo é aquela que define o prazo total do projeto. A essas atividades dá-se o nome de atividades críticas e o caminho que as une constitui o caminho crítico, o qual é representado no diagrama por um traço mais forte ou duplo.”.

Tal importância é a sua influência no prazo do projeto, já que o atraso nessas atividades representará o atraso do mesmo. Em contrapartida, o ganho de tempo representará redução no prazo do projeto. Monitorar tais atividades é uma das principais tarefas do planejamento (MATTOS, 2015).

O cálculo de folgas se dá através das atividades que não fazem parte do caminho crítico. Essas atividades podem ter suas datas de início e término alteradas, conforme a necessidade do planejador (a) para manter seus prazos dentro do cronograma inicial (BAIA, 2015).

O cronograma é o produto final do planejamento, sua representação se dá em forma de gráfico de Gantt, ou do inglês *Gantt Chart*, assim definido no Guia PMBOK, (2013, p.548): “um gráfico de barras com informações do cronograma em que as atividades são listadas no eixo vertical, as datas são mostradas no eixo horizontal, e as durações das atividades aparecem como barras horizontais posicionadas de acordo com as datas de início e término.”. Assim disposto na figura 3.

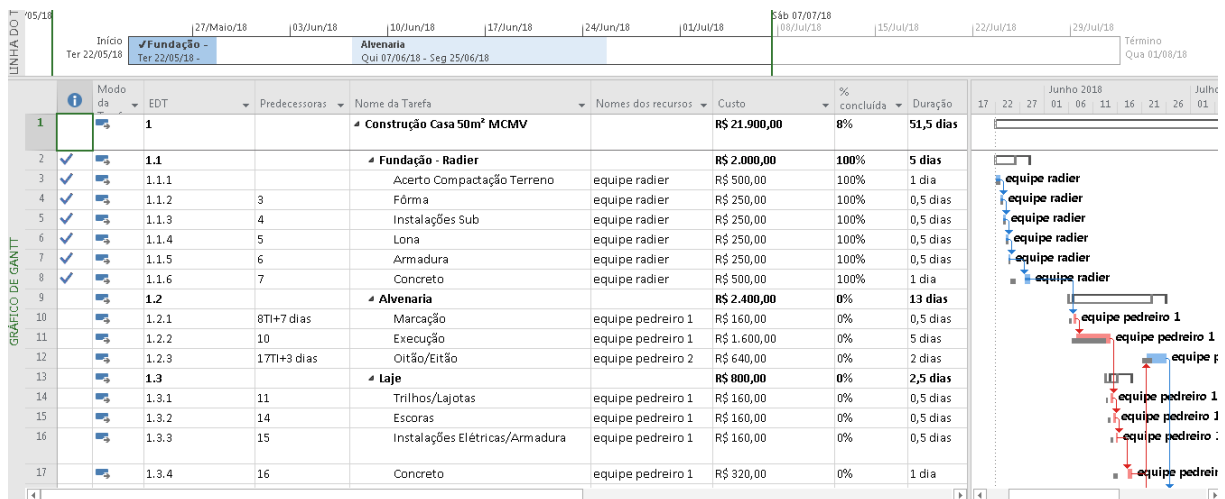
Figura 3 - Gráfico de Gantt



Fonte: autores (2018).

De tal maneira, o cronograma é uma ferramenta de gestão indispensável, porque apresenta a sequenciação de cada atividade de maneira a facilitar o entendimento (MATTOS, 2010). Conforme figura 4.

Figura 4 - Cronograma



Fonte: autores (2018).

2.3 CONCEITO DE BIM

O termo BIM, em inglês, *Building Information Modeling*, em português, Modelagem da Informação da Construção, que segundo Steiner (2016), é o nome dado ao processo de construção que utiliza informações parametrizadas e geométricas para modelar um projeto em todas as suas etapas, desde sua concepção até a sua manutenção.

O conceito de BIM foi definido por Chuck Eastman, conhecido como o pai do BIM em 1975:

Definir elementos de forma interativa... derivando seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos... Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes... qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligado diretamente à descrição... estimativas de custos ou quantidades de material poderiam ser facilmente geradas... fornecendo um único banco de dados integrado para análise visuais e quantitativas... verificação de código de edificações autorizado na prefeitura ou no escritório do arquiteto. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para os pedidos de materiais (EASTMAN, 1975, p. v.).

O BIM é o método de produção, uso e atualização de um modelo de informações da construção durante o seu ciclo de vida. Esse modelo contém numerosas informações sobre seus diferentes aspectos. Desde os estudos de viabilidade, passando pelo desenvolvimento do projeto, simulações, orçamentação, planejamento, controle e outros. (Figura 5) (BAIA, 2015).

A plataforma BIM proporciona funções necessárias que possibilitam uma melhor modelagem do ciclo de vida de uma construção. Segundo Baia (2015, p. 1), “quando bem adotado, o BIM facilita um projeto e processos de construção mais integrados, que resultam numa melhor qualidade das edificações e num menor custo, bem como na redução da duração do projeto.”.

Figura 5 - Os diversos níveis do BIM



Fonte: Adaptado de Bomfim, Lisboa e Matos (2016).

Com o BIM é possível aumentar a produtividade, grande entrave do setor da construção civil. No entanto, há uma grande resistência para migrar a concepção de projetos

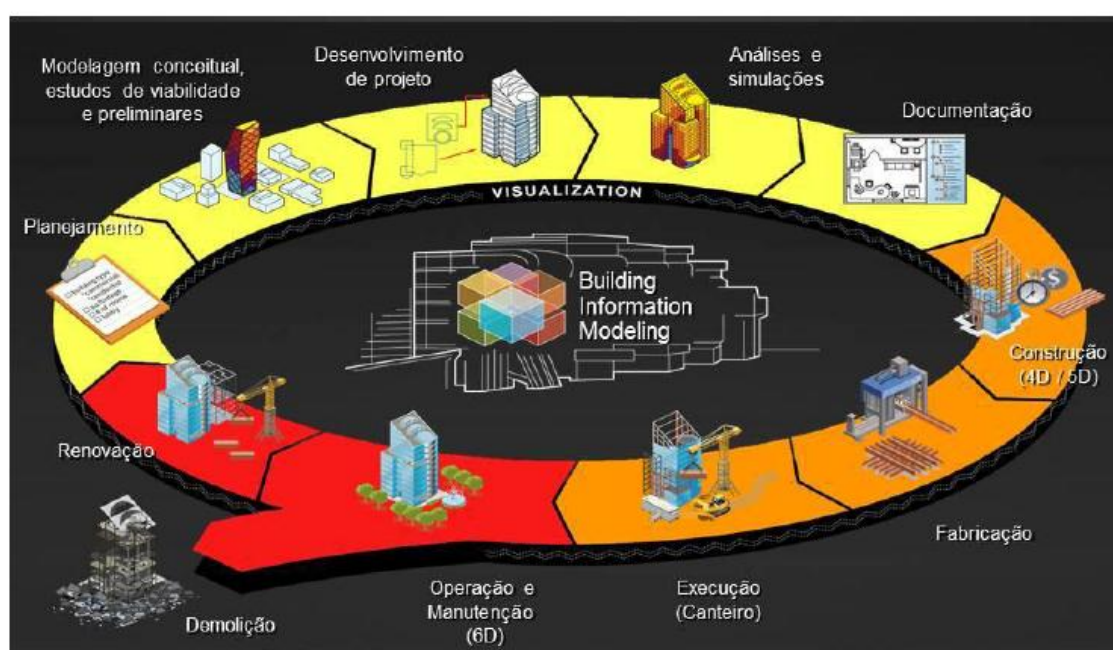
em ferramentas de duas dimensões para concepção do modelo tridimensional, parametrizado, permitindo a extração de informações fundamentais para construção (BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016).

De acordo com os mesmos autores (id ibid., p. 557) “para planejar em BIM é fundamental ter visão dos objetivos e de como será o uso e manutenção da edificação. O BIM é definitivamente um novo conceito de gestão, um novo caminho para concepção e consequentemente inaugura uma nova etapa no setor da Construção Civil.”.

Segundo Campestrini, “quanto mais dimensões tiver o modelo, maiores serão os tipos de informações possíveis de serem modeladas a partir deles, tornando as tomadas de decisão mais complexas e acertadas” (CAMPESTRINI et al., 2015).

Através de informações obtidas sobre o empreendimento, o sistema BIM reduz a probabilidade de erros tanto nas fases de projeto e planejamento, quanto na execução da obra. Isso se dá através de uma parametrização de componentes que irão compor o projeto arquitetônico a ser criado. Essa parametrização é capaz de transformar um sistema produtivo de 2D para 3D, 4D, 5D, 6D e 7D a depender do nível de informações aplicado ao modelo em produção (Figura 6), (BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016).

Figura 6 - O ciclo de vida de um modelo BIM



Fonte: Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2008).

Os subconjuntos de BIM são comumente descritos em termos de dimensões - 3D (modelo de objeto), 4D (tempo), 5D (custo), 6D (operação), 7D (sustentabilidade) e até mesmo 8D (segurança) (SMITH, 2014 Apud BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016).

O modelo 3D (modelo de objeto) deve estar relacionado com informações (materiais, por exemplo) a serem empregados na construção do empreendimento, permitindo que estas mesmas informações sejam utilizadas posteriormente para a fase de planejamento, fabricação de componentes, custos e manutenção posterior. Na Figura 5, BIM 3D corresponde desde a modelagem conceitual até toda a documentação do projeto (BAIA, 2015). Além disto, projetos com dados em 3D geram uma melhor visualização gráfica, auxilia na compatibilização dos projetos, evitando conflitos ou quaisquer outros problemas que possam surgir e assim, permitindo uma maior identificação de conflitos, os quais são resolvidos ainda na fase de projeto, minimizando custo e tempo no canteiro de obras.

O BIM 4D (tempo) é a integração das informações do BIM 3D com atributos de tempo ao modelo, ou seja, integração com o cronograma da obra. O aumento da previsibilidade e controle dos prazos dos empreendimentos com BIM 4D, utiliza ferramentas técnicas e tecnologias associadas como, por exemplo, MS-Project ou Primavera, que através de processos de controle de atividades, prazos, recursos e informações relevantes permitem o melhor acompanhamento dos avanços e desvios apresentados pelas equipes de execução dentro do canteiro de obra (SUZUKI; SANTOS, 2015 Apud BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016). Na Figura 5, BIM 4D corresponde desde o planejamento da construção até a sua execução.

Associando informações (dados) de custo ao modelo 4D cria-se o BIM 5D e nesse modelo obtém-se a geração de imediato dos orçamentos de custos financeiros e ainda permite que toda equipe e ou participantes do empreendimento visualize o decorrer das atividades de construção e os custos interligados com o tempo, a partir de representações gráficas do modelo com o cronograma associado ao tempo. As vantagens, são assim descritas por Smith Apud Bomfim, Lisboa, Matos (2016, p. 558) “reduz o tempo necessário da quantificação de elementos e estimativas, de semanas para minutos, melhora a precisão dessas estimativas, minimiza os incidentes de disputas de ambiguidades em dados de CAD, e permite que os consultores de custos invistam mais tempo no processo de redução destes valores.”. Na Figura 5, BIM 5D corresponde desde o planejamento da construção até a sua execução.

O sistema 6D permite estender o BIM para a gestão de instalações e obtenção de informações sobre o uso do empreendimento. Esse recebe informações sobre a validade dos materiais, os ciclos de manutenção, o consumo de água e energia elétrica, entre outros. O modelo BIM 6D contendo essas informações poderá ser usado para extrair informações de custos de operação e manutenção da edificação (CAMPESTRINI et al., 2015, p. 31). Esta característica, juntamente com sua geometria, promove relações e capacidades de propriedade

sustentável na sua utilização como uma base de dados de gestão de instalações (SMITH, 2014 Apud BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016).

De acordo com Bomfim, Lisboa, Matos (2016, p. 558) “esse processo também é propício no gerenciamento e relacionamento entre contratante e fornecedor, facilitando assim a manutenção e atendendo as novas solicitações da Norma de Desempenho de Edificações NBR 15.575.”.

Incorporando componentes de sustentabilidade junto ao BIM, este gera modelos 7D, que permite aos responsáveis atender elementos específicos do projeto, comparar conformidade e validar as diferentes opções de estimativas de energia e demais sistemas (SMITH, 2014 Apud BOMFIM, LISBOA, MATOS, 2016). A partir desse modelo é possível obter-se análise de consumo da obra, medições e verificações para obtenção de melhor desempenho.

Uma das mais importantes inovações gerenciais dos últimos anos em território nacional, o BIM é uma ferramenta que tende a migrar o mercado para sua adesão.

O BIM não deve ser uma plataforma restrita apenas às grandes empresas, e sim uma ferramenta que atenda todos os segmentos da cadeia produtiva da construção civil. Desta forma, faz com que um número cada vez maior de profissionais e empresas do setor domine sua plataforma e aplicação (CATELANI, 2016)

Sua relevância já vem sendo visível em medidas e disseminação por órgãos governamentais, como: o governo do Estado de Santa Catarina lançou o “Caderno de Apresentação de Projetos em BIM”. Nele são abordados os procedimentos adotados pelo COMITÊ DE OBRAS E SERVIÇOS, que deverão ser utilizados pelos prestadores de serviços ao Estado para a apresentação de projetos com a Modelagem da Informação da Construção (BIM), bem como demais documentações pertinentes aos projetos elaborados e contratados pelo Estado no âmbito do Poder Executivo. Estão definidas a padronização e a formatação que devem orientar o desenvolvimento dos projetos em BIM, para que sejam adequadamente entregues ao Governo do Estado de Santa Catarina.

Seu objetivo é reduzir toda a dificuldade de análise, interpretação de informações e comunicação referentes a projetos e obras (Governo do Estado de Santa Catarina. Caderno de Apresentação em BIM. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 2014).

Assumindo do ponto de vista do proprietário, a implementação BIM chama a atenção de maneira positiva para processos e métodos utilizados nos demais ciclos da construção de um empreendimento. Tais benefícios foram assim abordados em Manual de BIM:

Proprietários podem obter benefícios significativos em projetos utilizando processos e ferramentas BIM para agilizar a entrega de edifícios de maior qualidade e melhor desempenho. O BIM facilita a colaboração entre os participantes do projeto, reduzindo erros e modificações em obra, levando a um processo de entrega mais eficiente e confiável, que reduz o tempo e o custo do empreendimento. (EASTMAN et al., 2014, p.110).

