



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Rigolberto Mendes Sousa Junior

BIM 4D NA GESTÃO DE CRONOGRAMA: análise dos desafios de implantação em uma construtora em Palmas-TO

Palmas – TO

2017

Rigolberto Mendes Sousa Junior
BIM 4D NA GESTÃO DE CRONOGRAMA: análise dos desafios de implantação em uma
construtora em Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. DSc. Angela Ruriko Sakamoto.

Palmas – TO
2017

Rigolberto Mendes Sousa Junior

BIM 4D NA GESTÃO DE CRONOGRAMA: análise dos desafios de implantação em uma construtora em Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. DSc. Angela Ruriko Sakamoto.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. DSc. Angela Ruriko Sakamoto.
Orientadora
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. MSc. Maria Carolina de Paula Estevam D’Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. DSc. Elizabeth Hernandez Zubeldia
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me fortalecido ao ponto de superar as dificuldades e também por toda saúde que me deu e que permitiu alcançar esta etapa tão importante da minha vida. Não esqueço o papel que a Universidade teve ao longo de todo meu percurso e por isso agradeço os recursos e o apoio que sempre me ofereceu. Os professores e orientadores, em especial a D.Sc. Angela Ruriko Sakamoto eu deixo uma palavra de gratidão porque reconheço a paciência e atenção que sempre teve comigo. À minha família e a todos os amigos eu quero deixar meu agradecimento pelas orações e apoio que tornaram possível a realização do meu grande objetivo. Em geral, a todos vocês que de uma forma ou outra estiveram ao meu lado durante estes 5 anos de caminhada, muito obrigado.

RESUMO

Este projeto de pesquisa aborda o tema de implementação do BIM 4D na empresa PAM incorporações com estudo de caso no residencial Imperador do Lago. A plataforma que integra as informações dos diferentes projetos de uma construção é chamada de BIM, acrônimo do inglês *Building Information Modeling*, que tem sete dimensões (D), o BIM 4D agrega a visão do tempo ao projeto tridimensional (3D). Durante a fase execução, a eficiência do projeto está relacionada a efetuar as entregas com qualidade, no custo e no prazo. Este projeto estuda o quanto o BIM 4D pode agregar a um projeto em execução, numa empresa que já tem as práticas de gerencia de projeto estabelecidas. O projeto encontrava-se andamento com 85% de conclusão, foi realizado no pavimento tipo que contempla 161,14 m² de área construída, a obra não possuía nenhum projeto na plataforma BIM. Com este estudo foi possível entender as complexidades associadas à implantação da plataforma em uma obra que já está em fase de execução e não teve seu início orientado de forma correta na plataforma. Assim como, evidencia os ganhos que poderiam ter sido gerados, caso a plataforma fosse adotada de forma padronizada.

PALAVRAS CHAVES: BIM 4D; Planejamento; Cronograma.

ABSTRACT

This research project addresses the issue of implementation of the BIM 4D in the company PAM incorporations with case study in the residential Imperador do Lago. The platform that integrates the information of the different projects of a construction is called BIM, acronym of English Building Information Modeling, that has seven dimensions (D), BIM 4D adds the vision of the time to the three-dimensional (3D) project. During the execution phase, project efficiency is related to delivering quality, cost and time delivery. This project studies how much the BIM 4D can add to a project in execution, in a company that already has the established project management practices. The project was progressing with 85% completion, was carried out on the pavement type that contemplates 161.14 m² of constructed area, the work did not have any project in the platform BIM. With this study it was possible to understand the complexities associated with the implementation of the platform in a work that is already in the execution phase and did not have its beginning oriented correctly in the platform. As well, it shows the gains that could have been generated, if the platform were adopted in a standardized way.

KEYWORDS: BIM 4D; Planning; Schedule.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo BIM	12
Figura 2 – Ciclo BIM	13
Figura 3 – Gerenciamento de Tempo	15
Figura 4 - Associação do modelo 3D à sequência temporal das atividades da construção	18
Figura 5 - Planejamento BIM 4D - Atividades em execução.....	20
Figura 6 - Residencial Imperador do Lago	24
Figura 7 – Fluxograma para o desenvolvimento do projeto.....	25
Figura 8 Software utilizado pela empresa.	30
Figura 9 - Projeto em formato DWG, Planta Baixa Pavimento Tipo.....	32
Figura 10 - Retirada de Layers	32
Figura 11 - Planta baixa exportada para Revit.	33
Figura 12 - Modelagem em 3D, um pavimento tipo.	34
Figura 13 - Elementos estruturais, vigas e pilares.	35
Figura 14 - Níveis Desconfigurados	36
Figura 15 - Níveis Configurados	36
Figura 16 - Modelagem 3D com dois pavimentos.	37
Figura 17 - a) Pilares b)Vigas c) Portas.....	37
Figura 18 - Exportação do Revit para o Navisworks	38
Figura 19 - Importação do arquivo para o Navisworks	39
Figura 20 - Modelo Tridimensional no Navisworks	39
Figura 21 - TimeLiner	40
Figura 22 - Cronograma Original da Obra	40
Figura 23 - Cronograma Adaptado.....	41
Figura 24 - Vinculação de tarefa de um elemento (piso)	42
Figura 25 - Vinculação de tarefa de um grupo de elementos (pilares).....	42
Figura 26 - Simulação 4D.....	43
Figura 27 - Simulação 4D com data especifica	44
Quadro 1 - Protocolo de pesquisa para estudo de caso.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PMI	Project Management Institute
IFC	Industry Foundation Classes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	9
1.2	HIPÓTESES.....	10
1.3	OBJETIVOS.....	10
1.3.1	Objetivo Geral	10
1.3.2	Objetivos Específicos.....	10
1.4	JUSTIFICATIVA.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	BIM	12
2.2	PMBOK.....	13
2.2.1	Gerenciamento de Projetos	14
2.2.2	Gerenciamento do tempo de projeto	15
2.2.3	Gerenciamento de Custos de Projeto.	16
2.3	BIM 4D	17
2.4	CASOS DE BIM 4D NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
2.4.1	Condomínio Residencial	21
2.4.2	Edifícios EUA.....	22
3	METODOLOGIA	23
3.1	DESENHO DE ESTUDO	23
3.2	OBJETO DE ESTUDO.....	23
3.3	LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	24
3.4	PROCEDIMENTO DA PESQUISA.....	24
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO CASO	27
4.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	27
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA.....	27
4.3	GERENCIAMENTO DE PROJETO NA PAM.....	28
5	USO DO BIM NA PAM INCORPORAÇÕES	30
5.1	SOFTWARES UTILIZADOS	30
5.1.1	Autodesk Revit.....	31
5.1.2	Autodesk Navisworks.....	31
5.2	CONDIÇÕES DOS PROJETOS.....	31
5.3	INTEGRAÇÃO 3D COM O PLANEJAMENTO DA OBRA.....	38
5.4	SIMULAÇÃO 4D	41

6	PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO & CONCLUSÕES.....	45
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Devido à crise financeira que o mercado da construção civil vem sofrendo, ter um projeto planejado e executado com controle orçamentário se tornou uma questão de sobrevivência. Manter um cronograma de obra em um cenário incerto onde os juros, taxas e inadimplência só aumentam é bastante desafiador. Empresas que se mantêm no mercado estão em busca de novas tecnologias para melhorar seu desempenho e, garantir a otimização dos resultados.

Quando se fala nas etapas da estruturação de um empreendimento deve-se frisar bem o gerenciamento e planejamento, neste contexto, refere-se a ter uma previsão eficiente de todas as fases de uma construção com o intuito de prevenir os contratempos futuros, diminuindo custos e garantindo que a obra seja entregue no prazo estipulado e com a qualidade esperada.

A adoção da plataforma Modelagem da Informação da Construção, mais conhecida como BIM (*Building Information Modeling*), vem crescendo para suprir essa necessidade. Em países desenvolvidos como os EUA, já é tarefa obrigatória para as construtoras o uso do BIM para participar de licitações, isso gera um impacto positivo no resultado final e na qualidade geral do projeto, além de disseminar a adoção da plataforma BIM.

Antunes (2013) define o BIM como uma tecnologia emergente que se propõe a revolucionar o modo de projetar e desenvolver empreendimentos na construção civil. Dessa forma, o conhecimento da tecnologia é capaz de gerar inúmeros ganhos para o setor, modificando concepção atual de planejamento de obras no Brasil.

Segundo Monteiro e Martins (2011), um dos vetores de desenvolvimento nas ferramentas BIM é a introdução da dimensão tempo nos seus modelos. Em termos de produção na construção, esta dimensão pode ser vista na perspectiva de um planejamento de atividades. Através da integração deste tipo de funcionalidade num modelo tridimensional BIM, surge o BIM 4D (BARBOSA, 2014).

Portanto, esta pesquisa investiga os desafios para implementar o BIM 4D em uma empresa de construção na cidade de Palmas, TO.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Com a crise econômica que o país vem sofrendo todo gasto deve ser reduzido. E quando se fala em atraso de obra é normal imaginar o “estouro” no orçamento. No mercado da construção é comum casos cujo prazo já ultrapassa o limite estabelecido, isso acontece devido a diversos problemas, como deficiência na logística (layout do canteiro de obras), falta de mão

de obra qualificada, compatibilização de projetos, problemas com fornecedores e inadimplência.

Assim, este projeto de pesquisa questiona: Como implementar o BIM 4D na empresa PAM Incorporações?

1.2 HIPÓTESES

As hipóteses deste estudo foram definidas com foco na etapa de execução do projeto.

- Mudanças de prazo são realizadas sem o uso de um processo explícito;
- As alterações de prazo podem negligenciar impactos técnicos e levar a sua não entrega;
- Os prazos são alterados na dependência humana e não refletem o planejamento original.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Propor um processo de implantação do BIM 4D em uma empresa de construção civil em Palmas, TO.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudar os casos de sucesso de implantação do BIM 4D.
- Investigar o processo atual de gestão de mudanças e prazos.
- Avaliar ganhos de adoção do BIM 4D e definir competências e habilidades requeridas para sua implantação.

1.4 JUSTIFICATIVA

O descumprimento dos prazos de entrega de obra torna-se recorrente na construção civil, a ineficiência dos planejamentos mostra o quanto o mercado necessita de novas metodologias que venham ajudar esse cenário. O principal indicador tempo, que forma o BIM 4D, se não for administrado de forma correta poderá interferir no desempenho global do projeto, gerando frustrações do cliente, aumento de custo e desgaste entre as partes interessadas, os stakeholders. Obras bem planejadas economizam material, diminui as chances de atraso e geram um maior lucro.

Neves (2009) considera que “a gerência do tempo é interferida quando a execução do projeto possui não conformidade afetando a qualidade e gerando um retrabalho aumentando o prazo para a execução da tarefa”.

Dessa forma, justifica-se o estudo do BIM 4D para ser analisado e comparado com as metodologias tradicionais, objetivando uma maior eficiência no sistema para melhoria no gerenciamento de tempo e gerando impacto na redução de custos.

O resultado desta pesquisa pode contribuir para uma melhor gestão de prazos e mudança no processo do objeto de estudo, assim como pode servir de guia para outras empresas do setor no desenvolvimento de seus processos e na adoção de novas tecnologias, como o BIM 4D.

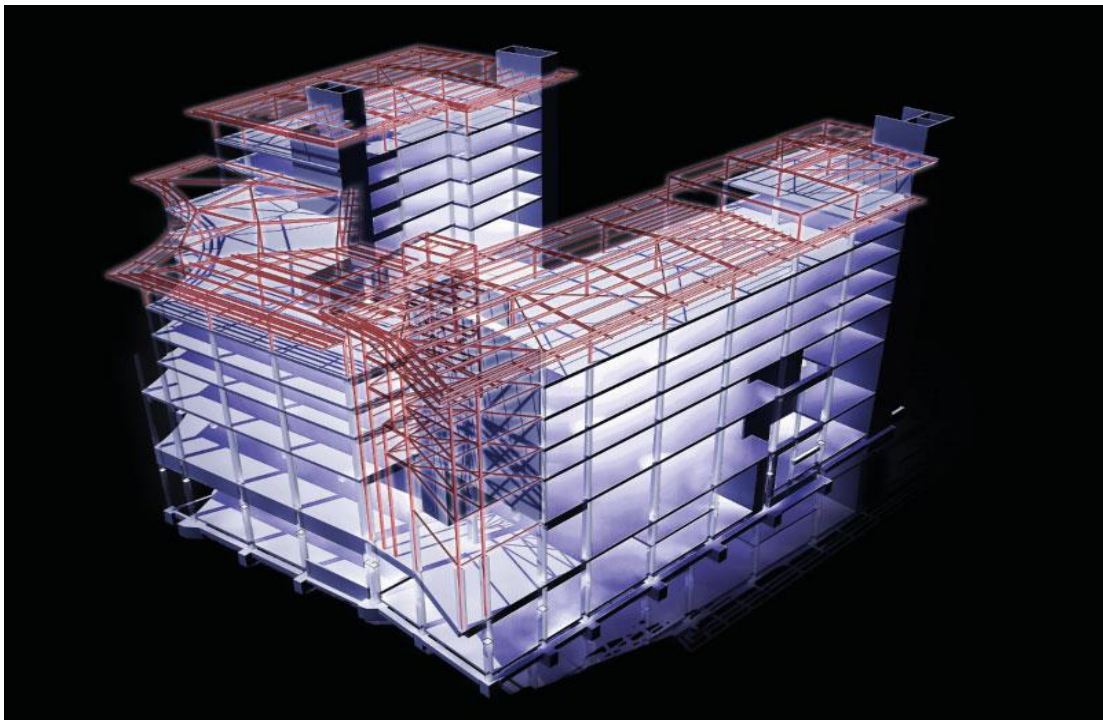
2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial teórico tem como objetivo abordar o controle de execução de obras, a tecnologia e modelagem em BIM 4D e relacioná-los à fase de execução de obras. Para o levantamento deste referencial foram utilizados dissertações e artigos com foco nos seguintes temas: conceituação do BIM, casos de BIM 4D na construção civil e PMBOK (2013), gerenciamento de projetos, enfatizando prazo e custo da construção.

2.1 BIM

Eastman et. al. (2014) definem BIM como “uma tecnologia de modelagem é um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Tais modelos são caracterizados pelos autores como componentes de construção que “sabem” o que são, permitindo associações entre si com atributos geométricos e dados computáveis e regras paramétricas estabelecidas. Esses componentes incluem dados em sua constituição que descrevem como deve ser seu comportamento dentro do modelo de maneira consistente e não redundante. A figura 1 ilustra o modelo tridimensional resultante da modelagem BIM incluindo todos os detalhes necessários à gestão do empreendimento.

Figura 1 - Modelo BIM



Fonte: S4C (2016)

Segundo Underwood e Isikdag (2010) apud Manzione (2013) o BIM é um processo fundamentado em modelos digitais que são compartilhados, integrados e interoperáveis, conhecidos como *Building Information Models*. Desse modo o autor define BIM como o

processo da gestão das informações do edifício por meio de sua modelagem paramétrica, enquanto o BIM é o produto dessa modelagem: rico em dados, tridimensional, digital e compartilhado.

O BIM pode ser entendido em três níveis de abstrações: produto, ferramenta e processo. Como produto entende-se por BIM como um modelo digital do edifício; como uma ferramenta, trata-se das diversas aplicações que interpretam e manipulam esse modelo; e como processo, consiste na abrangência de todas as atividades que fazem parte de todo o ciclo de vida de uma edificação (NIBS, 2008 apud MANZIONE, 2013). Em outras palavras, o conceito BIM consiste em uma metodologia de partilha da informação durante todas as fases do ciclo de vida de um edifício (projeto, construção, manutenção, demolição e reciclagem) conforme pode ser visualizado na figura 2, permitindo explorar e estudar alternativas desde a fase conceitual de um empreendimento, mantendo, dessa forma, o modelo final atualizado até à sua demolição (ANTUNES, 2013).

Figura 2 – Ciclo BIM



Fonte: Architectural BIM

Portanto, no escopo deste trabalho há necessidade de investigar como ocorre o processo de elaboração dos projetos, as ferramentas adotadas e a qualidade dos produtos associados as etapas de projeto.

2.2 PMBOK

Project Management Institute (PMI) é uma associação de escopo mundial, sem fins lucrativos, voltada para o gerenciamento de projetos. Atualmente, sendo a mais importante na

área de atuação, presente em 185 países, sendo a organização mais influente em gerenciamento de projetos. O PMBOK é um guia, de autoria da PMI, que veio como um divisor de águas na gerência de projetos, e já está na sua 5ª edição (2013). É um guia de orientação para profissionais que podem ser aplicadas a todos os tipos de projetos, e vem a contribuir para aumentar as chances de sucesso dos mesmos (PMI, 2017).

2.2.1 Gerenciamento de Projetos

Gerenciamento de projetos é a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos (PMBOK, 2013). Ele pode ser melhor compreendido por meio dos processos que o compõem, organizados em cinco grupos:

- Iniciação;
- Planejamento;
- Execução;
- Monitoramento e controle;
- Encerramento.

De acordo com Hozumi, Soares e Brochado (2006), para melhorar a eficácia do gerenciamento de projetos, abranger maior conhecimento do assunto e garantir maior desempenho dos profissionais e empresas da área, foi criado o PMI, com sede na Pensylvania, Estados Unidos. Das publicações editadas pelo PMI, uma das que se destaca tem o tema: “*A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*” popularmente conhecido como “PMBOK Guide”. O PMBOK integra práticas e conhecimentos de todos os estudos de gerência de projeto.

O PMI, define projeto como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. Segundo Trentim (2011) para um esforço ser considerado projeto ele precisa ser temporário, isto é, precisa ter definidas as datas para seu início e seu término. Se alguém começa um esforço, mas não define uma data para terminá-lo, não pode chamar isso de projeto, ou, pelo o menos, não conseguiu usar a maioria das técnicas específicas de gerenciamento. Projetos se caracterizam precisamente pela falta de rotina, ou seja, pela presença do inesperado. Em parte, isso se deve ao fato de que nenhum empreendimento é igual ao outro. Podemos ter construído dezenas de edifícios semelhantes, sem nenhum problema grave, mas nada impede que, nesse caso específico, aconteçam eventos inesperados que ajudem ou atrapalhem o gerenciamento.