O BIM permite um melhor planejamento dos processos construtivos, reduzindo tempo e economizando recursos, além de reduzir as chances de erros e conflitos.

No momento em que se encontra o mercado, explorar a plataforma BIM se torna uma decisão para conseguir ser competitivo, produtivo e obter elevado desempenho nos empreendimentos.

A seguir serão listados os benefícios proporcionados pela utilização do BIM:

- **Visualização em 3D do que está sendo projetado:** por mais complexa que seja a edificação ou instalação a ser projetada, a modelagem 3D permite a visualização exata do modelo, além de oferecer funcionalidades que detectam automaticamente interferências geoespaciais entre objetos. Toda alteração ou revisão realizada em qualquer parte de um modelo, será automaticamente considerada em todas as demais formas de visualização, sejam elas tabelas, relatórios ou desenhos, pois as soluções BIM trabalham como gestores de bancos de dados (CATELANI, 2016)
- **Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto:** trabalhar com um ou mais modelos 3D coordenados onde o controle de modificações possa ser bem gerenciado, reduz o tempo de projeto e abrevia significativamente os erros e omissões no projeto (EASTMAN et al., 2014)
- **Reduzir a duração do cronograma:** desde a aprovação ao término utilizando modelos do edifício para coordenar e pré-fabricar o projeto, reduzindo o tempo da mão de obra (EASTMAN et al., 2014)
- **Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto:** a tecnologia BIM, em qualquer etapa do projeto, pode-se extrair uma lista precisa de quantitativos e de espaços que pode ser utilizada para estimar custos. É possível manter todos os envolvidos conscientes das implicações dos custos associados com dado projeto, antes que ele avance para o nível de detalhamento requerido para a licitação. Como resultado, é possível tomar decisões de projeto envolvendo custos mais bem informados, usando o BIM do que um sistema baseado em papel (EASTMAN et al., 2014).

Tais benefícios estão disponíveis para todos os tipos de proprietários pequenos e grandes, construções de vários edifícios ou de edifícios únicos, privados ou institucionais. Os proprietários, ou organizações que estão investindo em iniciativas BIM estão obtendo vantagens no mercado por meio da entrega de instalações de maior valor e custo operacional reduzido. Atentos à essas mudanças, alguns deles estão implementando iniciativas para o uso de ferramentas BIM em seus projetos, auxiliando e dando suporte ao treinamento e à pesquisa sobre BIM (EASTMAN et al., 2014).

Por outro lado, como ocorre com outras novas tecnologias e novos conceitos, tem-se a possibilidade de apresentar algum tipo de risco, principalmente quando a equipe não apresenta experiência necessária para trabalhar com tal tecnologia.

Uma pesquisa realizada com colaboradores da Comissão Especial de Estudos CEE-134 da ABNT, abordou as principais dificuldades encontradas para a utilização do BIM (CATELANI, 2016):

- A peculiar inércia e a resistência às mudanças por partes das organizações e pessoas envolvidas no processo;
- A dificuldade de entendimento e compreensão do que é BIM e dos seus reais benefícios;
- As questões culturais e particularidades do mercado brasileiro;
- As especificidades e os aspectos intrínsecos da tecnologia BIM.

Essas indagações são normais, se tratando de uma nova visão e filosofia no ambiente de trabalho e de certa forma pouco explorada em solo brasileiro. A disseminação da plataforma serve como ajuda nesse processo de transição do mercado, ajudando no entendimento do BIM.

Nos EUA, ferramentas BIM estão se tornando comuns nos escritórios de canteiros. A falta de equipes apropriadamente treinadas, e não a tecnologia em si, é hoje o gargalo para uma implementação mais disseminada (EASTMAN et al., 2014).

Um trabalho publicado pela *PennsylvaniaState University*, universidade americana, realizada em dezembro de 2009. Nele foram identificados 25 diferentes usos de BIM, conforme a figura 7 em seguida (CATELANI, 2016).

Figura 7 – 25 diferentes usos para o BIM



Fonte: Adaptada de CATELANI, 2016.

Na figura 7 são destacados os 25 diferentes usos para a plataforma BIM, durante as principais fases do ciclo de um projeto, pode-se perceber sua abrangência como ferramenta de gestão e planejamento, onde o uso direto do BIM envolve todo o ciclo do planejamento, além de estar presente diretamente nas demais fases, contemplando o gerenciamento como um todo.

O estudo também classificou a frequência com que esses 25 diferentes usos do BIM foram identificados nas empresas Americanas de AEC. A pesquisa realizada endereçou duas perguntas a uma significativa amostra de empresas. A primeira pergunta foi: “Com que frequência a sua organização utiliza cada um dos 25 usos do BIM?”, sendo que as opções de respostas possíveis eram 0,5%, 25%, 50%, 75%, 95% e 100%. A segunda pergunta foi: “Qual o benefício que sua organização atribui a cada um dos 25 usos do BIM?”, para a qual os pesquisados poderiam responder optando por muito negativa, negativa, neutra, positiva e muito positiva. Os resultados foram os seguintes (CATELANI, 2016):

Figura 8 - Resultados de pesquisa específica, realizada *pela PenState University*, sobre frequência de uso e benefícios percebidos, em empresas Americanas

USOS DO BIM	FREQUENCIA	RANKING	BENEFÍCIOS	RANKING
	%	1 a 25	-2 a +2	1 a 25
Coordenação Espacial 3D	60%	1	1,60	1
Revisão de Projetos	54%	2	1,37	2
Design Autoral	42%	3	1,03	3
Projeto de Sistemas Construtivos	37%	4	1,09	4
Modelagem das Condições Existentes	35%	5	1,16	5
Controle e Planejamento 3D	34%	6	1,10	6
Programação	31%	7	0,97	7
Planejamento de Fases (4D)	30%	8	1,15	8
Modelagem de Registros	28%	9	0,89	9
Planejamento de Utilização	28%	10	0,99	10
Análises Locais	28%	11	0,85	11
Análise Estrutural	27%	12	0,92	12
Análise Energética	25%	13	0,92	13
Estimativa de Custos	25%	14	0,92	14
Avaliação LEED Sustentabilidade	23%	15	0,93	15
Análise do Sistema de Construção	22%	16	0,86	16
Gerenciamento de Espaços/Rastreamento	21%	17	0,78	17
Análise Mecânica	21%	18	0,67	18
Validação de Códigos	19%	19	0,77	19
Análise Luminotécnica	17%	20	0,73	20
Análises de Outras Engenharias	15%	21	0,59	21
Fabricação Digital	14%	22	0,89	22
Gerenciamento de Ativos	10%	23	0,47	23
Planejamento de Manutenção	5%	24	0,42	24
Planejamento contra Desastres	4%	25	0,26	25

Fonte: Adaptada de CATELANI, 2016.

A figura 8, mostra a efetividade do uso da plataforma em todas as áreas de seu desenvolvimento, chamando a atenção para controle e planejamento 3D e planejamento de fase 4D, com potencial de bastante evolução para o futuro do mercado.

O BIM é muito abrangente. Para atingir um bom nível do seu uso é necessário que sua implementação deva ser feita através de um projeto formal, minimamente estruturado. Nele, não necessariamente, deverá ser tão complexo nem exageradamente simples, mas sim representar os empreendimentos mais comumente executados pela empresa ou organização interessada na adoção BIM (CATELANI, 2016).

Pelo nível de detalhamento que são utilizados para trabalhar com a plataforma, se torna necessário ter seu projeto bem estruturado, organizado e definida a fase do ciclo de vida do mesmo que se deseja aplicar o BIM.

É de grande importância para a construção do planejamento 4D e 5D do projeto selecionado, identificar o nível de detalhe que se procura para o planejamento. Para isso, ele deve ser definido no início do projeto, uma vez que o desenvolvimento do cronograma e do modelo 3D precisam seguir a definição do nível de detalhe que se deseja para o planejamento 4D e 5D. O nível de detalhe deve ser definido de acordo com os objetivos que se espera obter na análise dos planejamentos (BAIA, 2015).

Como algumas empresas atuam em diferentes fases, o projeto de implementação BIM poderá, portanto, prever várias etapas de desenvolvimento, mas é fundamental que se defina por onde começar. O ideal é que se identifique e se inicie a implementação BIM, estabelecendo a fase de atuação da empresa, ou seja, a mais importante e que também seja a mais crítica, e considerando a razão de existir da empresa ou organização em questão (CATELANI, 2016).

As divisões das tarefas devem ser claras e cada membro da equipe deve ter a consciência do seu papel no desenvolvimento do trabalho. No planejamento através das tecnologias BIM, as tarefas dos membros são inter-relacionadas, sendo que o trabalho de um participante está ligado à do outro. Portanto, o processo de produção deve ser muito bem administrado, pois qualquer erro ou atraso para a interação de informação pode ter um grande impacto nos prazos do projeto (BAIA, 2015).

Assim que definida a fase principal do ciclo de vida de um empreendimento que a empresa deseja atuar com o BIM, o próximo passo é definir quais usos do BIM serão utilizados. Na figura 7, é possível encontrar uma divisão das fases do ciclo de vida de um empreendimento, onde foram divididas em quatro etapas: planejamento, projeto, construção e operação.

Para Catelani (2016, p. 18), “Além dos aspectos específicos inerentes aos processos BIM, recomenda-se que sejam seguidas as técnicas do *Project Management Institute* - PMI para a gestão do projeto de implementação BIM.”.

É importante para implementação BIM em um projeto, que sejam seguidas boas práticas de detalhamento, planejamento, gerenciamento, entre outros. Desta forma, vale ressaltar as técnicas empregadas pelo *Project Management Institute* – PMI.

O nível de detalhamento e controle de um projeto em BIM pode variar, dependendo das fases e processos que cada empresa deseja atuar, complexidade do uso da plataforma, dentre outros fatores. O PMI cita 42 processos, onde a equipe responsável deverá decidir quais processos e qual nível de detalhamento será empregado no uso BIM para tal projeto (CATELANI, 2016). Assim ilustrado na figura 9.

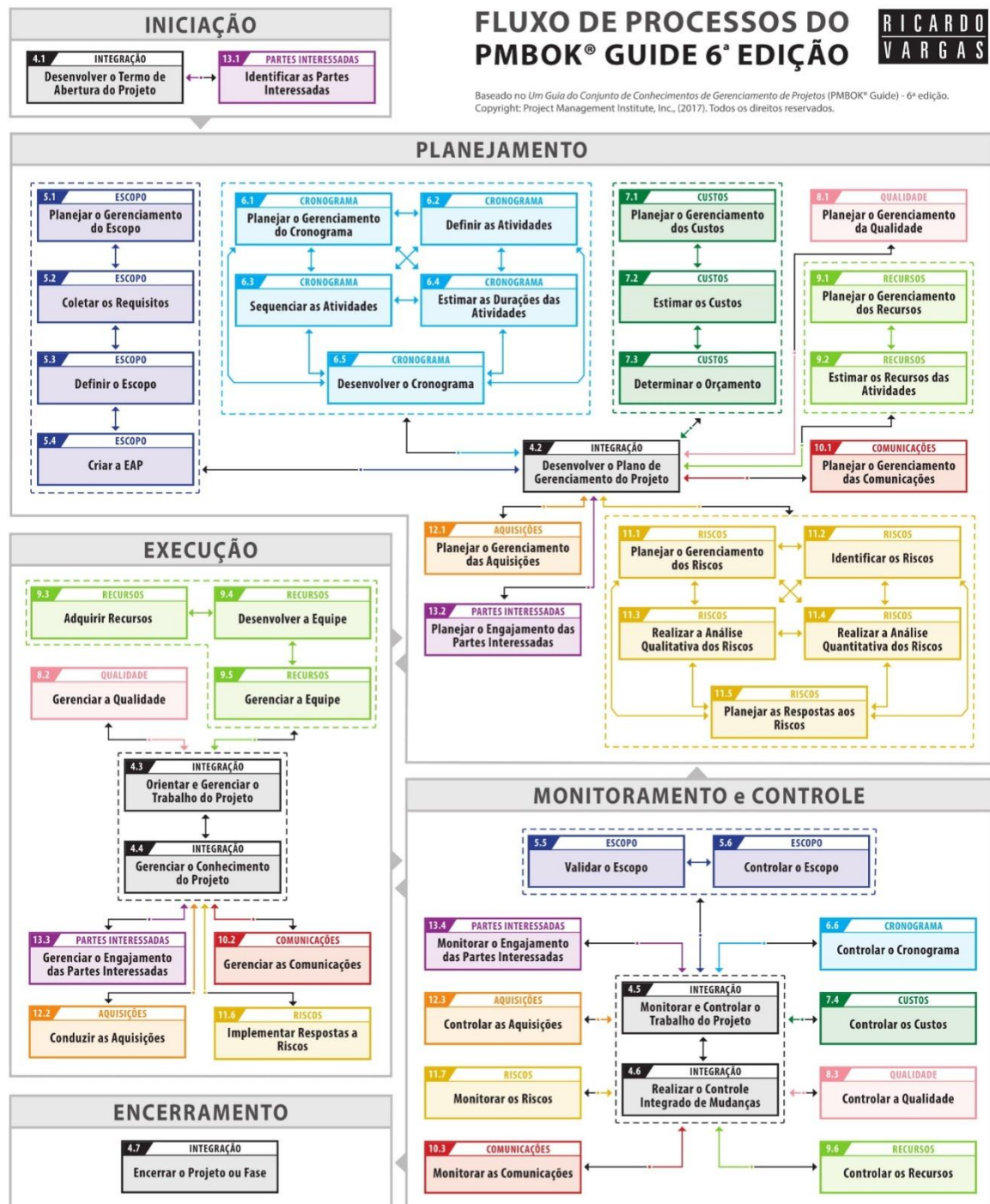
Figura 9 - Os 42 processos previstos para a gestão de projetos, que compreendem 9 (nove) disciplinas, divididos pelas 5 (cinco) fases típicas, de acordo com o PMI - *Project Management Institute*

Fases →	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Integração	Termo de abertura projeto	Planejamento de gerenciamento do projeto	Gerenciamento da execução do projeto	Monitoramento e controle dos trabalhos; Controle integrado das mudanças	Encerramento de projeto ou fase
Escopo		Lista de requisitos do projeto; Definição do escopo; Definição da EAP		Verificação do escopo; controle do escopo	
Tempo		Definição das atividades; Sequenciamento das atividades; Estimativa de recursos por atividades; Estimativa da duração das atividades; Cronograma		Controle da progressão e cronograma	
Custo		Estimativa de custos; Aprovação do orçamento do projeto		Controle dos custos	
Qualidade		Definição dos níveis de qualidade do projeto	Verificação e garantia da qualidade	Controle da qualidade	
Pessoas		Plano de recursos humanos	Contratação da equipe de projeto; Desenvolvimento da equipe; Gerenciamento da equipe		
Comunicação	Identificar partes interessadas	Planejamento das comunicações	Distribuição de informações; Gerenciamento das expectativas	Relatório de desempenho	
Risco		Planejamento do gerenciamento de riscos; Identificação de riscos; Análise qualitativa de riscos; Análise quantitativa de riscos; Planejamento de respostas para riscos		Monitoramento e controle de riscos	
Aquisição		Planejamento de aquisições	Realização das aquisições e contratações	Administração das aquisições e contratações	Encerramento de aquisições e contratos

Fonte: Adaptada de CATELANI, 2016.