2.2.2 Gerenciamento do tempo de projeto

De acordo com Barcaui (2015) gerenciamento de projetos é um assunto sério, muito se investe em treinamento, processos, ferramentas e estruturas para aumentar a maturidade de um ambiente de gerenciamento. Mas, ainda é possível observar uma série de problemas ligados a essa prática. Muitos estão relacionados a uma das variáveis mais imponderáveis e implacáveis de todas: o tempo. Uma verdade incontestável de nossos dias: projetos atrasam. É difícil quantificar precisamente o custo do atraso, mas é certo que existe um custo e é certo também que atrasos geram insatisfação. Quanto mais se retarda um projeto, mas lentamente se obtém o resultado esperado. Em muitos casos, isso pode significar a perda de uma oportunidade ou até de determinado mercado.

Gerenciamento de tempo está ligado a todas as outras áreas de gerenciamento de projetos. Pela figura 3, é fácil entender a relação que gerenciamento de tempo tem com outras áreas. Ao mesmo tempo é difícil entender como, em muitos casos, gerentes e equipes de projeto acabam gerando cronogramas inteiros diretamente, digitando atividade por atividade em sua ferramenta predileta, sem antes ter fechado corretamente o desenho dos entregáveis (BARCAUI, (2015).

Figura 3 – Gerenciamento de Tempo



Fonte: Barcaui 2015

A gestão de tempo vai desde a definição de atividades, sequenciamento, definição de recursos por atividades, estimativa de duração e montagem até o controle do cronograma. O

Gerenciamento do tempo do projeto inclui os processos necessários para gerenciar o término pontual do projeto.

A seguir, uma visão geral dos processos de gerenciamento do tempo do projeto, que cobre:

- Planejar o gerenciamento do cronograma - Estabelece as políticas, os procedimentos e a documentação para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto.
- Definir as atividades - Identifica e documenta as ações específicas a serem realizadas para produzir os entregáveis do projeto.
- Sequenciar as atividades - Identifica e documenta os relacionamentos entre as atividades do projeto.
- Estimar os recursos das atividades - Estima e quantifica as necessidades de material, recursos humanos, equipamentos ou suprimentos que serão necessários para realizar cada atividade planejada.
- Estimar as durações das atividades - Estima o número de períodos de trabalho necessários para terminar atividades específicas com os recursos estimados.
- Desenvolver o cronograma – Envolve a análise das sequências das atividades, suas durações, recursos necessários e restrições do cronograma visando criar o modelo do cronograma do projeto.
- Controlar o cronograma - Monitora o andamento das atividades do projeto para atualização no seu progresso e gerenciamento das mudanças feitas na linha de base do cronograma para realizar o planejado.

2.2.3 Gerenciamento de Custos de Projeto.

Para o PMBOK (2013) os procedimentos que tem envolvimento no gerenciamento dos custos do projeto são estimativas, financiamentos, orçamentos, planejamento, gestão e controle de custos, de forma que o projeto seja finalizado de acordo com o orçamento aprovado. O gerenciamento dos custos do projeto em uma visão geral, envolve:

- Gerenciamento dos custos é o procedimento de determinar as políticas, os processos e a documentação para planejar, gerir gastos e controlar os custos do projeto.
- Estabelecer os custos é o procedimento de progressão de uma estimativa de gastos das posses monetárias, fundamental para finalizar os exercícios do projeto.

- Definir o orçamento é o procedimento de integração dos gastos estimados de exercícios individuais ou planos de tarefa para definir um alinhamento de base dos custos autorizado.
- Monitorar os custos é o procedimento de controlar o desenvolvimento do projeto para atualização no seu orçamento e gestão das mudanças executadas no alinhamento de base de custos. Esses procedimentos relacionam-se entre si e com os de outras áreas de conhecimento.

O orçamento e estimativa de gastos estão fielmente ligados, principalmente em alguns projetos, aqueles especialmente que tem um menor escopo, podendo ser visualizados como um procedimento único que pode ser executado por apenas uma pessoa num tempo relativamente pequeno. Esses procedimentos estão sendo mostrados como procedimentos distintos pois as técnicas e ferramentas para cada um deles são dessemelhantes. O que é estabelecido no início do escopo pode se torna uma crítica devido a habilidade de influência dos gastos é maior nos estágios iniciais do projeto (PMBOK, 2013).

Segundo PMBOK (2013), a gestão dos custos de um determinado projeto preocupa-se especialmente com os gastos dos recursos que são necessários para completar os exercícios do projeto. A gestão dos custos do projeto deve ser levada ao pé da letra, pois se mal gerida causa um efeito negativo no resultado final. Por exemplo, quando se limita o número de revisões do design pode diminuir o gasto do projeto, assim tendo um melhor aproveitamento dos recursos.

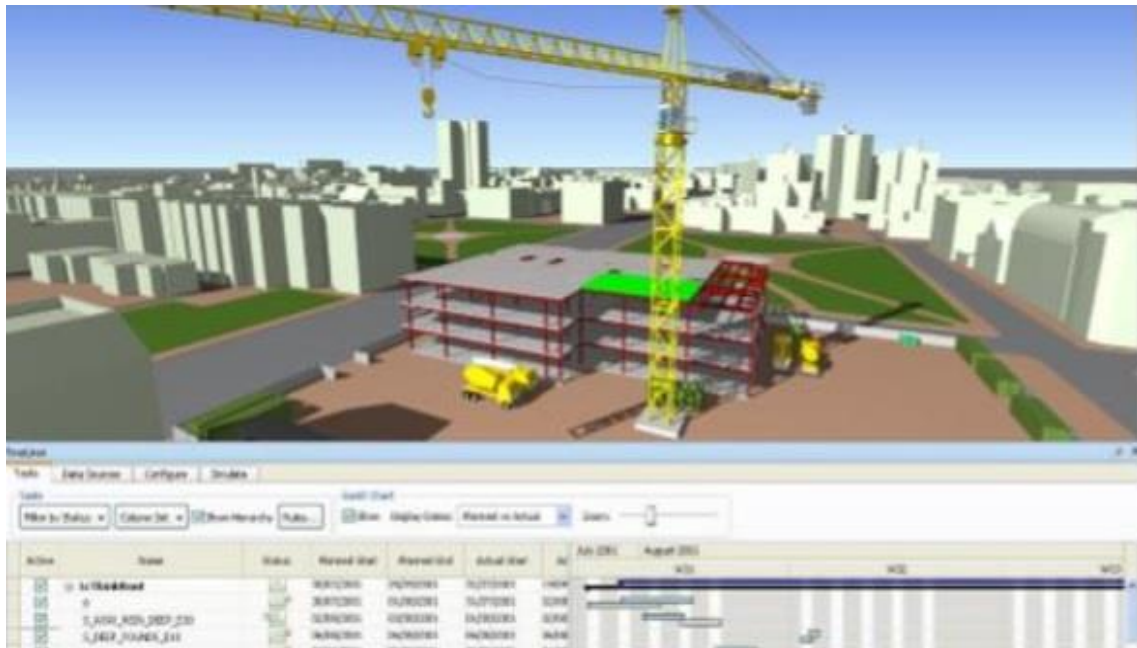
O gerenciamento e planejamento dos custos acontece no estágio iniciais ao fazer o planejamento de projeto e fornece a estrutura para cada procedimento do gerenciamento dos custos para que o comportamento dos mesmos seja eficaz e coordenado (PMBOK, 2013).

2.3 BIM 4D

BIM (*Building Information Model*), tecnologia essa que de certa forma mesmo que de seja devagar, está entrando na construção civil. Com base em representações digitais e características funcionais físicas da edificação, é um recurso que pode compartilhar as informações sobre a obra, de grande confiança podendo apoiar suas decisões e melhorar os procedimentos no decorrer do ciclo do projeto (BIOTTO, 2012).

O 4D é uma modelagem onde o tempo foi acrescido ao modelo 3D, que é conhecido como a quarta dimensão, que forma uma combinação para o planejamento da construção. No empreendimento tem-se um melhor entendimento pois o modelo gerar um nível novo de visualização e fonte de planejamento da obra (BIOTTO, 2012).

Figura 4 - Associação do modelo 3D à sequência temporal das atividades da construção



Fonte: Antunes 2013

A ferramenta de auxílio BIM 4D, apresentou-se uma opção nova de ferramenta auxiliadora na tomada de decisão no gerenciamento da produtividade, pois, os aspectos dos empreendimentos difíceis precisam de métodos, ações, ferramentas e técnicas apropriadas para se ter um gerenciamento com êxito.

Quando se modela com tecnologia 4D, os modelos 3D são associados ao tempo. O modelo 3D é conectado ao planejamento da construção, que permitindo ao cronograma do edifício que seja mostrado toda as etapas sequencias. Essa Ferramenta permite ao modelador executar o planejamento visualmente e comunicar as atividades no contexto de espaço e tempo. Tem-se as simulações ou vídeos vinda das animações do 4D referidas ao cronograma da obra. (EASTMAN et al., 2011).

A tecnologia BIM com a modelagem 4D, mostra a otimização do sequenciamento das atividades, devido ao uso de ferramentas que fazem a análise dos componentes BIM do método da construção. Esses instrumentos englobam o espaço, a aplicação dos recursos, e informações de produção (EASTMAN et al., 2011). Softwares baseados em BIM suportam a geração de documentos (por exemplo, desenhos, listas, tabelas e renderizações 3D). Como um recurso compartilhado de conhecimento, o BIM pode reduzir a necessidade de coleta e reformatação de informação, o que resulta no aumento da velocidade e precisão de informação transmitida, automatização de conferências e análises, e suporte às atividades de operação e manutenção (GSA, 2007; EASTMAN et al., 2011).