Podemos também considerar os 49 processos, assim descritos, no fluxo de processos do PMBOK GUIDE 6ª EDIÇÃO. Nele são abordados um conjunto de conhecimentos de gerenciamento de projetos discriminados em 5 etapas, iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e encerramento. Conforme o fluxograma da figura 10.

Figura 10 - Fluxo de Processos



PMBOK® GUIDE 6ª EDIÇÃO – 49 PROCESSOS GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Copyright: Um Guia do Conjunto de Conhecimentos de Gerenciamento de Projetos (PMBOK® Guide) - 6ª edição, Project Management Institute, Inc., (2017).

Copyright e todos os direitos reservados.

Nota: Este fluxo não substitui a necessidade de se ler o guia PMBOK®. O guia PMBOK® contém uma explicação profunda de todos os processos, incluindo entradas, ferramentas e técnicas e saídas que não estão listadas neste fluxo.

Adaptação: Ricardo Viana Vargas

Design Gráfico: Sérgio Alves Lima Jardim

ricardo-vargas.com

Baixe este fluxo em <http://rvarg.as/pmbok6>

Torne-se um membro do Project Management Institute (PMI) e faça o download do PMBOK® Guide e todos os outros padrões no site:

www.pmi.org

Dessa forma, podemos visualizar todos os processos envolvidos no ciclo de vida de um empreendimento e definir qual fase a empresa deseja atuar com a plataforma BIM.

Para muita gente quando se fala em BIM, refere-se a um software e isso não é verdade. BIM é uma plataforma e no mercado podem ser encontrados diversos softwares que atuam com o BIM (por volta de 150 softwares homologados pela *Building Smart*). Cada fabricante tem seu produto com a sua característica e capacidade, abrangendo cada um a uma área de atuação (BAIA, 2015).

A seguir serão detalhadas as principais plataformas BIM, do mercado atual.

Figura 11 - Plataformas BIM 2015

COMPANHIA	PLATAFORMA BIM PRINCIPAL	LOGO
Autodesk	Revit (Architecture, MEP, Structures)	
Graphisoft	ArchiCAD	
Bentley	Bentley Architecture	
Nemetschek	Allplan Architecture	
Gehry Technologies	Digital Project	
Tekla	Tekla Structures	

Fonte: Adaptada de BAIA, 2015.

A Autodesk®, empresa norte-americana criadora do AutoCAD®, solução mais utilizada na indústria da construção civil para desenhos 2D, também é a atual líder no mercado de softwares BIM no Brasil (CATELANI, 2016).

A Nemetschek® é uma empresa Alemã, tendo sua sede em Munique e fundada em 1963 pelo professor Georg Nemetschek, adquiriu o Vectorworks® no ano 2000; a Graphisoft® e o Scia® em 2006; a Data Design System® (DDS-CAD) em 2013; o BlueBeam® em 2014; e o Solibri® em 2015 (CATELANI, 2016).

O ArchiCAD® foi um dos primeiros softwares BIM desenvolvidos para arquitetos, em 1984, pela Graphisoft®, empresa Húngara sediada em Budapest, que foi

adquirida no ano de 2006 pelo grupo Nemetschek®, que ainda mantém o software com o mesmo nome no mercado (CATELANI, 2016).

A Trimble® é um grupo norte-americano fundado em 1978, com sede em Sunnyvale, na Califórnia. Ela atua nos setores da agricultura, construção civil, transportes, telecomunicações, mapeamentos, dentre outros, e declara-se líder no segmento de soluções baseadas em geolocalização utilizando as tecnologias GPS, laser, instrumentação óptica e dispositivos inerciais. O grupo tem um impressionante histórico de aquisições de empresas. Dentre as mais recentes relacionadas diretamente à plataforma BIM, estão: Tekla® (2011), StruCad®, Plancal®, Sketchup® e Vico Software® (2012), Manhattan® e Gehry Technologies® (2014) (CATELANI, 2016).

A Bentley® é uma empresa norte-americana fundada em 1984 que se declara líder no fornecimento de softwares para arquitetos, engenheiros, profissionais que atuam na área geoespacial, construtores e proprietários-investidores. Desde 2006 já investiu mais de \$1 bilhão de dólares em pesquisas, desenvolvimentos e aquisições no mercado.

A Synchro Ltda.® é uma empresa inglesa fundada em 2001 e sediada em Birmingham, no Reino Unido. No Brasil, seu produto é representado pela Verano®. O Synchro® é uma solução com alta capacidade de desenvolvimento de cronogramas e planejamento 4D baseado em BIM (CATELANI, 2016).

Cada produto tem seus pontos positivos e negativos, e nenhum deles contemplará todos os tipos de projetos (empreendimentos). Cabe ao empreendedor ou a equipe responsável decidir pelo melhor benefício a utilizá-lo.

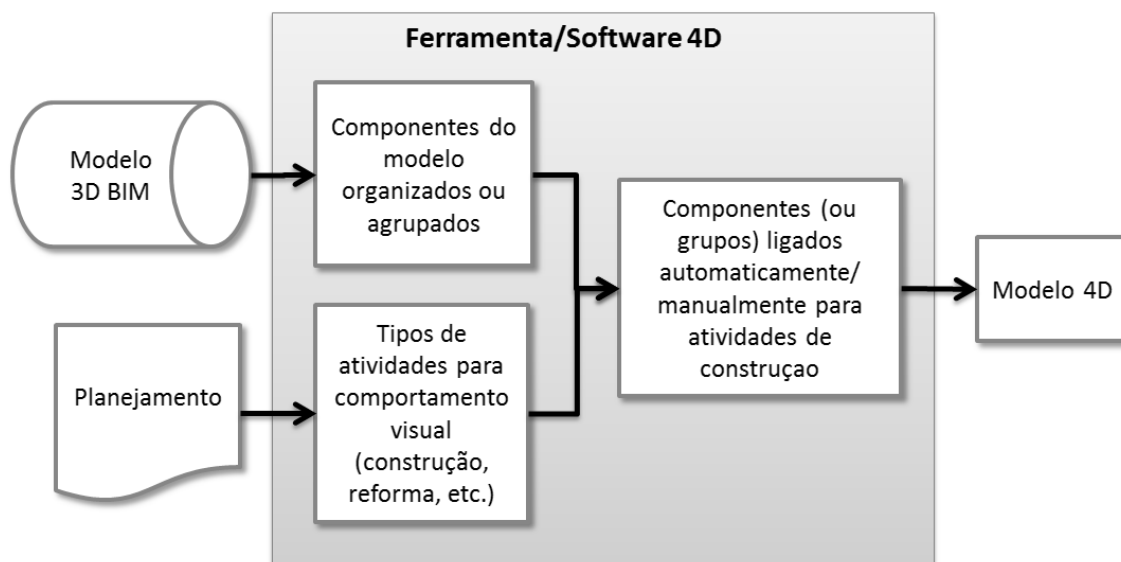
Figura 12 - Plataformas BIM 4D

COMPANHIA	PLATAFORMA BIM PRINCIPAL	LOGO
Autodesk	Navisworks	
Vico Software	Virtual Office 4D Manager	
Bentley	Bently Architecture	
Synchro Ltd.	Synchro Professional	
Tekla	Tekla Structures	

Fonte: Adaptada de BAIA, 2015.

Nos softwares 4D, as informações contidas na modelagem 3D, e junto com o planejamento podem ser ligadas automaticamente, assim, tem-se o modelo BIM 4D (BAIA, 2015).

Figura 13 - BIM 4D



Fonte: EASTMAN et al., 2014 Apud BAIA, 2015

A figura 13, é um esquema para melhor entendimento do processo 4D do BIM.

O principal benefício desses softwares 4D é a simulação virtual da construção da obra. Assim permite que futuros erros possam ser evitados na fase de planejamento. Tal processo não pode ser realizado em métodos convencionais. Nesse processo o 4D traz mais eficiência ao projeto, além disso, a comunicação, logística da locação e comparação são outros benefícios a serem destacados (BAIA,2015).

No modelo 4D, são encontrados alguns processos que facilitam o planejamento e cronograma e assim foram listados por Baia (2015):

- Visualização do cronograma associado ao modelo 3D;
- Simulações no modelo 4D. Podem-se simular cenários de planejamento de construção e escolher aquele que apresenta a melhor relação custo/benefício;
- Integração e comunicação entre as partes participantes;
- Ferramenta de decisão. O modelo 4D pode auxiliar na tomada de decisão, já que seja possível simular e visualizar diferentes cenários;
- Permite o replanejamento da construção;
- Monitoração do tempo. Comparar o modelo como planejado contra a edificação que está sendo construída é a peça chave da monitoração do tempo, com uso de mecanismos visuais;

- O modelo 4D pode ser usado para a realização das seguintes análises: detecção de conflitos, utilização dos locais dentro da obra, alocação de recursos e gerenciamento da saúde e segurança dos participantes da obra.

Na figura 14, são apresentados alguns softwares que atuam no planejamento do projeto e podem ser empregados no sistema BIM.

Figura 14 - Softwares Planejamento

COMPANHIA	SOFTWARES DE PLANEJAMENTO	LOGO
Microsoft	Project	
Verano	Primavera	
PiniWeb	Volare	

Fonte: autores (2018).

O Ms Project[®] é empregado para planejar, programar e representar graficamente as informações que contemplam o escopo, permitindo facilitar, criar e modificar um conjunto de atividades para alcançar seus objetivos (BAIA, 2015)

O sistema da Verano[®] é constituído por dois módulos: o Primavera Enterprise[®] e Primavera Project Planner[®]. No Enterprise é realizado o planejamento, estimativas, monitoramento e controle dos projetos. Quanto ao Project Planner, este permite o gerenciamento de múltiplos projetos, e dessa forma, é possível a comparação e análise de dados (BAIA,2015).

A PiniWeb[®] apresenta seu software separado em quatro módulos. Nos seus módulos é possível a elaboração automática dos cronogramas físicos e financeiros, determina o prazo de execução, dimensiona equipes, gráfico de Gantt, entre outras. Esses módulos podem ser adquiridos separadamente (BAIA, 2015).

Estes softwares são utilizados como auxiliares e tem compatibilidade com o sistema BIM. São softwares de gerenciamento, importante para a definição e detalhamento do projeto inicial.

Os softwares BIM atuam como gestores de bancos de dados integrados, não importa o formato de visualização ou determinado produto utilizado durante a realização de uma modificação ou revisão, o sistema deverá atualizar automaticamente todas as demais

possíveis organizações ou visualizações dos dados, sejam imagens tridimensionais, tabelas, relatórios ou documentos (CATELANI, 2016).

É dessa forma que tais processos acabam aumentando a produtividade, eficiência e, assim, chamando a atenção de quem projeta, controla e executa um projeto.

De posse de um fluxo de trabalho e com os softwares definidos, a próxima etapa são as atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas. Pode-se dividir essa etapa nos seguintes passos: seleção de um projeto real; definição das estratégias; reunir informações necessárias; organização da equipe de trabalho; definição de nomenclaturas; criação do modelo 3D; criação do cronograma da obra; levantamento dos custos; e geração do planejamento 4D e 5D (BAIA, 2015).

3 METODOLOGIA

3.1 A PESQUISA CIENTIFICA

Segundo Gil (2007, p. 17), pesquisa é definida como o “(...) procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.”.

Dessa forma caracteriza a importância do estudo, desde que, sistematizado e de acordo com os rigores metodológicos de investigação.

3.2 O TIPO DE PESQUISA REALIZADA

Quanto a sua natureza o trabalho enquadra-se como aplicada, pois, de acordo com Córdova e Silveira (2009, p. 35) “objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.”.

Com relação ao objetivo, optou-se por realizar uma pesquisa exploratória, a fim de proporcionar uma maior familiarização com o assunto de forma que o mesmo ficou mais explícito.

Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, da qual se preocupa com o aprofundamento da compreensão.

Os dados da pesquisa foram coletados em livros, artigos, monografias e materiais disponíveis na internet que garantem a cientificidade do trabalho.

Para o desenvolvimento do trabalho, houve um rigoroso processo de planejamento para que todos os dados e resultados se mantivessem científicos.

3.3 ORGANIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para a realização do estudo, foi feita uma análise de cada etapa proposta para a utilização da plataforma BIM voltado para a fase de planejamento e gestão de obras, referente ao estudo de caso da autora Denize Valéria Baia, em colaboração com o Exército Brasileiro, realizado no ano de 2015.