Para Eastman et.al. (2014), durante a fase de execução da obra pode-se aplicar o BIM 4D, que insere o cronograma de execução com a modelagem 3D, possibilitando visualizar o estado da construção em determinados momentos e isso possibilita melhoria no acompanhamento na execução da obra diariamente, podendo evitar alguns erros. Também há a possibilidade de identificar determinadas interferências advindas de incompatibilidade de projeto ou descobrimento de detalhes construtivos. As mudanças necessárias realizadas nesta fase poderão ser feitas no modelo e as mudanças no restante do modelo para adequação serão realizadas automaticamente. Esse formato de execução de obras é imprescindível por ser considerada como enxuta, pois, sabendo o dia que determinada tarefa irá ser executada, é possível planejar melhor a aquisição e recebimento do material e ainda a disposição da mão de obra necessária e disponível para realização da etapa.

Ainda conforme Eastman et.al. (2014), na etapa após a construção com todas as informações gráficas e as especificações técnicas do projeto, pode-se averiguar o desempenho das instalações do empreendimento. Como a atualização do modelo do empreendimento foi realizada adequadamente durante a execução, considerado como *As-Built*, é possível acessar informações imprescindíveis e certas para a realização de manutenções e também monitorar em tempo real as instalações.

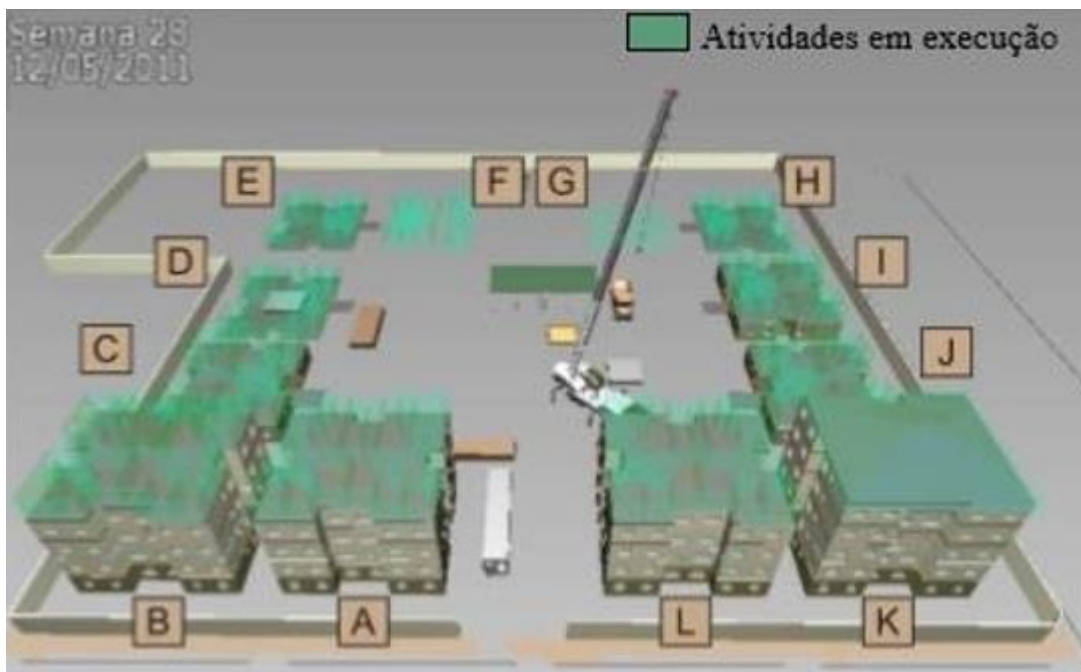
Com a evolução no uso do BIM, o modelo passou a utilizar um leque maior de informações, além do conteúdo gráfico ainda aderir outras dimensões ao modelo, uma delas é a modelagem 4D, que insere informações do planejamento das ações a serem executadas, além do desenho. A partir dessa inserção ocasionada pela possibilidade do BIM 4D, é possível visualizar as ações planejadas. O controle da execução permite, além de conferir planilhas, também localizar e descobrir visualmente possíveis problemas na fase de execução.

Segundo Coelho e Novais (2008), o BIM 2.0 se caracteriza por expandir o modelo a outros profissionais, além dos envolvidos no desenvolvimento dos projetos de arquitetura, estrutura e instalações prediais, diferente do BIM 1.0 que é um processo individualizado restritos aos projetistas. Para Brocardo (2012), o BIM 2.0 acontece quando os envolvidos de diversas áreas inserem no modelo informações como o tempo (4D), orçamento (5D), engenharia energética, análise ambiental e outros fatores (nD) integrando-os em uma única plataforma. Construtores e projetistas necessitam mudar o que estão acostumados a fazer e compartilhar informações para tornar o projeto viável com relação ao uso dessa tecnologia. Assim, a colaboração entre os profissionais envolvidos é premiada pela interoperabilidade das informações na plataforma BIM, possibilitando uma execução enxuta, sem desperdícios e gerenciada.

Delatorre (2011) apud Brocardo (2012) informa que é essencial fazer mudanças na implantação do modelo ao perfil da construtora, e assim torná-lo eficaz. Isso demanda tempo e dedicação dos envolvidos para criação do planejamento e execução. É de suma importância que cada empresa faça uma avaliação e adequação para criar a metodologia de trabalho de acordo com seu tipo de atividade. Essa inovação metodológica deve conter capacitação dos profissionais, aquisição de novas ferramentas essenciais e a revisão dos processos de trabalho. O acompanhamento por profissionais qualificados é imprescindível. A integração entre os softwares necessita de investimentos para atender a todas as necessidades da empresa.

De acordo com Pereira (2015), o termo BIM 4D adiciona a variável tempo à plataforma, ou seja, insere um cronograma no modelo 3D, podendo assim visualizar todo o andamento da obra diariamente. É permitido visualizar diversas formas de execução e colocar em prática a mais satisfatória para o empreendimento, diminuindo os impactos e atrasos. O BIM 4D ajuda muito na escolha para o layout do canteiro de obras em diversas etapas do projeto. É possível ter acesso a um maior número de informações, e isso é de suma importância para tomada de decisões com relação ao planejamento. Comercialmente permite a visualização de todo o empreendimento, auxiliando na hora de mostrar para o cliente.

Figura 5 - Planejamento BIM 4D - Atividades em execução



Fonte: Biotto (2012)

No que tange os benefícios de seu utilizar o método de gestão da produção com uso da modelagem BIM 4D é a facilidade de visualização de erros de sequenciamento dos processos, de conflitos entre equipamentos de transporte, instalações de segurança e tamanho do lote de produção.

Nas decisões da gestão da produção que abordam o empreendimento, a modelagem BIM 4D conseguiu explicitar a estratégia de ataque do empreendimento.

A maior utilidade do método de gestão da produção está no fato do uso da modelagem BIM 4D com as demais ferramentas de planejamento. Pois, através delas que é possível planejar os fluxos de trabalho, os ritmos de produção, o número de equipes necessárias, os prazos das obras, a ociosidade da mão de obra e o trabalho em progresso dos lotes de produção. Essas ferramentas são a base para as decisões preliminares da gestão da produção, que são avaliadas espacialmente nos modelos BIM 4D para posterior tomada de decisão.

O método abrange ainda a fase de análise de dados e tomada de decisão, na qual, através dos modelos BIM 4D, há a oportunidade de visualização espacial de decisões preliminares, sendo percebidos problemas nos canteiros de obras, antes e durante a execução do empreendimento. Nesta fase, os gestores se embasam em mais informações para tomada de decisão.

2.4 CASOS DE BIM 4D NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As indústrias de arquitetura, engenharia e construção tiveram rápidos avanços tecnológicos na última década, particularmente na área de modelagem de informações de construção (BIM). O BIM armazena todas as informações de um edifício e pode ser aproveitado para muitas aplicações novas e excitantes, incluindo a geração de quantidade de decolagens, programação 4D e simulações de construção.

2.4.1 Condomínio Residencial

Garrido et al. (2013) descrevem um condomínio residencial de quatro torres, cada uma das torres possuía um piso térreo, três pavimentos tipo, um barrilete e um pavimento para a caixa d'água. O condomínio possui ao todo 96 apartamentos sendo 24 em cada prédio. Os profissionais responsáveis pela obra não possuíam nenhum conhecimento de BIM, porém tinham vasta experiência em CAD 2D, cronogramas de Gantt e o uso de Linhas de Balanço. Com a implementação do BIM 4D, foi possível compartilhar os procedimentos executivos entre todos integrantes.

O uso do BIM 4D se mostrou válido quanto a aplicação da plataforma na tomada de decisões no projeto estudado e sua utilização mostrou resultados positivos. Foram apresentadas algumas interferências entre as atividades e a tecnologia aplicada mostrou-se pragmática e rápida. Soluções essas que poderiam até ser concebidas por profissionais sem o uso da

plataforma, porém demandariam maior esforço e tempo. Assim o uso da plataforma detecta erros com eficácia e eficiência operacional (GARRRIDO et al., 2013).