O processo de criação do projeto da autora para um melhor entendimento, foi dividido em três etapas:

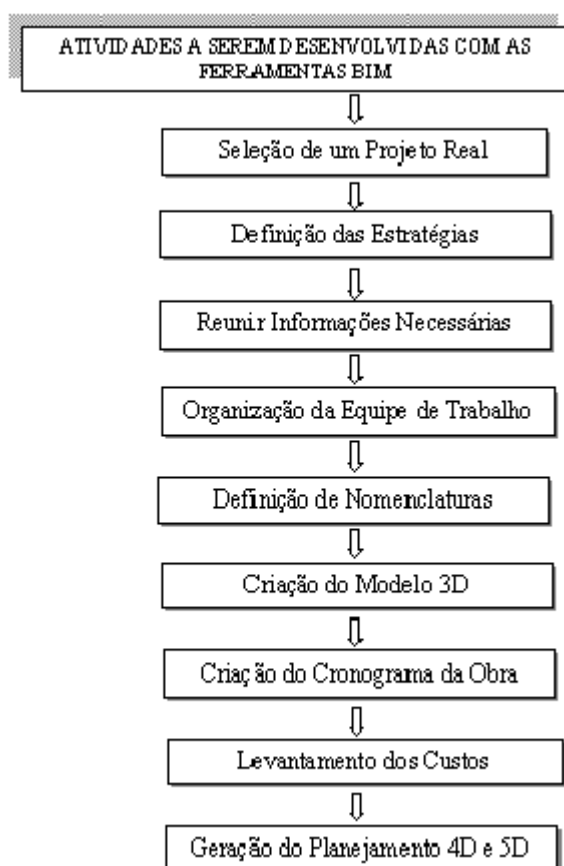
1ª Etapa: Levantamento das ferramentas BIM aderentes ao fluxo de trabalho;

2ª Etapa: Seleção das atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas;

3ª Etapa: Aplicação das ferramentas BIM às atividades selecionadas;

Para o desenvolvimento do projeto real, a autora definiu 9 (nove) passos a serem seguidos, conforme a figura15:

Figura 15 - Atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas



Fonte: Adaptada de BAIA, 2015.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE CASO

A análise do estudo de caso da autora Denize Valéria apresenta propostas de uso de ferramentas BIM, voltadas para o melhor planejamento de obras em colaboração com o Exército Brasileiro, realizado no ano de 2015.

Para a modelagem 3D foi empregado o software Revit®. Para o planejamento 4D e 5D foi usado o Navisworks®. Essa modelagem permite a visualização do andamento da obra seguindo um cronograma pré-definido no MS Project, apresentando uma visão mais real da construção, permitindo a interação em todas as etapas. Com relação ao cronograma, a autora descreve que não foi realizado um planejamento detalhado da execução da obra, mas o suficiente para atribuir atividades para cada elemento modelado. Para essa etapa, foi utilizado o MS Project 2013. A autora utilizou para o levantamento de custos a tabela da TCPO 13 e a SINAPI como referência e não considerou os custos indiretos (BDI).

4.1 LEVANTAMENTO DAS FERRAMENTAS BIM ADERENTES AO FLUXO DE TRABALHO

Para escolher de maneira correta a ferramenta a ser utilizada, é importante avaliar a capacidade do software, a familiaridade do profissional com a ferramenta, custo da aquisição e renovação de licenças, compatibilidade entre os softwares, velocidade de processamento, entre outros.

No estudo de caso em análise, a autora utiliza o Autodesk Revit 2014. O sistema possui famílias de objetos da construção, como: paredes, coberturas e pisos. Os elementos selecionados na barra de desenho são representados tridimensionalmente.

Este software permite que alterações feitas sejam automaticamente refletidas em todo o projeto, permitindo a coordenação e segurança das informações, desenvolvido sobre o conceito de BIM, caracterizada pela interação em tempo real de todas as ações realizadas, bem como a conectividade da arquitetura com o sistema global da construção.

A plataforma de projeto Revit é composta pelas seguintes distribuições: Revit Architecture, o Revit MEP e o Revit Structure.

Para a modelagem 4D e 5D da obra, a autora cita a utilização do Autodesk Navisworks Manage 2014, unindo as informações do cronograma e do levantamento de custos com o modelo 3D.

Esse programa possibilita uma documentação da construção coordenada e correta. Proporciona visualizações homogêneas e interativas.

A escolha dos softwares é fundamental para a criação do planejamento da obra, de forma que os softwares trabalhem de forma integrada a fim de garantir a confiabilidade de todas as informações do projeto.

4.2 SELEÇÃO DAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS COM AS FERRAMENTAS BIM SELECIONADAS

Definidos os softwares, a próxima etapa que a autora determina são as atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas, da qual subdividiu em 9 (nove) passos:

1 – Seleção de um projeto real: Um projeto de edificação deve ser selecionado para servir como modelo de estudo. A modelagem 3D será realizada no software Revit, e o planejamento 4D e 5D serão desenvolvidos no Navisworks.

2 – Definição das estratégias: Definição de prazos, entregas parciais e a estratégia para a troca de informações. Nesta etapa, devem ser definidas as estratégias a serem empregadas no desenvolvimento do projeto da obra.

3 – Reunir informações necessárias: As informações necessárias, como geometria do empreendimento, processo construtivo, níveis de detalhes, acabamentos, entre outros, devem ser listadas para a execução do projeto.

4 – Organização da equipe de trabalho: De acordo com Baia (2015, p. 43) “a implantação do BIM trará grande impacto na gestão de projetos. De acordo com ele o fluxo do trabalho terá grandes alterações, como nas relações entre a equipe, gestão dos processos, sistema de trabalho e o produto final.

Visto que o BIM trará mudanças na organização da equipe, as divisões de tarefas devem ser bastante claras, com visão sistêmica, onde cada membro deverá ter consciência do seu papel no desenvolvimento do trabalho e devem ser utilizados mecanismos que facilitem a troca de informações.

A equipe deve ser montada e organizada de acordo com a complexidade e o tamanho do projeto. Cada membro precisa ter conhecimento técnico para cumprir suas atividades no prazo determinado, além de manter uma eficiente comunicação com os outros integrantes da equipe.

Dessa forma, o processo de produção deve ser muito bem administrado, pois qualquer atraso ou erro acarretará impactos significativos nos prazos do projeto.

5 - Definição das nomenclaturas: As nomenclaturas são importantes para integrar os elementos do modelo 3D com os componentes de custo e cronograma, além de permitir o rastreamento das informações.

6 – Criação do modelo 3D: Para Baia (2015 p. 44) “O modelo 3D deve ser construído baseado no nível de detalhe desejado.”.

No estudo de caso em análise, no Revit foram feitas as simulações das etapas da obra, como pilares estruturais, parede, piso, forro, laje, portas e janelas. No final, o software irá gerar a vista 3D no projeto.

7 – Criação do cronograma da obra: Feita a modelagem 3D no Revit, será elaborada a Estrutura Analítica do Projeto e aplicada no Ms Project, com a finalidade de criação do cronograma de atividades e geração do Gráfico de Gantt.

A EAP servirá como base para a maior parte do planejamento, terá como objetivo, identificar os serviços, produtos e resultados a serem executados no projeto.

8 - Levantamento dos custos: No estudo de caso, uma breve demonstração dos custos das principais etapas da obra relacionados ao seu planejamento será demonstrada após o desenvolvimento do cronograma que servirá para a realização do planejamento 5D no software Navisworks.

9 – Geração do Planejamento 4D e 5D: Os planejamentos 4D e 5D, podem reduzir os custos para o projeto através da detecção de problemas, tais como conflitos, de tempo-espço, questões de segurança e locais de restrições de espaço de trabalho que resulta na formulação de modelos mais realistas e estimativas de custo. Ele também permite que o planejador da construção decida qual o mais adequado método de construção, gerando cenários alternativos da construção.

A partir do modelo 3D criado no Revit, essa modelagem é exportada para o Naviswork, assim será possível fazer a associação com as tarefas. O próximo passo, é a importação das tarefas do planejamento gerado no Ms Project e gerando o gráfico de Gantt no Navisworks. Assim, será criado o link das tarefas do planejamento com o modelo 3D para gerar a simulação 4D (planejamento 4D).

No Navisworks será também inserido o levantamento de custos da obra já realizado, gerando assim o planejamento 5D (custos) no Navisworks.

4.3 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS BIM ÀS ATIVIDADES SELECIONADAS

Nessa etapa a autora visa explorar o planejamento 4D e 5D, para ter um bom aproveitamento das ferramentas. Também é nessa etapa, que serão aplicadas as definições da etapa anterior.

A autora cita que um fator muito importante para a construção do modelo 3D desejável, é a comunicação com a equipe de planejamento, tendo conhecimento do plano de ataque da obra, ou estratégias prováveis que podem ser usadas para a obra.

Passo 1 – Seleção de um Projeto Real:

O projeto selecionado pela autora se procedeu em conjunto com a Diretoria de Obras Militares (DOM), se tratando de uma edificação composta por um bloco residencial multifamiliar de 6 pavimentos, com 4 apartamentos em cada totalizando 24 unidades habitacionais. Mais detalhes foram assim apresentados pela autora:

Figura 16 - Ambientes da edificação

TABELA DE AMBIENTES DA EDIFICAÇÃO				
TÉRREO	UNIDADES	PAVIMENTO TIPO	UNIDADES	TOTAL DE AMBIENTES
Banho Serviço	1	Banho Serviço	24	292
Bicicletário	1	Banho Social	24	
Cozinha	1	Banho Suíte	24	
Depósito	1	Circulação	24	
Hall Entrada	1	Cozinha	24	
Hall Escada	1	Hall	6	
Lixo	1	Hall Escada	6	
Portaria	1	Lixo	6	
Salão de Festas	1	Quarto I	24	
WC	1	Quarto II	24	
TOTAL	10	Sala de estar/jantar	24	
		Suíte	24	
		Varanda	24	
		Área Serviço	24	
		TOTAL	282	

Fonte: BAIA, 2015

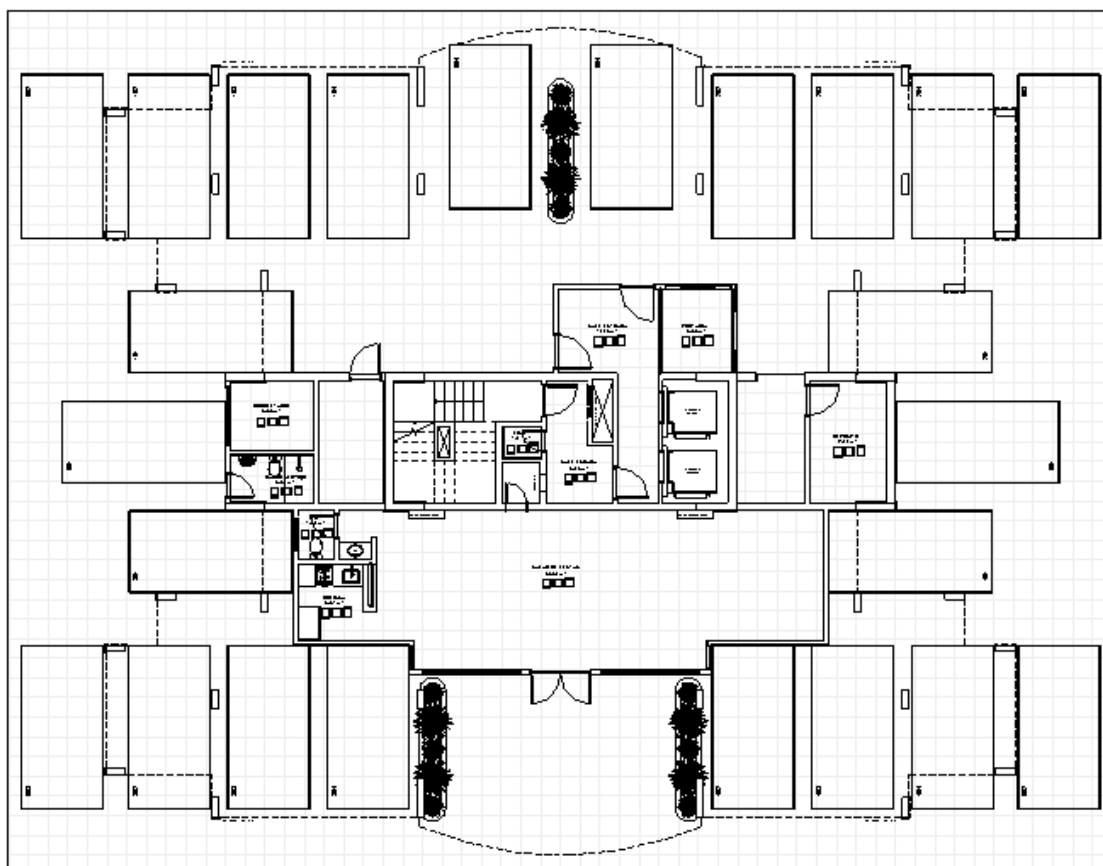
Passo 2 – Definição das Estratégias:

Todos os modelos criados pela autora seguirão as suas devidas coordenadas geográficas em que a obra será executada, afim de assegurar a compatibilidade dos arquivos. Para garantir os cumprimentos dos prazos, foram determinadas datas para as entregas parciais da obra.

Passo 3 – Reunir Informações Necessárias:

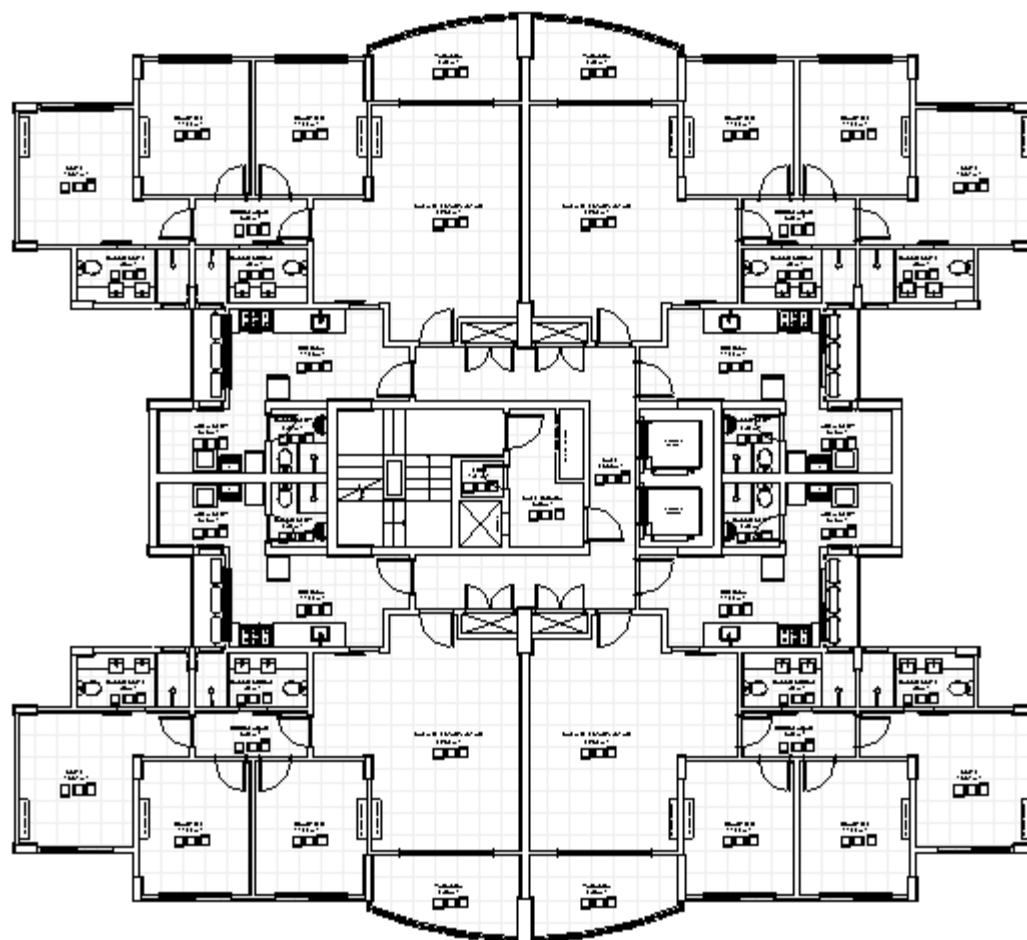
A partir das plantas baixas, iniciou-se a criação do planejamento 4D e 5D, de modo a serem reunidas todas as informações, dados e definições úteis para o seu correto desenvolvimento. A seguir são dispostas as plantas baixas:

Figura 17 - Planta baixa do térreo



Fonte: Diretoria de Obras Militares (DOM).

Figura 18 - Planta baixa do pavimento tipo



Fonte: Diretoria de Obras Militares (DOM).

A área total de construção é de 886,31 m², sendo 33,70 m de largura contidos na frente e fundo da edificação, já as laterais direita e esquerda apresentam o mesmo comprimento de 26,30 m. Para a criação da modelagem 3D no Revit, foram definidos os processos construtivos desse projeto, conforme a figura 19.

Figura 19 - Processos construtivo das principais etapas da obra

PROCESSO CONSTRUTIVO DAS PRINCIPAIS ETAPAS DA OBRA
PILARES ESTRUTURAIS
Cerâmica extrudada em placa de 24 x 11,5 cm, e=9 mm, com garras de fixação, com alta resistência e garras de fixação, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante, inclusive rejuntamento de juntas de 8 mm.
Pintura com tinta impermeável mineral em pó em parede externa, com três demãos.
Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com três demãos, sem massa corrida.
PISOS
Laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura, intereixo 50 cm, e=20 cm (capeamento 4 cm e elemento de enchimento 16 cm).
contrapiso em concreto com seixo, e=5.
Piso cerâmico esmaltado 30 x 30 cm, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante.
PAREDES
Alvenaria de vedação com bloco de concreto, 9 x 19 x 39 cm, espessura da parede 9 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,5:8 - tipo 2 (com mão-de-obra empreitada).
Alvenaria de vedação com bloco de concreto, 19 x 19 x 39 cm, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,5:8 - tipo 2 (com mão-de-obra empreitada).
Emboço para parede interna com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:2:11, e=20 mm.
Cerâmica comum em placa 20 x 20 cm, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante e rejuntamento com cimento branco.
Pastilha de porcelana, assentada com argamassa pré-fabricada de cimento colante, inclusive rejuntamento.
LAJES
Laje pré-fabricada treliçada para piso ou cobertura, intereixo 50 cm, e=20 cm (capeamento 4 cm e elemento de enchimento 16 cm).
FORROS
Gesso aplicado em parede ou teto interno através de projeção mecânica - sarrafeado.

Fonte: Adaptada de BAIA, 2015.

Passo 4 – Organização da Equipe de Trabalho:

Ao término e início de cada atividade, se houver a entrega da mesma para outra equipe, só terá início após o nivelamento das informações entre as equipes. Tais atividades já tinham sido definidas no cronograma realizado pelo Ms Project.

Passo 5 – Definição de nomenclaturas:

Na modelagem 3D do projeto, foram definidas pela autora que todos os elementos devem conter suas especificações, ou seja, para portas e janelas tem-se a especificação de acordo com a Largura e Altura, já para lajes e paredes tem-se a Área.

Para a autora, este tipo de identificação foi suficiente, pelo fato de serem simples, mas que também cumpre a função de rápida identificação do elemento.

Passo 6 – Criação do modelo 3D:

O software utilizado para a modelagem pela autora foi o Revit 2014. Por meio da planta baixa, foram retiradas todas as informações relevantes do projeto, como medidas, cotas, posição das esquadrias, entre outras. Nesses parâmetros são inseridas as informações, como materiais utilizados, espessuras de pisos e paredes, entre outras.

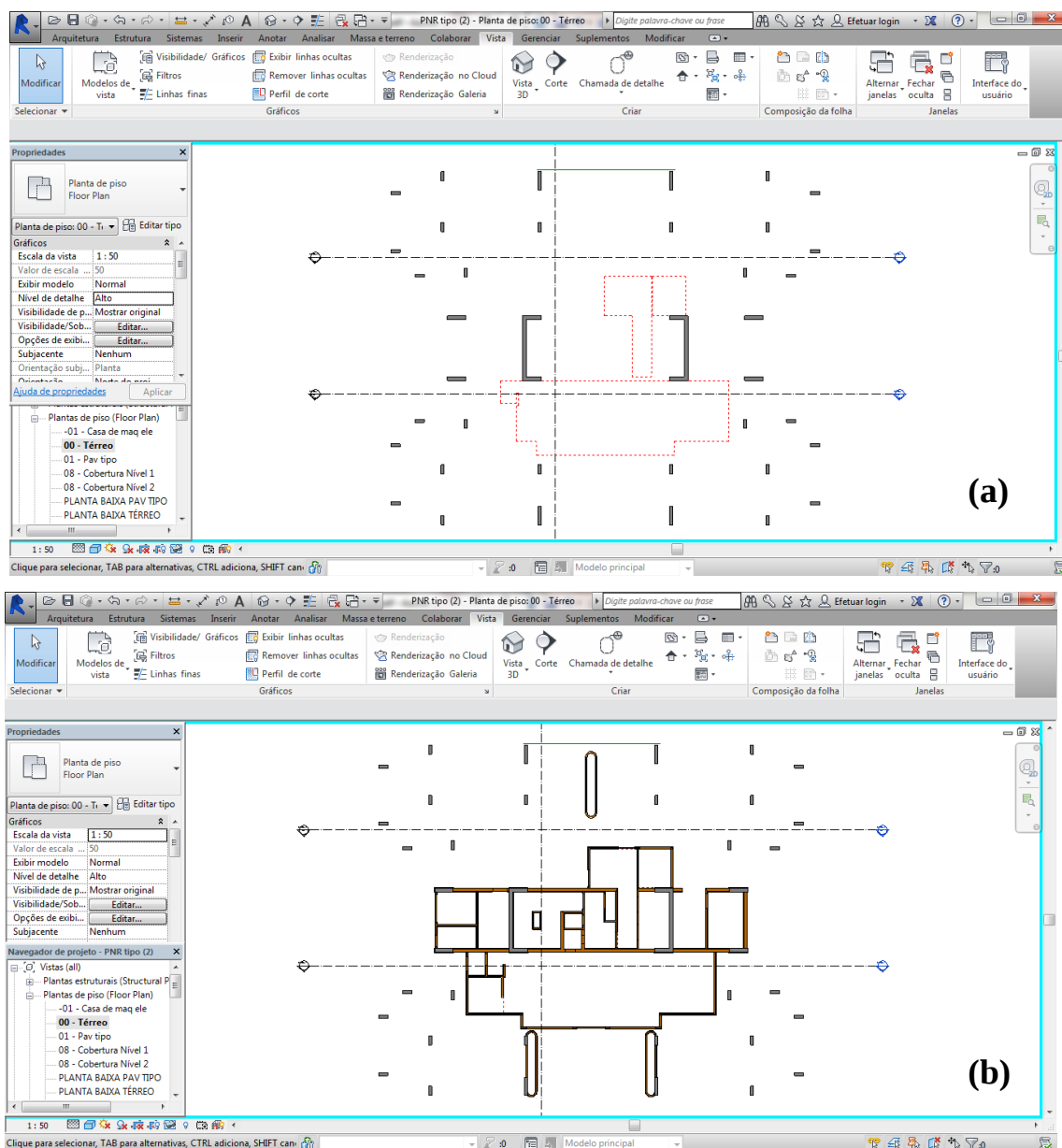
Logo, as vistas de elevações foram configuradas para que possa se orientar em um projeto.

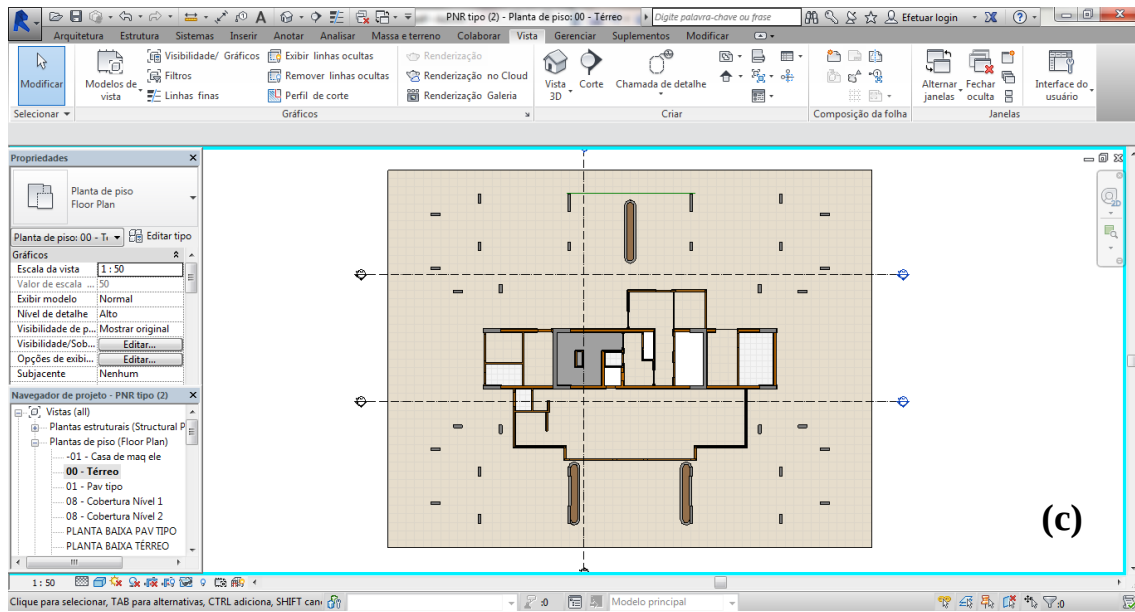
Definidas as medidas e criadas as vistas de elevações, a autora descreve que foram criadas as famílias utilizadas na modelagem. As famílias são estruturas utilizadas como comandos dentro do programa para vários casos. Os elementos como portas, janelas, colunas são as mais utilizadas no projeto arquitetônico (BAIA, 2015).

A autora relata no seu projeto, que, devido à parametricidade, no processo de criação da modelagem não precisa seguir nem existe uma sequência, correta propriamente dita.

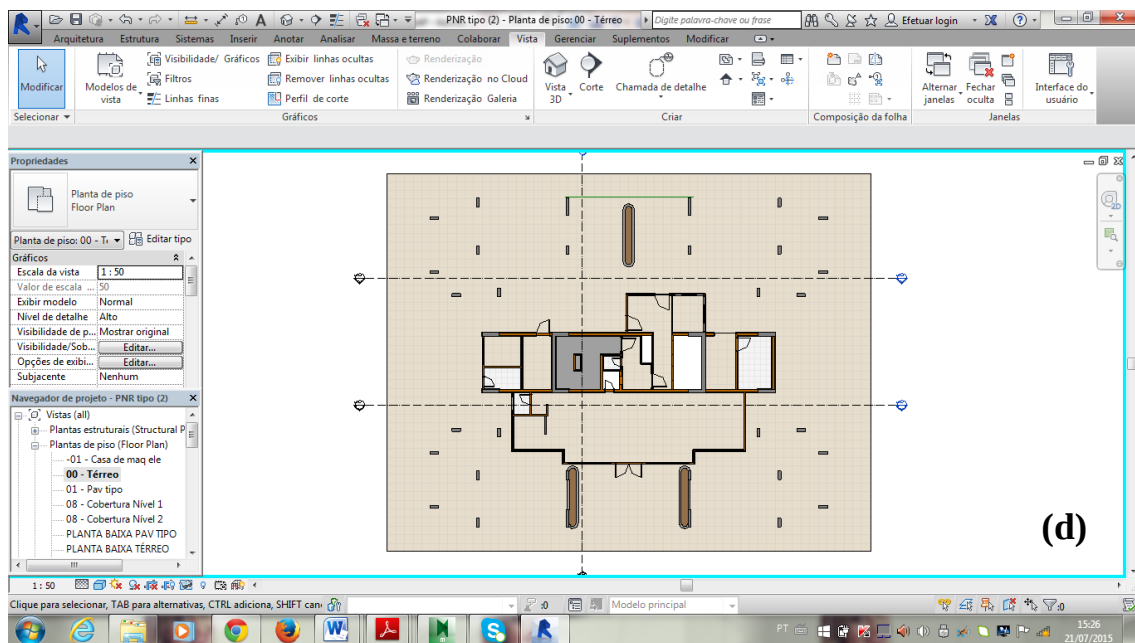
A autora criou seu projeto nesta sequência, iniciou pela inserção dos pilares, criação das paredes, pisos, esquadrias e forros. As figuras a seguir mostram essa sequenciação.

Figura 20 – Criação de módulos no Revit (a) Criação dos pilares estruturais; (b) Criação das paredes; (c) Criação dos pisos; (d) Criação portas e janelas; (e) Criação dos forros.