2.4.2 Edifícios EUA

KIM (2013) realizou uma pesquisa explorando as informações armazenadas no BIM para auxiliar na definição dos prazos, que resultou em reduções significativas de tempo em comparação com os métodos manuais tradicionais de estimativas. Para isso, Kim usou os resultados que havia concluído sobre a viabilidade da geração automática de prazos para o processo de construção com uso do BIM. Utilizou os elementos armazenados no BIM para gerar tarefas no cronograma e definindo seus prazos a partir das taxas de produção. O objetivo do trabalho não foi a criação de cronogramas, mas com o uso desta técnica acelerar o processo de simulação 4D. O conceito de usar modelos 3D simples para quantificar os materiais necessários, cronogramas e visualizações 4D, criando um processo de planejamento estrutural usando os modelos interpretáveis. Este sistema tem uma geometria de construção simples e métodos de construção conhecidos e, possibilitando as configurações de construção de edifícios. O estudo foi aplicado na elaboração do cronograma de dois prédios de pequeno porte na faixa de 560 a 935 m² com os componentes básicos do edifício tais como: lajes, paredes, janelas, portas, pisos, telhados e assim por diante. O aplicativo pode ser estendido para a programação com informações necessárias e regras de sequenciamento fornecidas (KIM 2013).

A pesquisa de Kim (2013) evidenciou a integração, de forma automática, dos projetos da edificação, tarefas, prazos e cronograma por meio do BIM, possibilitando simulações do BIM 4D e suas visualizações. Neste protótipo, as atividades associadas a cada tipo de elemento foram predefinidas e determinadas com base em informações extraídas para o elemento (por exemplo, localização, material). O maior esforço está na identificação de formas práticas para determinar quais atividades devem ser associadas a cada elemento, o uso de configurações padrão e os pontos de interação com o usuário. Embora a metodologia proposta possa auxiliar na rápida geração de cronogramas, existem algumas limitações a serem observadas: a limitação inerente ao ifcXML, que é a escalabilidade, e a complexidade da obra. Os modelos que foram testados em processo proposto são propostas BIMs para obras relativamente simples, com detalhes limitados, os cronogramas foram gerados em menos de um minuto, mas com o aumento da complexidade da obra e dos projetos da edificação os tempos aumentam significativamente.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é um estudo de caso que pode ser classificada como qualitativa quanto a sua natureza, pois, analisa e avalia as informações do tema. Quanto aos fins ela é empírica por abordar um tema com dados relevantes e convenientes obtidos através de experiências. Tem como objetivo chegar a novas conclusões a partir da maturidade experimental dos outros.

3.1 DESENHO DE ESTUDO

O presente estudo é classificado quanto a sua natureza como aplicada, por ter como finalidade a produção de informações para aplicação prática com o intuito de solucionar o problema relacionado a cronograma de obras com o uso do BIM 4D para aumento de eficiência e transparência do mesmo.

Este estudo tem como procedimento de pesquisa, caráter empírico com abordagem qualitativa onde se tem o ambiente natural como fonte direta de dados, onde visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular, preservando o caráter unitário do objeto social estudado. Sendo uma pesquisa exploratória e particularmente útil para geração de hipóteses.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo que norteia este projeto de pesquisa é a empresa PAM Incorporações especificamente no empreendimento Residencial Imperador do Lago, localizada na Orla 14 QD35 AL 14 Lote 04, Palmas-TO. Que trata de um edifício de 40 pavimentos, compostos por 4 mezaninos, 35 pavimentos tipos e cobertura. É uma obra que está em andamento e encontrava-se com 65% de conclusão. O empreendimento onde será realizado os estudos, foi escolhido devida a facilidade de acesso, por ser a obra com maior extensão vertical do Tocantins, e que segue um cronograma apertado devido o curto prazo de entrega.

O escopo deste trabalho é delimitado à fase de execução do projeto, contempla as análises de impacto das solicitações de mudança e acompanhamento da evolução das atividades em relação ao prazo e custos.

Figura 6 - Residencial Imperador do Lago



Fonte: Autor (2017)

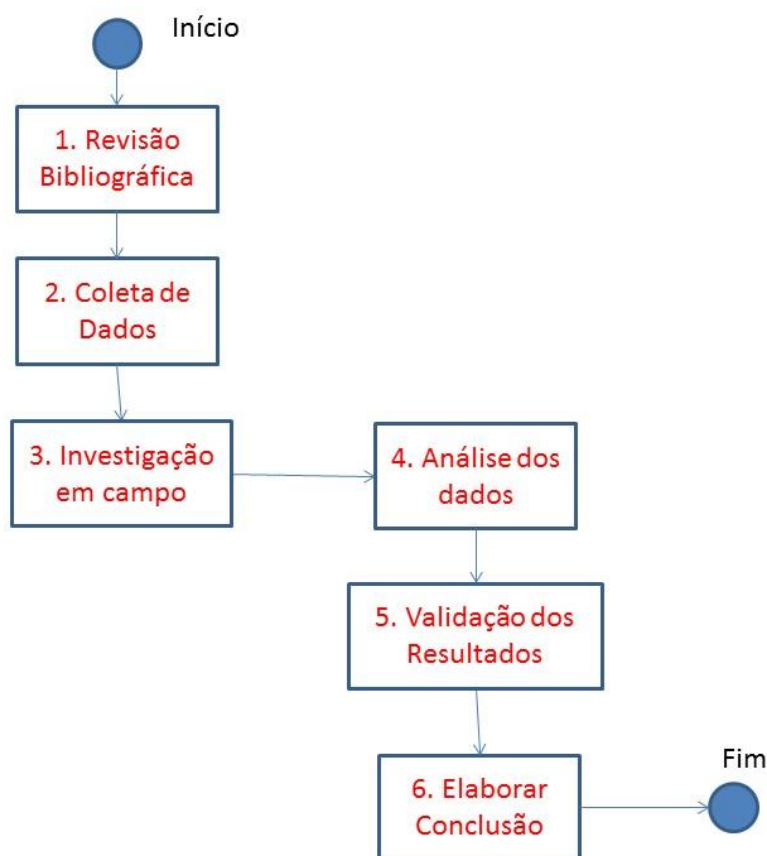
3.3 LOCAL E PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no empreendimento Residencial Imperador do Lago em Palmas-TO, e também por meio de pesquisas em artigos e livros. O período de realização será entre os meses de fevereiro de 2017 a novembro de 2017.

3.4 PROCEDIMENTO DA PESQUISA

Para a realização deste estudo foi elaborado um fluxo, vide figura 6, onde o autor iniciou com busca de artigos e informações sobre a plataforma BIM, voltado para o BIM 4D com a visão geral de gerenciamento de projetos e das ferramentas utilizadas. O segundo passo foi a coleta de dados sobre o processo atual usado pela empresa, incluindo a tecnologias e práticas adotadas, será mapeado o processo atual.

Figura 7 – Fluxograma para o desenvolvimento do projeto.



Fonte: Autor (2017).

Em posse do mapa de processo atual e com as informações do referencial teórico foi elaborado um roteiro semiestruturado para entrevistar os gerentes, residente e regional, do empreendimento. Assim, será realizada pesquisa em campo, com as entrevistas e as observações *in loco*, etapa 3 da figura 6.

Na etapa 4, Análise das práticas vigentes e a inclusão das alterações requeridas para a implementação do BIM 4D.

A validação dos resultados (etapa 5) será feita em dois momentos: Primeiro junto aos gestores da empresa e segundo pela banca, de forma a incorporar todas recomendações. Por fim, a conclusão e as considerações finais do trabalho serão fechadas, etapa 6.

O Protocolo de pesquisa representado no Quadro 1, é um documento que sintetiza todo o planejamento do projeto e é utilizado para guiar a pesquisa aumentando a confiabilidade do estudo, evitando perda de foco do trabalho e facilitando a validação dos resultados.

Quadro 1 - Protocolo de pesquisa para estudo de caso

Visão Geral do Projeto
<p>Objetivo: Analisar como o BIM 4D pode reduzir os problemas de gestão de cronograma e propor métodos e procedimentos do gerenciamento de projetos no edifício Imperador do Lago, aplicando propostas de melhorias conforme preconiza o Project Management Body of Knowledge (PMBOK).</p> <p>Assuntos do estudo: Uso do BIM 4D, Gerenciamento de Projeto.</p> <p>Leituras relevantes: Guia PMBOK, BIMHandBook.</p>
Procedimentos de Campo
<p>Apresentação das credenciais: Apresentação como acadêmico do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA.</p> <p>Acesso aos Locais: Negociado previamente.</p> <p>Fonte de Dados: Primárias (entrevista e observação) e secundárias (bibliográfica e documental).</p> <p>Advertências de Procedimento: Não se aplica.</p>
Questões investigadas no estudo:
<ol style="list-style-type: none"> a. Realizar um estudo bibliográfico, sobre o tema BIM e a gestão de prazo; b. Investigar como é feita a gestão de prazos e a elaboração do cronograma da obra; c. Desafios enfrentados para manter o prazo estipulado; d. Aplicação das boas práticas do PMBoK na gestão de projeto.
Esboço para o relatório final:
<p>Apresentar a relação entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar os principais desafios para implantar o BIM 4D; • Apresentar as práticas usuais da obra, para o gerenciamento de projeto, incluindo as dificuldades encontradas na gestão, sem o uso do BIM 4D. • Possibilidades de futuros estudos.