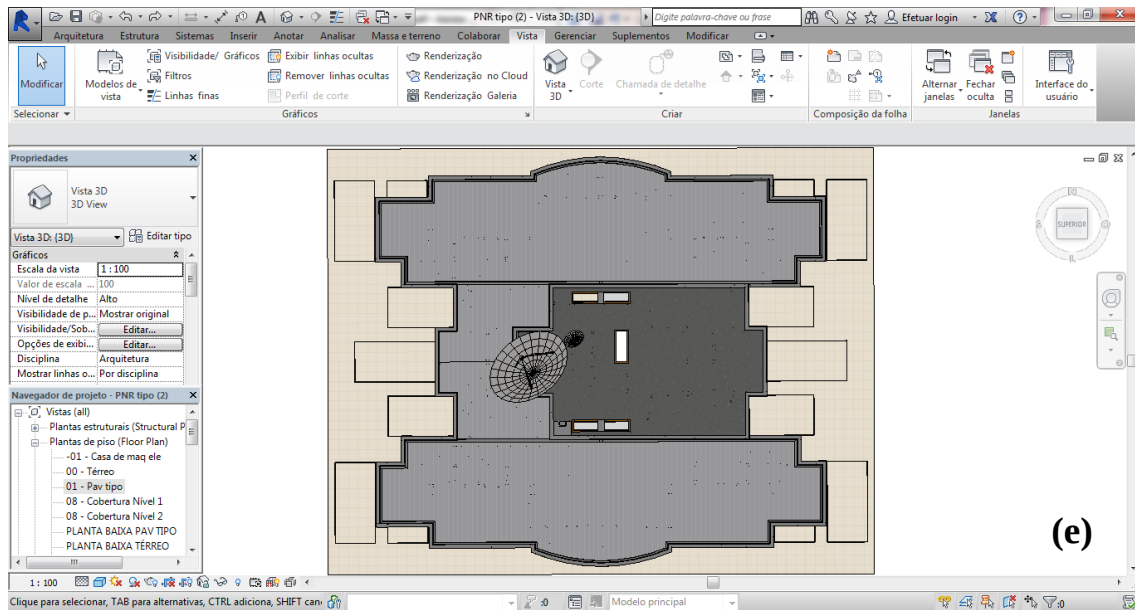




(c)



(d)

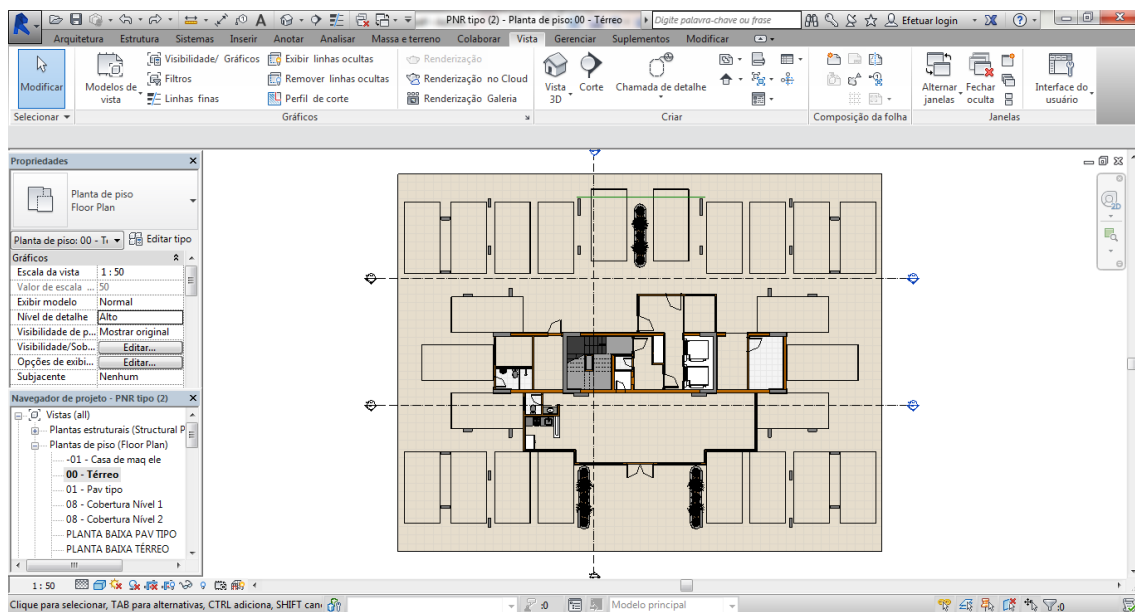


Fonte: BAIA, 2015.

A autora também mostra a modelagem por completo feita no software, a seguir:

1) Planta de piso térreo:

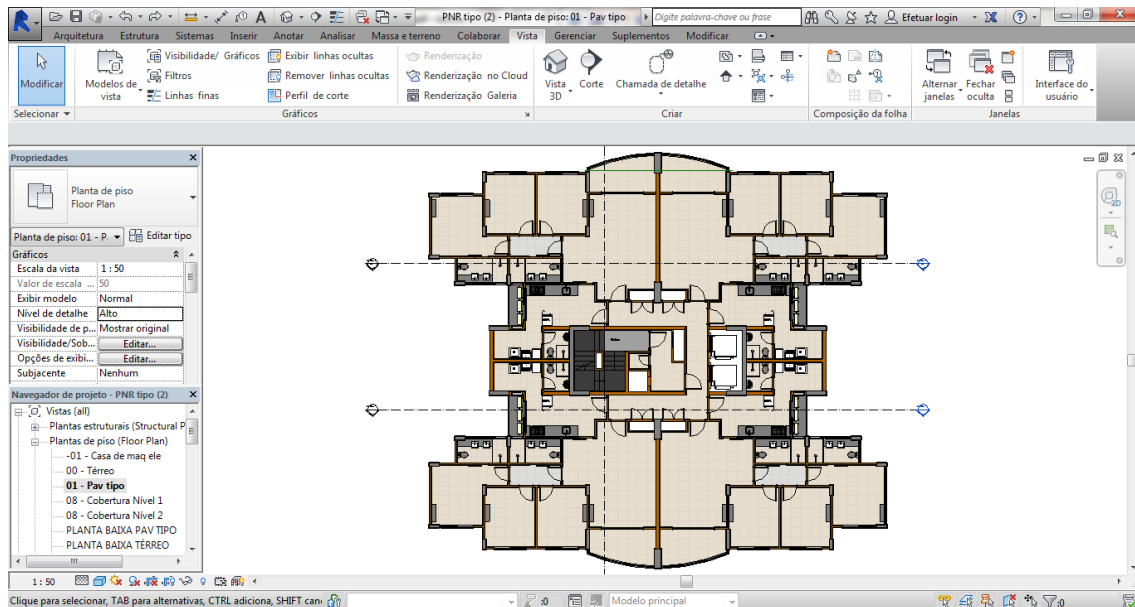
Figura 21 - Modelagem da planta de piso térreo no Revit



Fonte: BAIA, 2015.

2) Planta de piso pavimento tipo:

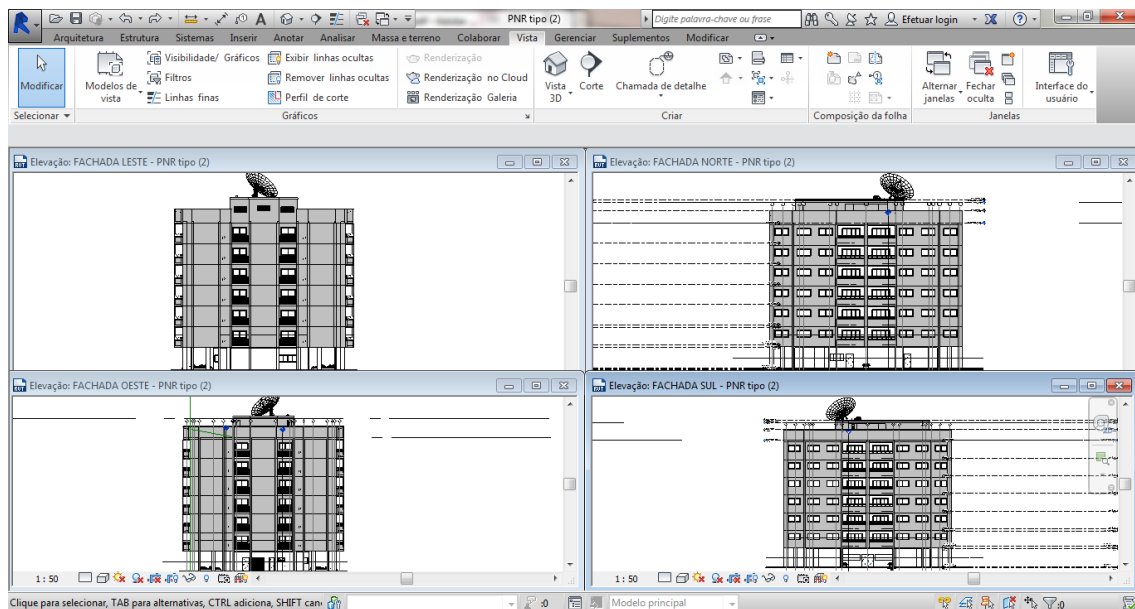
Figura 22 - Modelagem da planta de piso pavimento tipo no Revit



Fonte: BAIA, 2015.

3) Elevações (Fachada Leste, Fachada Norte, Fachada Oeste e Fachada Sul):

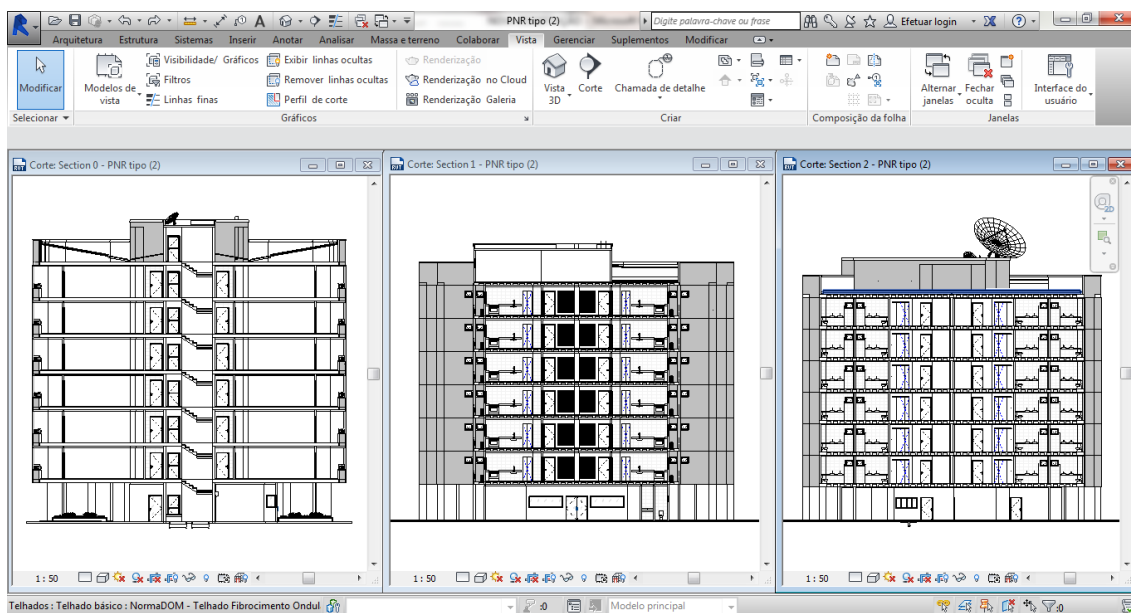
Figura 23 - Elevações geradas no Revit



Fonte: BAIA, 2015.

4) Cortes da construção:

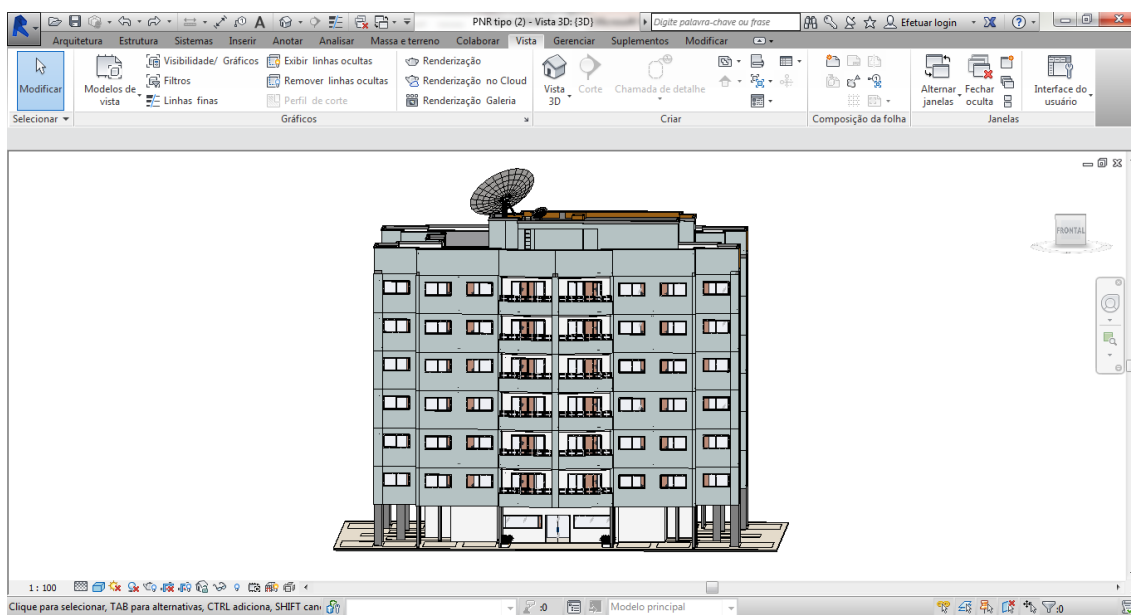
Figura 24 - Cortes da construção gerados no Revit



Fonte: BAIA, 2015.

5) Vista 3D da construção:

Figura 25 – Vista 3D do projeto gerada no Revit



Fonte: BAIA, 2015.

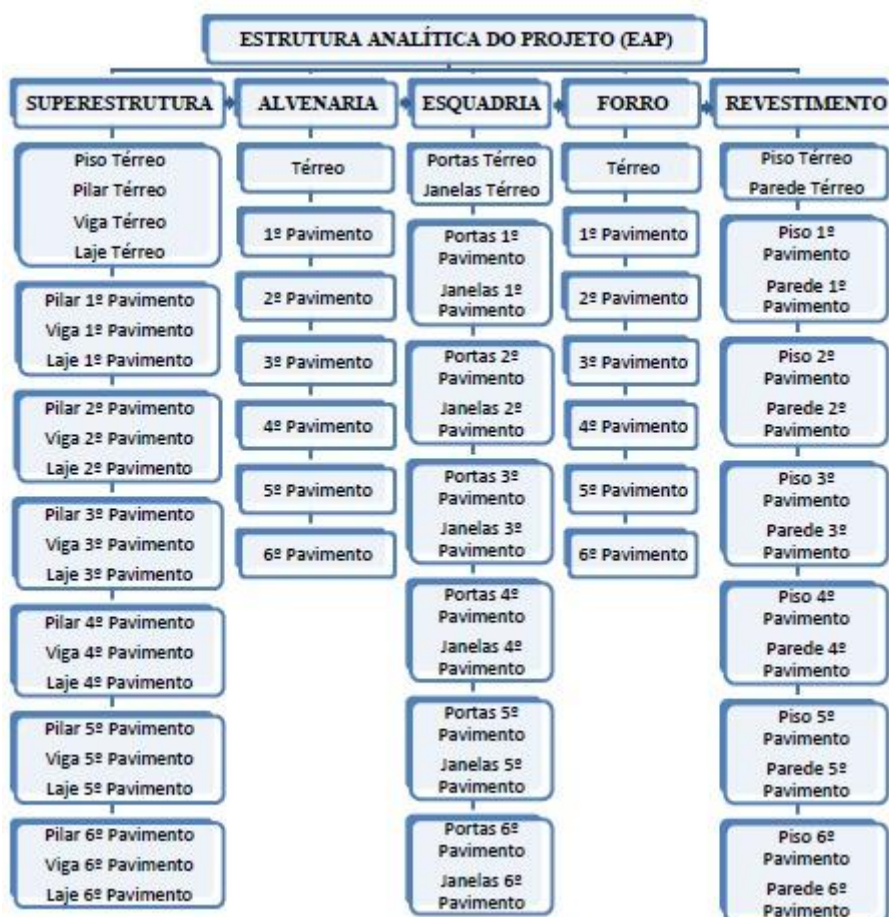
Com a vista 3D do projeto gerada, é possível ter a visão geral e bem realista de como irá ficar a obra depois de finalizada. Como no Revit, cada objeto criado é munido de informações (tamanhos, tipos, materiais e valores), e essas informações ficam armazenadas em um banco de dados. Assim, o usuário consegue extrair em forma de tabelas essas informações e exportá-las para o banco de dados externos como o Excel, facilitando assim o levantamento de quantitativos de materiais, à medida que a edificação vai sendo modelada.

Passo 7 – Criação do Cronograma da Obra:

Com a finalidade de estudar a integração do modelo 3D com a dimensão do tempo foi elaborado o cronograma da obra no Microsoft Project 2013.

Primeiramente, a autora desenvolveu a EAP realizada de forma simplificada, de acordo com as informações do modelo 3D.

Figura 26 - Estrutura Analítica do Projeto (EAP)



Fonte: BAIA, 2015.

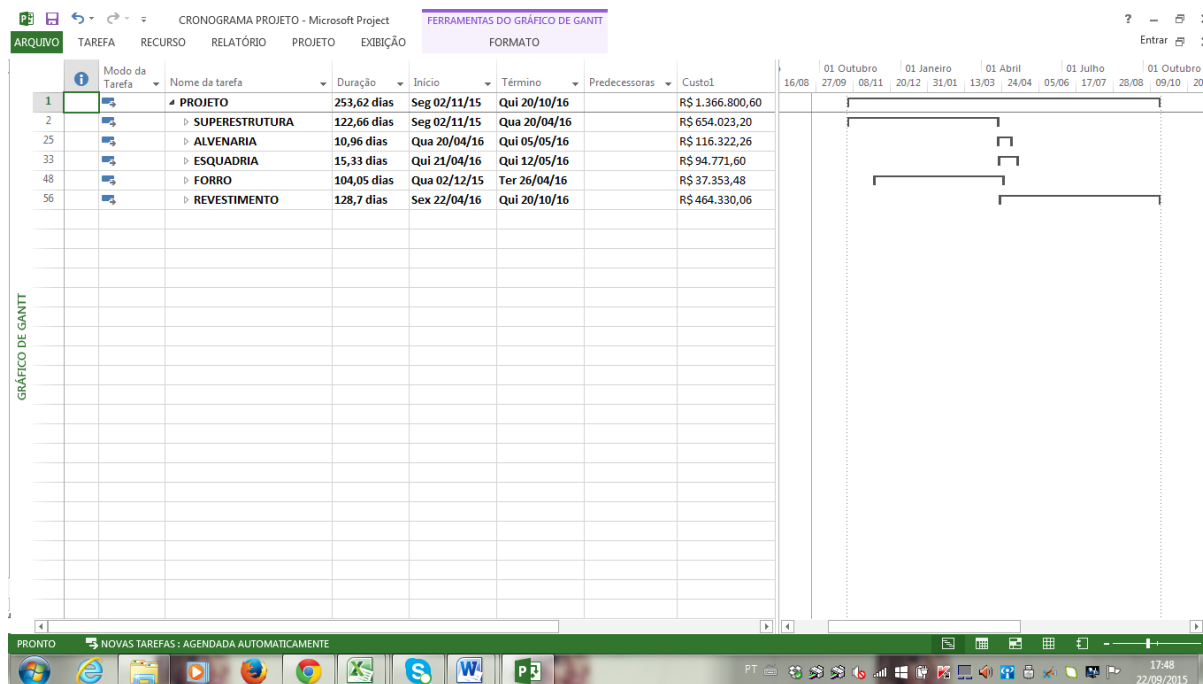
A partir da Estrutura Analítica do Projeto foi criado o cronograma. Definidas as atividades, o processo de execução e a definição dos fluxos principais, foram usadas as Tabelas de Composições de Preços para Orçamento (TCPO), 13ª edição, com o intuito de estimar consumos de materiais e de mão de obra para a execução das tarefas.

Com isso, o tempo de realização de cada serviço foi estimado de acordo com os dados da TCPO.

A autora adotou cada dia como um dia de jornada de trabalho normal de 8 horas diárias. O cálculo da duração de cada atividade foi feito também utilizando a tabela TCPO, com ajuda do Microsoft Excel.

Determinado o tempo de cada atividade, a EAP foi aplicada na ferramenta de planejamento Ms Project 2013. Foi realizado um cronograma no software contemplando todos os processos construtivos, levando em consideração o tempo de execução das tarefas. Conforme a figura 30.

Figura 27 - Cronograma geral da obra criado no Ms Project



Fonte: BAIA, 2015.

As listas de atividades são informações que podem ser visualizadas da folha de Diagrama de Gantt. No Ms Project, todas as ações, são denominadas tarefas, que são atividades com início e fim determinados e o término de uma tarefa é pré-requisito para a conclusão do projeto (BAIA, 2015).

Criada a lista de tarefas com a duração de cada uma delas, o próximo passo é construir vínculos entre elas. Essas relações são denominadas de relações de dependência ou precedência.

Definidas as atividades, durações de cada uma dela, suas dependências e a quantidade da mão de obra, foi então elaborado o cronograma de Gantt, que foi utilizado para o planejamento 4D no sistema BIM Navisworks.

Passo 8 – Levantamento dos Custos:

O trabalho em análise foi focado apenas no levantamento dos custos diretos dos serviços. O software Revit utilizado para a elaboração do modelo 3D da obra apresenta um recurso que permite a extração de diversas tabelas com os quantitativos de materiais utilizados

na obra. Estes quantitativos gerados podem ser customizados para definir as unidades ou dimensões dos elementos, quanto para estabelecer a própria formatação das tabelas.

A autora utilizou para a elaboração do levantamento dos custos, as composições da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO 13, 2010) pela PINI sistemas e pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil SINAPI (novembro/2014) da cidade de Brasília, disponível no site da Caixa Econômica Federal.

Logo, os custos obtidos de cada atividade foram aplicados no Ms Project, juntamente com o seu cronograma, conforme figura 30.

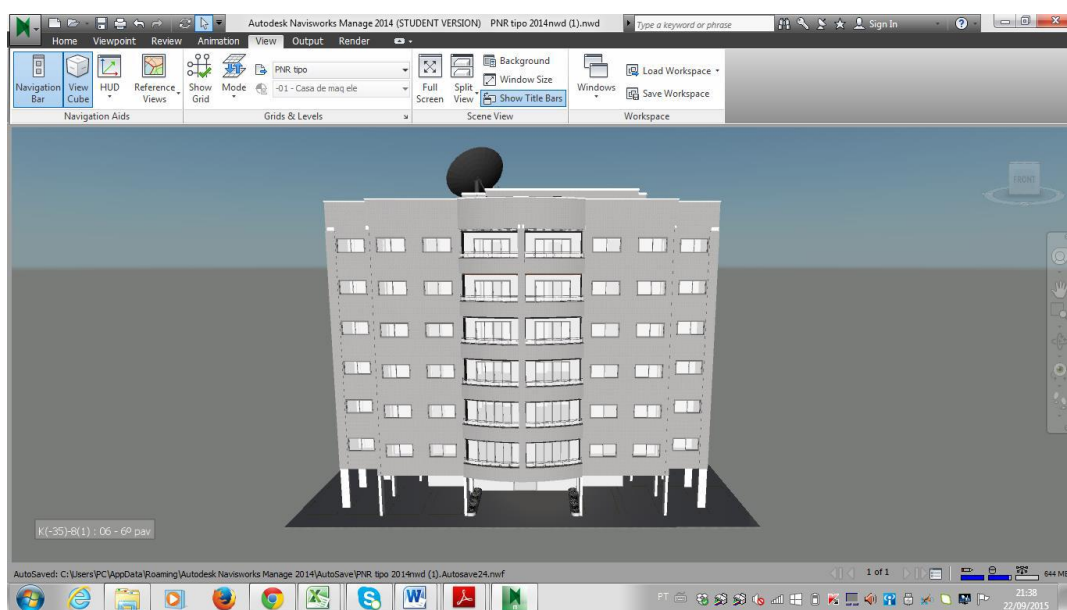
Os dados obtidos foram utilizados para o planejamento 4D e 5D da obra no programa Navisworks.

Passo 9 – Geração do Planejamento 4D e 5D.

No Navisworks foi feito o planejamento 4D e 5D do projeto com base na execução das tarefas, a partir do cronograma de atividades e de custos no Ms Project descritos na EAP. O software possibilita importação de arquivos de planejamento, fazendo a conexão das tarefas e dos custos com o modelo 3D. Esses dados do planejamento feito no Ms Project e a modelagem 3D feita no Revit, são importados para o Navisworks.

A Importação do modelo 3D (Revit) para o Navisworks, é demonstrada pela autora na figura 28.

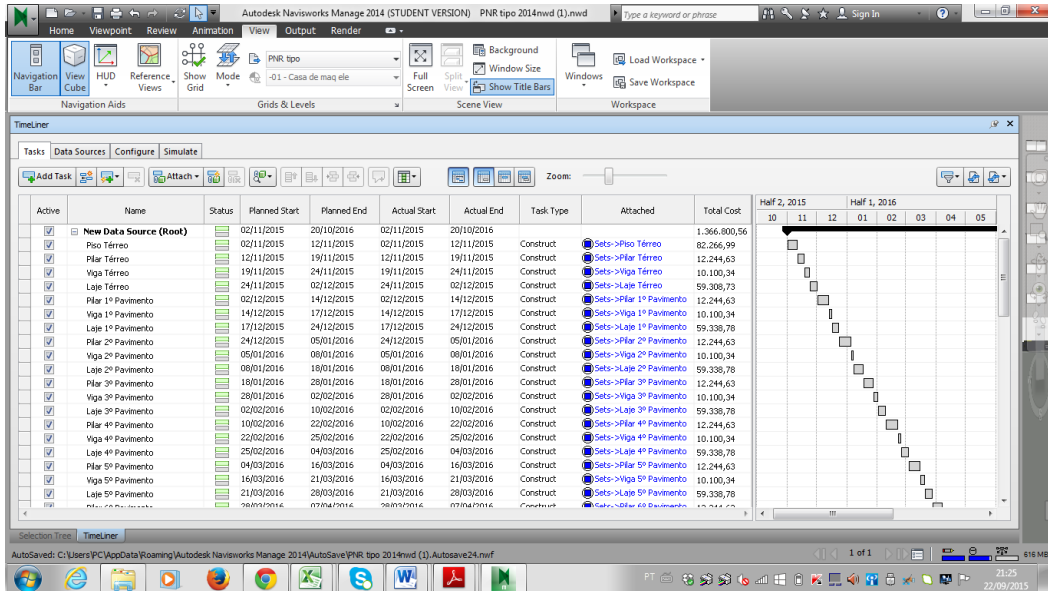
Figura 28 - Modelo 3D Revit sendo exportado para o Navisworks



Fonte: BAIA, 2015.