Fonte: Autor, adaptado de YIN (2010)

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO CASO

Este capítulo apresenta os dados coletados em relação ao estudo de caso: inicia com a sua descrição, para então introduzir as informações da obra estudada e as práticas e os processos adotados pela empresa para o gerenciamento de projetos.

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A oportunidade de realização deste estudo de caso surgiu em uma empresa construtora e incorporadora com sede localizada na cidade de Goiânia-GO. Esta empresa, fundada a vinte e cinco anos, atua fortemente no setor imobiliário no estado do Goiás e Tocantins, atendendo aos setores comerciais e residenciais. A PAM prima por uma relação de fidelidade e confiabilidade com cada cliente e colaborador. Para isso, trabalha pela identificação e satisfação de todas as necessidades de quem procura seus serviços e por total transparência nas transações. Todos os projetos são pensados a partir de parâmetros ímpares de qualidade, a fim de proporcionar conforto e durabilidade aos produtos oferecidos. Graças a uma adiantada visão de mercado, a PAM também se estabelece como referência em desenvolvimento sustentável, por prezar pela preservação, respeito e reaproveitamento dos recursos naturais. Pela mesma disponibilizou-se todos os dados que possuíam para a realização deste trabalho, possibilitando também o acompanhamento da obra desde o seu início e ao longo das etapas mais repetitivas.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

Com o objetivo de propor a aplicabilidade dos conceitos do BIM 4D em uma obra em fase de execução, foi tomada como estudo de aplicação das ferramentas o Residencial Imperador do Lago. Que trata de um edifício de 40 pavimentos, compostos por 4 mezaninos, 35 pavimentos tipos e cobertura. É uma obra que está em andamento com 85% de conclusão.

A obra ao final terá um investimento de R\$ 38 milhões. Planejada para ser executada em 36 meses, teve início em janeiro de 2015 programada para terminar em dezembro de 2017. Porém, no decorrer do ano de 2015 e 2016 houve grande inadimplência por parte dos proprietários, obrigando a diminuição da mão de obra e aquisição de materiais, tendo como consequência o atraso no cronograma físico, assim comprometendo o prazo de entrega da obra. Com a recuperação de recursos, no início de 2017 acelerou-se a construção do edifício, porém o volume de serviço ficou grande em relação ao tempo disponível, portanto segue-se em um cronograma apertado para entrega do empreendimento.

As informações foram cedidas pela engenheira residente da obra e foi escolhida por ser uma obra de fácil acesso, sendo a maior obra vertical do Tocantins e por permitir verificar o

impacto de vários fatores que poderiam ser pontos críticos para a implantação do BIM durante a execução, como: complexidade da obra, mudanças de escopo, fontes de recursos privados.

Toda a obra foi analisada no decorrer do período de estudo, onde pude pegar todas as etapas construtivas em andamento devido a sua amplitude. Os serviços são realizados simultaneamente podendo no primeiro pavimento está em fase de acabamento como assentamento de revestimento cerâmico, instalação de louças e metais, esquadrias de madeira, alumínio e pintura. E no último pavimento está sendo executado serviços de obra “bruta” como instalações hidrossanitária e elétrica, reboco interno e requadros. Podendo fazer um acompanhamento dos serviços paralelo com o cronograma físico da obra, utilizado pela parte técnica do empreendimento.

Analisou-se que as mudanças de cronograma ocorreram por alguns motivos, o principal dele é a parte financeira que acelera e desacelera o andamento. Se a inadimplência aumenta, compromete diretamente a entrega do residencial, que ocorreu em um momento em que o país estava passando por uma crise financeira. Os proprietários já não conseguiam honra o compromisso mensal e com os balões com datas pré-definidas. Outro fator que ocorreu e saiu do planejamento original foi a abertura para que os proprietários pudessem realizar quaisquer alterações em sua unidade, acarretando o atrasado de diversos serviços. Quando ocorre casos como esses é realizado um plano de ação para que haja a recuperação do tempo de atraso. Através de reuniões como toda equipe de engenharia juntamente com encarregados e mestre de obras, para se tomar a melhor estratégia possível. Tendo em vista que recuperar o tempo perdido pode ter um alto impacto no custo financeiro, tendo que aumentar a mão de obra, alimentação e equipamento de proteção individual. Deixando a equipe de frente sobrecarregada.

A realização da análise se deu no pavimento tipo da obra, que se inicia na quinta laje sendo que as três primeiras são mezaninos garagem e a quarta é o mezanino lazer. Os “tipos” estavam em fase de execução final podendo ser feito um acompanhamento sempre que necessário. O local conta com dois apartamentos por andar, sendo cada um com 161,14 m² com três suítes, sala e varanda ampla. No primeiro andar “tipo” em específico já estavam assentando as portas de madeira. E no último pavimento ainda estavam em fase de requadros, antes falado que por ser muito grande a obra teria essas etapas tão diferentes de serviços sendo executados simultaneamente.

4.3 GERENCIAMENTO DE PROJETO NA PAM

Para se ter um melhor entendimento sobre o planejamento e gerenciamento das obras da PAM incorporações, foi realizado entrevista com o gerente da empresa responsável pelas

obras no estado do Tocantins e a Engenheira residente do residencial Imperador do Lago. Pode-se extrair que toda a obra é gerenciada pelo software SIENGE, conhecido como ERP do acrônimo em inglês *Enterprise Resource Planning*, especializado para a Indústria da Construção, desenvolvido pela Softplan e que hoje já pode integrar com soluções BIM. Fazendo-se o controle desde a engenharia até a parte financeira e compras.

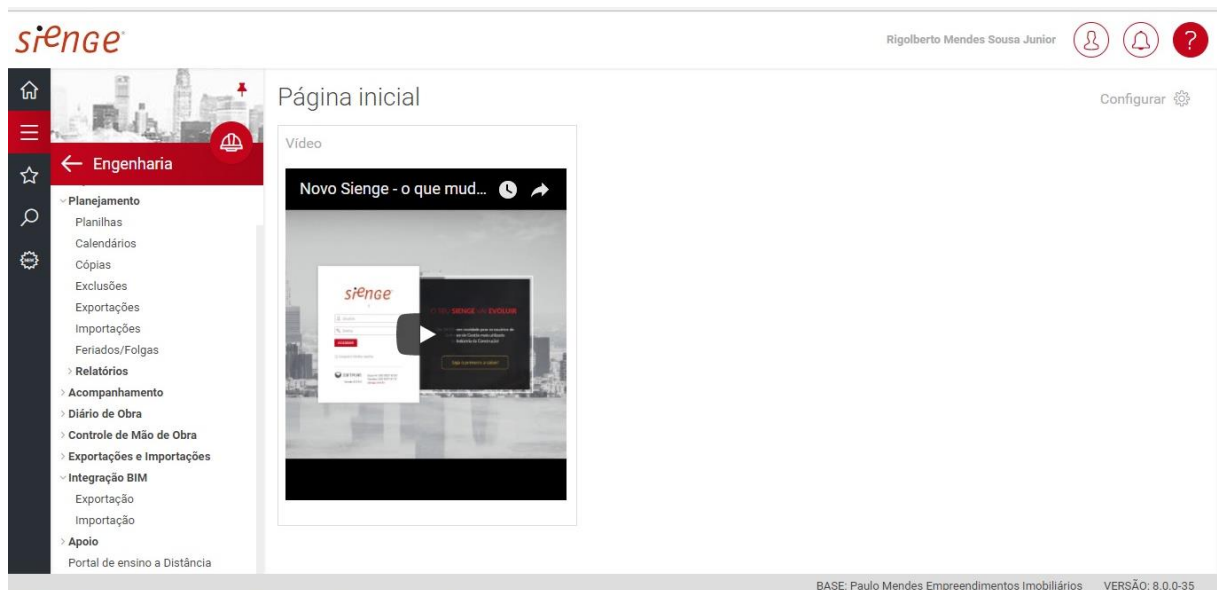
Como citado anteriormente a sede da empresa fica em Goiânia-GO, onde ocorre a **Inicialização** do projeto. É de lá que vem todos os projetos executivo, com orçamentos e prazos de entrega estipulado, e com essas informações vem definido o gerente que irá está à frente do projeto.

Já o **planejamento** executivo da obra é realizado pelo gerente e engenheiro residente na obra que fazem todo o acompanhamento da **execução** dos trabalhos semanalmente. O departamento de engenharia da empresa que fica em Goiânia faz o **controle** das através de relatórios encaminhados de Palmas e por visita nas obras. O **encerramento** se dá quando tem em mãos todas as informações, sendo possível saber como está indo o andamento dos empreendimentos e avaliar o desempenho de cada obra.

5 USO DO BIM NA PAM INCORPORAÇÕES

O software SIENGE utilizado na empresa (figura 8) não tem interação com o BIM 4D, em contato com o suporte técnico do software pude constatar que existe uma integração com BIM, porém no que diz respeito a parte orçamentaria da obra, não sendo possível o acompanhamento do fator tempo.

Figura 8 Software utilizado pela empresa.



Fonte: Autor (2017)

Na obra os projetos foram disponibilizados pela responsável técnica, sendo que todos foram elaborados no formato DWG. Sabendo que o AutoCad não é um software compatível com a plataforma BIM, torna-se difícil a integração, devido a necessidade de fazer a exportação de todos os projetos e cronogramas para o formato .rvt adquirido pelo software Revit.