A autora também demonstra como é visualizado no Navisworks a importação do cronograma feito Ms Project, conforme a figura 29:

Figura 29 - Cronograma de atividades e custos feitos no Ms Project sendo exportados para o Navisworks

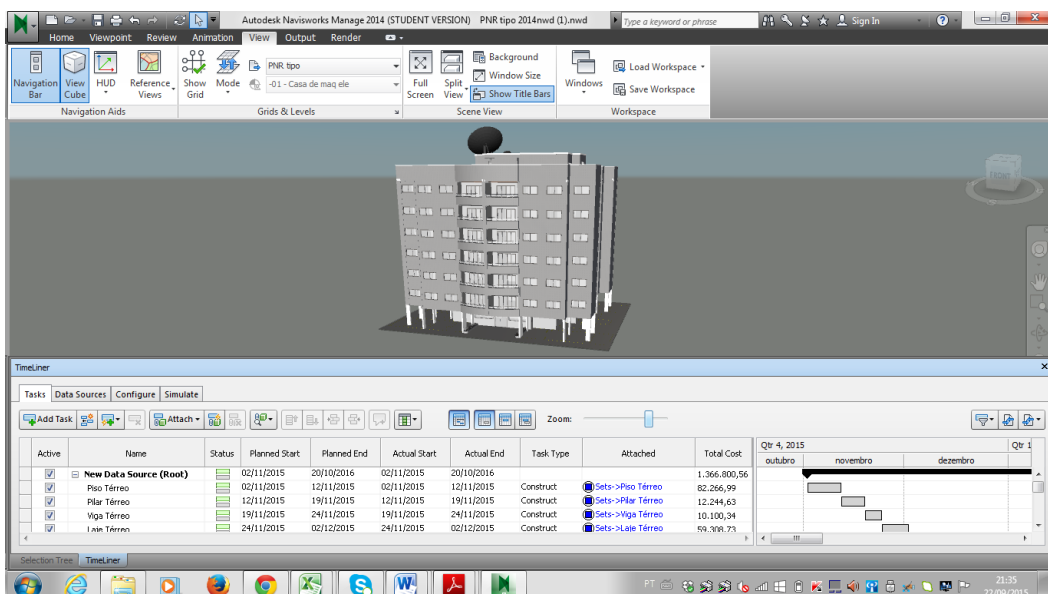


Fonte: BAIA, 2015.

Na parte esquerda é descrita a tabela de tarefas e de custos e na parte direita é demonstrado o gráfico de Gantt.

Na sequência, a autora mostra que é possível ter uma visão geral do projeto contendo o planejamento 4D e 5D. Assim, é feita a verificação do andamento da obra, através da visualização gráfica, segundo o cronograma e os custos. Na figura 30 é mostrada essa visão mais ampla das etapas da construção.

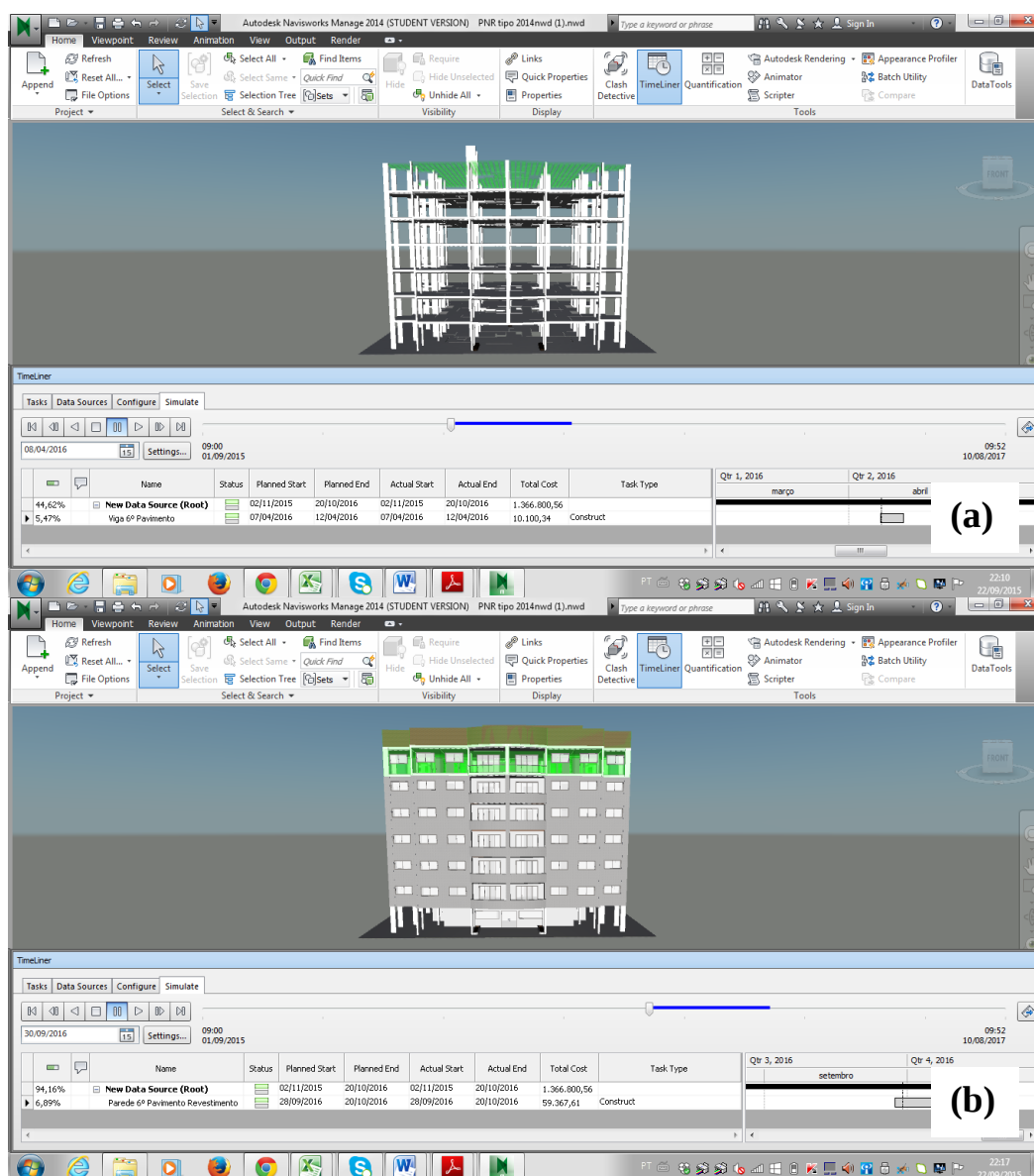
Figura 30 - Visão geral do projeto (modelagem 3D, cronograma e custos) no Navisworks



Fonte: BAIA, 2015.

Nesse processo associado, é possível visualizar cada etapa da obra em qualquer data do cronograma e acompanhar os seus custos. As figuras 31 (a e b), demonstram este processo.

Figura 31 – Simulação da construção no Navisworks (a) e (b)



Fonte: BAIA, 2015.

Portanto, o Navisworks é eficaz quanto ao acompanhamento e medições da execução da obra, oferecendo parâmetros visuais. A autora relata ainda que, nele é possível identificar atrasos na execução e o controle de custos, tendo assim uma visão mais realista do projeto.

4.4 CENÁRIO FUTURO

É incontestável que a tecnologia BIM vem rompendo barreiras e paradigmas quanto à produtividade, elevando o patamar de assertividade e confiabilidade dos projetos.

Se analisarmos o setor da construção civil, é notável a resistência às mudanças e também difícil a inclusão de novas tecnologias, sendo que o setor é reconhecido por sua tradicionalidade.

Entretanto, o BIM vem se espalhando por diversas partes do mundo. Em países como Chile, Cingapura e no Reino Unido, tem-se uma política de estratégica nacional, onde todas as obras financiadas com o dinheiro público são obrigatoriamente desenvolvidas com a plataforma BIM. Nos Estados Unidos durante a crise do mercado imobiliário em 2008, a implementação do BIM cresceu intensamente. As empresas de lá utilizaram a plataforma como medida para enfrentar a crise, assim, o mercado inovou, aprendeu e melhorou seus processos de utilização do sistema BIM, aumentando novamente sua produtividade e eficiência.

Uma pesquisa realizada em 2013 pela MCGraw Hill Constructions, em países onde a utilização do BIM é mais difundida e abrangente, apontou que um dos principais benefícios percebidos pelas empresas foram: melhoria das suas imagens junto ao mercado, como evidência concreta de liderança e inovação.

Em território brasileiro, a adoção da plataforma BIM ainda pode ser considerada incipiente, entretanto algumas iniciativas para implantação têm sido tomadas por empresas e agências públicas, como o Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), Odebrecht, Gafisa e Sinco, estão entre os pioneiros na utilização BIM no país (CATELANI, 2016)

Como já foram citadas nesse estudo, outras iniciativas vêm crescendo junto ao setor, como o caso do Exército Brasileiro, o Governo de Santa Catarina, o CBIC em parceria com o SENAI, entre outros.

O BIM ainda é uma tecnologia em desenvolvimento. Conforme a plataforma se desenvolve o seu uso torna-se mais disseminado, a amplitude de seus impactos no modo como se constrói fica mais evidente (EASTMAN et al., 2014).

A tendência é de que nos próximos cinco anos, a adoção das ferramentas BIM deva crescer consideravelmente. Segundo o mesmo autor (p. 282) “O BIM contribuirá para um grau mais alto de pré fabricação, flexibilidade e variação nos métodos construtivos e

tipologias, redução de quantidade de documentos, redução sensível dos erros de projeto, menos desperdício, maior produtividade e orçamentos e cronogramas mais enxutos.”.

A cada ano que passa o mercado tende a aderir novas tecnologias, e a plataforma BIM vem despontando no setor AEC, empresas estão buscando se familiarizar e se adaptar a essa nova concepção da utilização BIM, muitas delas ainda em fases iniciais de implantação do sistema devido a sua enorme abrangência e utilização.

Estima-se que até 2020, fatores econômicos, tecnológicos e sociais provavelmente irão direcionar o desenvolvimento futuro da utilização da plataforma BIM. Acreditando na transformação dos serviços de engenharia e arquitetura em *commodities*, ou seja, o movimento em direção aos métodos de construção enxutos. Um fator importante a ser destacado é a demanda por construções sustentáveis, os sistemas BIM terão maior capacidade de fornecer a engenheiros e arquitetos, a capacidade de elaboração de construções mais eficientes em termos de energia e utilização de materiais recicláveis (EASTMAN et al., 2014).

O BIM pode gerar uma grande revolução tecnológica no mercado da construção civil, já que o seu processo tecnológico está em constante desenvolvimento. Outras tecnologias como, sensoriamento remoto, posicionamento global (GPS), tecnologias de troca de informação, inteligência artificial (IA) e outras, auxiliaram o desenvolvimento de novos softwares.

5 CONCLUSÃO

Este estudo abordou os processos de utilização das ferramentas BIM voltadas para o planejamento e gerenciamento de obras na Construção Civil.

O trabalho traz um resumo sobre planejamento, incluindo os principais métodos convencionais. Foram analisadas as etapas de implantação a um projeto BIM 4D e 5D onde foi possível identificar as principais funcionalidades, benefícios e dificuldades do BIM. Também foram descritos os principais softwares utilizados para o uso na modelagem 3D, 4D e 5D.

Foi proposto ainda, um método de pesquisa baseado em analisar um estudo voltado para o processo de planejamento de obra com a utilização da plataforma BIM dividido em três etapas: 1ª: levantamento das ferramentas BIM aderentes ao fluxo de trabalho; 2ª: seleção das atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas; 3ª: aplicação das ferramentas BIM às atividades selecionadas. Essas etapas podem contribuir aos profissionais que objetivam implantar a nova tecnologia, afim de desenvolver uma nova forma para a realizar e executar projetos.

Dessa forma, conseguimos identificar as principais etapas e processos da plataforma BIM, voltados para a fase de planejamento e gestão de obras, assim, alcançamos o objetivo proposto nesta pesquisa.

Com base neste seguinte estudo também foi realizado uma projeção de utilização da plataforma BIM para um cenário futuro de mercado. O BIM contribuirá a tornar o processo de desenvolvimento de edificações mais rápido e mais eficiente, desde seu planejamento até sua execução.

O progresso do BIM também apresenta diversos obstáculos, as principais dificuldades encontradas são: conhecimento técnico, resistência às mudanças, questões culturais, entre outros.

Observou-se que apesar de a plataforma estar ainda em fase de desenvolvimento em território nacional, algumas iniciativas já vêm sendo tomadas para sua utilização dentro do setor AEC. Com base no estudo, pode-se observar que a plataforma é muito abrangente, e que o mercado levará tempo para familiarizar-se e ter conhecimento da total capacidade que o BIM tem a oferece.

Apesar de a plataforma apresentar dificuldades e ainda estar em processo inicial de conhecimento, a tecnologia BIM é o futuro do setor AEC e é fundamental que os profissionais estejam preparados esse novo mercado, deixando para trás uma cultura retrógrada.

REFERÊNCIAS

- BAIA, Denize Valéria Santos. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Estruturas e Construção Civil Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- BOMFIM, Carlos Alberto Andrade. LISBOA, Bruno Teixeira Wildberger. MATOS, Pedro Cesar Correia de. **Gestão de obras com BIM – uma nova era para o setor da construção civil**. Construction management withbim – a new era for the construction sector. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 9-11, November, 2016 - Buenos Aires, Argentina.
- CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M. C.; JUNIOR, R. M.; SCHEER, S.; FREITAS. M. C. D.. **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, 2015. Disponível em: <<http://www.entendendobim.com.br/>>. Acesso em 16 mai. 2018.
- CATELANI, Wilton Silva. **Implantação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras. Parte 1 - Fundamentos BIM**. Brasília: Cbic, 2016.
- CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras. Volume 2 - implementação BIM**. Brasília: Cbic, 2016.
- CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras. Volume 3 - Colaboração e Integração BIM**. Brasília: Cbic, 2016.
- CATELANI, Wilton Silva. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras. Volume 4 - Fluxos de trabalho BIM**. Brasília: Cbic, 2016.
- DUTRA, H.. **Construção civil no brasil: situação atual e projeções para 2018**. 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog:https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- 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. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**. São Paulo: Bookman, 2014. 477 p. Disponível em:<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/978858601181/pageid/3>>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Caderno de apresentação de projetos BIM**. Florianópolis: Governo do Estado de Santa Catarina, 2014.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: PINI, 2010.

PELIZZA, G. **5 motivos para realizar o planejamento de obras em plataformas BIM**.

Disponível em: <<https://www.bimnapratica.com/blog>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

SMITH, P. BIM & the 5D project cost manager. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2014, 119: 475-484.

STEINER, Luisa Ramos. **Análise da implementação da plataforma BIM no estado de Santa Catarina**. 2016. 108 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

SUZUKI, R. T.; SANTOS, E. T. **Planejamento 4D no Brasil: levantamento orientado à percepção de resultados pelos diversos “stakeholders” da construção**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7, 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Métodos de Pesquisa, 2009**.

Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>> Acesso em: 28 mai. 2018.