5.1 SOFTWARES UTILIZADOS

Para que ocorra a modelagem 4D é necessária a utilização de softwares que tenham interação em projeto arquitetônico 3D e cronograma, fator tempo. Para manuseio das ferramentas teve-se que estudar o material que acompanha a instalação e os tutoriais fornecidos no site da Autodesk. Além disso, foram assistidos vídeos que auxiliaram na aprendizagem dos mesmos. Em pesquisa foi constatado que o Navisworks tem interação com formato 3D do Revit e os programas de cronograma MSProject e Primavera. Em análise, adquirir os softwares de cronograma ficaria inviável financeiramente, devido isso foi inserido o cronograma no próprio

Navisworks com ajuda da planilha fornecida pela SIENGE, que foi exportada para o Excel para maior facilidade.

5.1.1 Autodesk Revit

O Revit é um software da plataforma BIM, voltado para arquitetos e engenheiros. Ele permite a criação de um modelo tridimensional de um edifício, de sua estrutura e de todos os seus componentes, dando a cada elemento atributos e características específicos.

Apesar de não ser o propósito do presente trabalho a modelagem do edifício e seus elementos, o Revit será usado pois serão necessárias algumas alterações no modelo tridimensional existente para que a integração com Navisworks seja mais precisa.

5.1.2 Autodesk Navisworks

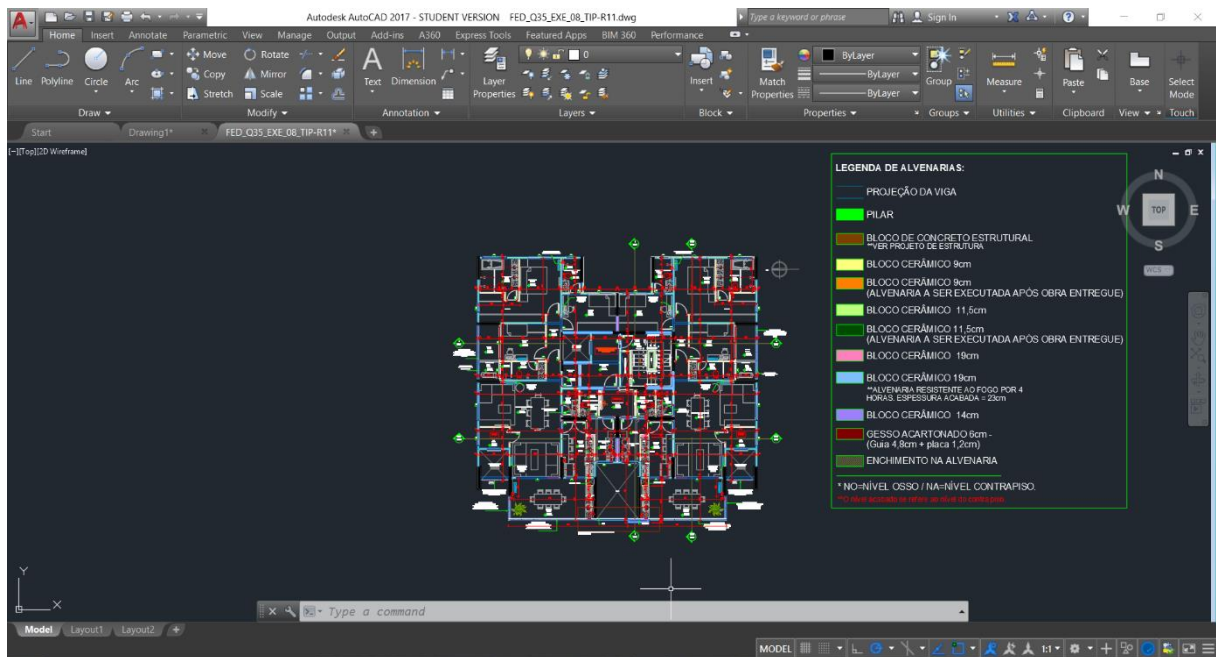
O Navisworks é um software utilizado para trabalhar com modelos tridimensionais. Nele é possível “caminhar” em uma estrutura, fazer medições, detectar interferências e, principalmente, realizar a simulação 4D da construção, que consiste em fazer simulações do andamento da construção em diferentes datas.

O Navisworks será utilizado pelo propósito da simulação 4D, fornecendo representações tridimensionais, em diferentes datas, de como deveria estar o andamento da obra de acordo com o planejamento realizado. O seu download é disponibilizado gratuitamente para alunos de graduação no site da Autodesk por três anos.

5.2 CONDIÇÕES DOS PROJETOS

Os projetos da obra foram todos elaborados no AutoCad, formato que não faz interação com o Navisworks, não sendo possível fazer a exportação direto.

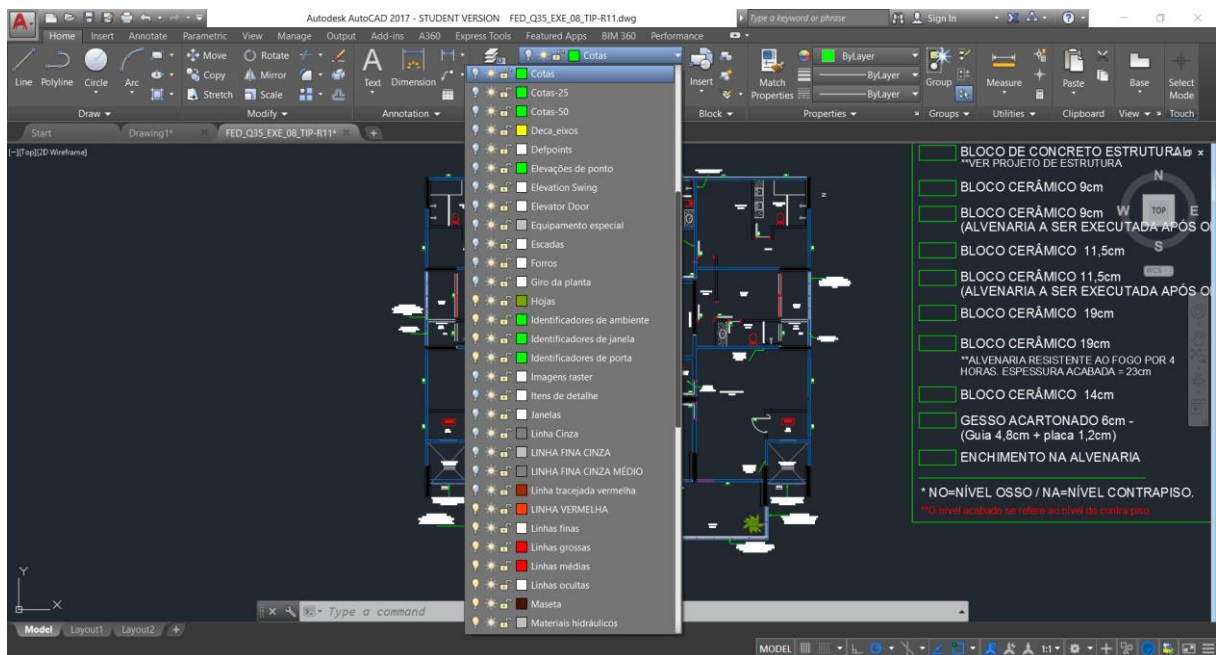
Figura 9 - Projeto em formato DWG, Planta Baixa Pavimento Tipo.



Fonte: Autor (2017)

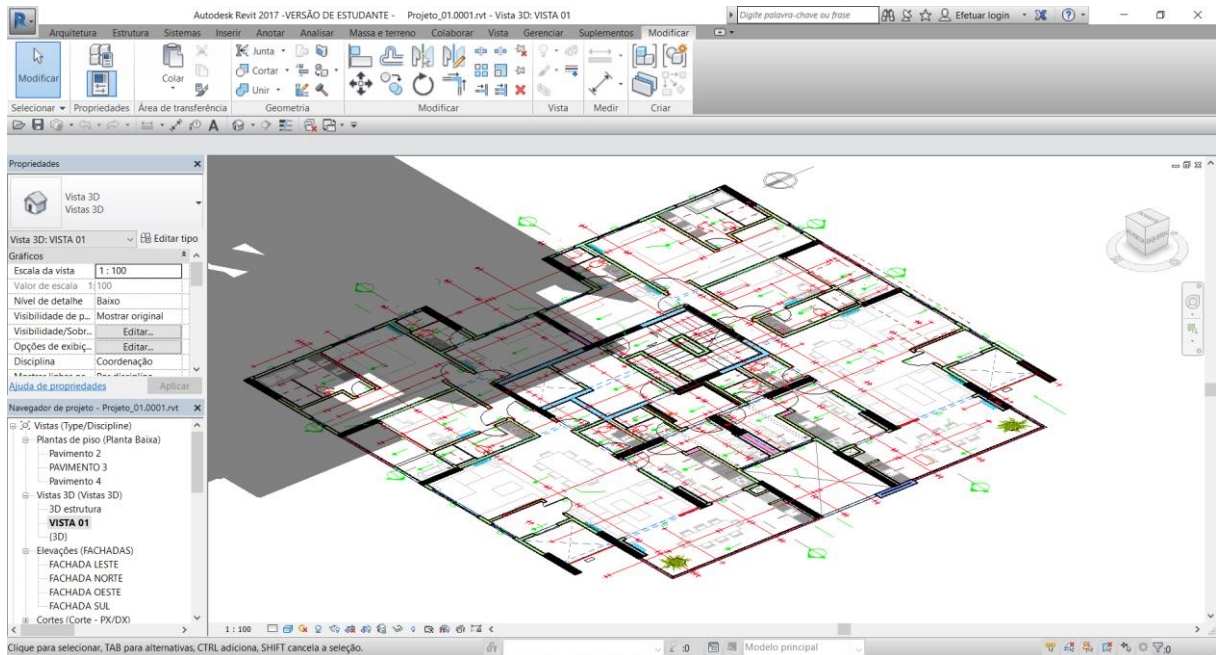
Como não é possível exportar projetos no formato DWG para o Navisworks, foi necessário exportar esse material primeiro para o software Revit. E como tinha muito conteúdo no projeto a ser exportado, foi retirado alguns itens desnecessários para o formato .rvt como parte de layers, cortes e outras plantas de pequenos detalhes, que não seria necessário para o Revit, assim deixando possível a utilização.

Figura 10 - Retirada de Layers



Fonte: Autor (2017)

Figura 11 - Planta baixa exportada para Revit.



Fonte: Autor (2017)

Com a planta baixa exportada para o Revit, iniciou-se a criação das paredes em 3D de acordo com o projeto base. Onde houve dificuldades devido a variação de espessura das paredes. Foi necessário reabrir o AutoCad e olhar as legendas dos tamanhos dos tijolos de cada parede e configurar três novas paredes especifica de diferentes lugares. Essas paredes possuem tijolo de 9cm, 13cm e 19cm, sendo que foi necessário tirar as medidas de três paredes para chegar a conclusão de que a parede acabada precisava ter 13cm, 15,5cm e 23cm, respectivamente. Foram locadas 9 paredes de 23cm, 33 paredes de 15,5cm e 28 paredes de 13cm.

Devido as diferentes de medidas nas paredes e levando em consideração que os apartamentos são iguais, foi despercebido a possibilidade de espelhamento das paredes de um apartamento para o outro devido a áreas de escadas, antecâmara e hall de serviço que alterava o padrão do centro da planta.

Devido o arquivo utilizado não ter as medidas de cada porta, foi necessário medir as portas para saber qual o tamanho correto de cada lugar. Tendo portas de 60cm, 68cm, 70cm e 80cm. O template já disponibilizava três portas pré configuradas, porém família da porta de 68cm precisou ser criada.

Após locar as 13 portas de um apartamento, todas foram espelhadas para o outro apartamento, porém duas não foram copiadas, sendo necessário loca-las manualmente, junto com uma porta do escaninho que possui em apenas uma unidade do pavimento.

Após tirar as medidas no AutoCad, foi adicionado 2 portas que faltavam da área de acesso as escadas, ambas de 90cm, as chamadas portas corta-fogo. Totalizando em 29 portas em um andar.

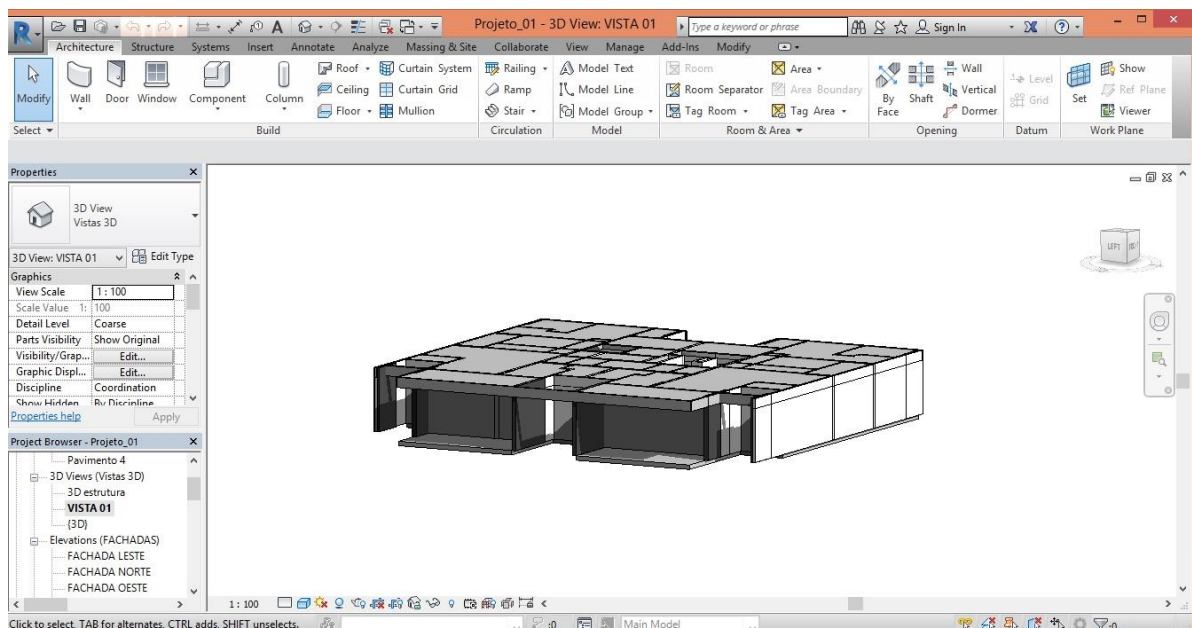
Para a criação das peças estruturais foi necessário ir no arquivo DWG para medir o tamanho dos pilares estruturais. Depois foi criada uma família de pilares com medidas correspondentes ao do projeto. Chegando ao total de 10 pilares passíveis de espelhamento. Após feito o espelhamento dos 10 pilares, 4 outros pilares foram adicionados ao centro do projeto, totalizando em 24 pilares estruturais.

Na criação da laje, foi necessário ir ao corte dentro do arquivo CAD e ver a altura dos pés direitos e a espessura da laje, então foi utilizada uma família de piso com espessura de 10cm, como arquivo base para a criação de uma nova laje de 22 cm correspondendo ao projeto.

Em seguida foi feita a locação das vigas, para isso foi necessário copiar o *layers* das vigas e pilares para a lateral dentro do AutoCad, para assim ter clareza de tamanhos e locais. Graças ao corte foi possível descobrir a existência de apenas uma viga no centro do projeto de 19cm, todas as outras na parte central são de 20cm, enquanto as circundantes são de 12cm, sendo que todas possuem a mesma altura de 50cm.

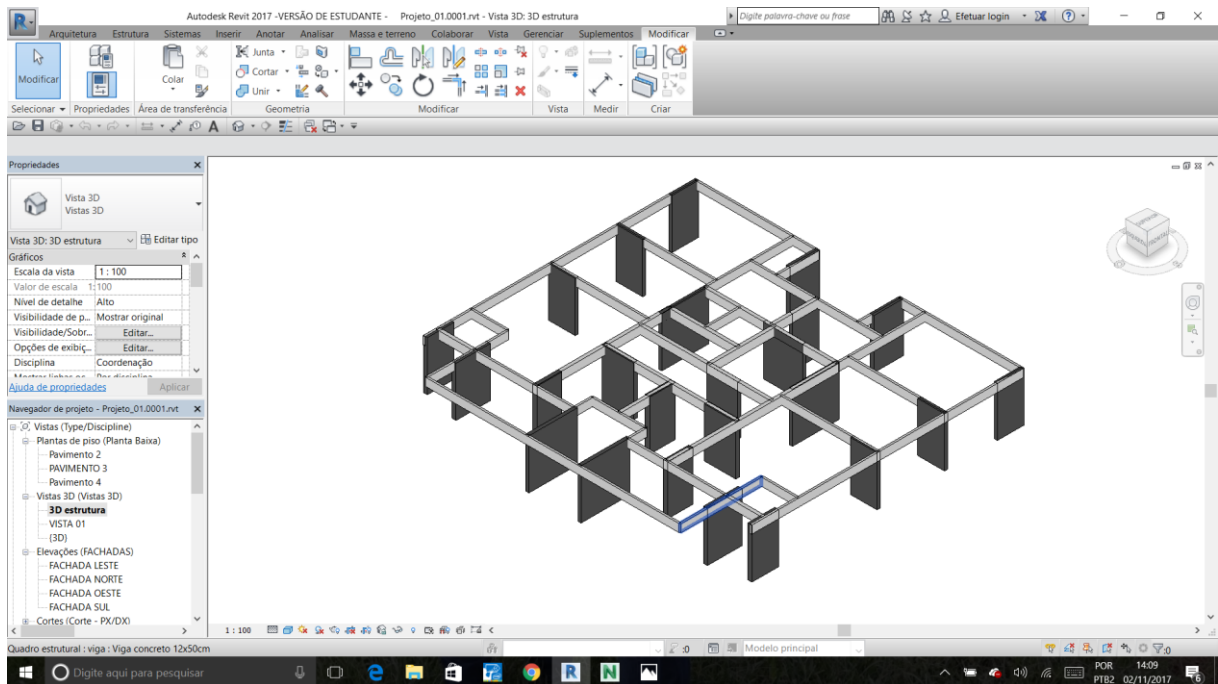
Terminado todo esse processo foi possível fazer a criação de um pavimento tipo. Como mostra a figura 12.

Figura 12 - Modelagem em 3D, um pavimento tipo.



Fonte: Autor (2017)

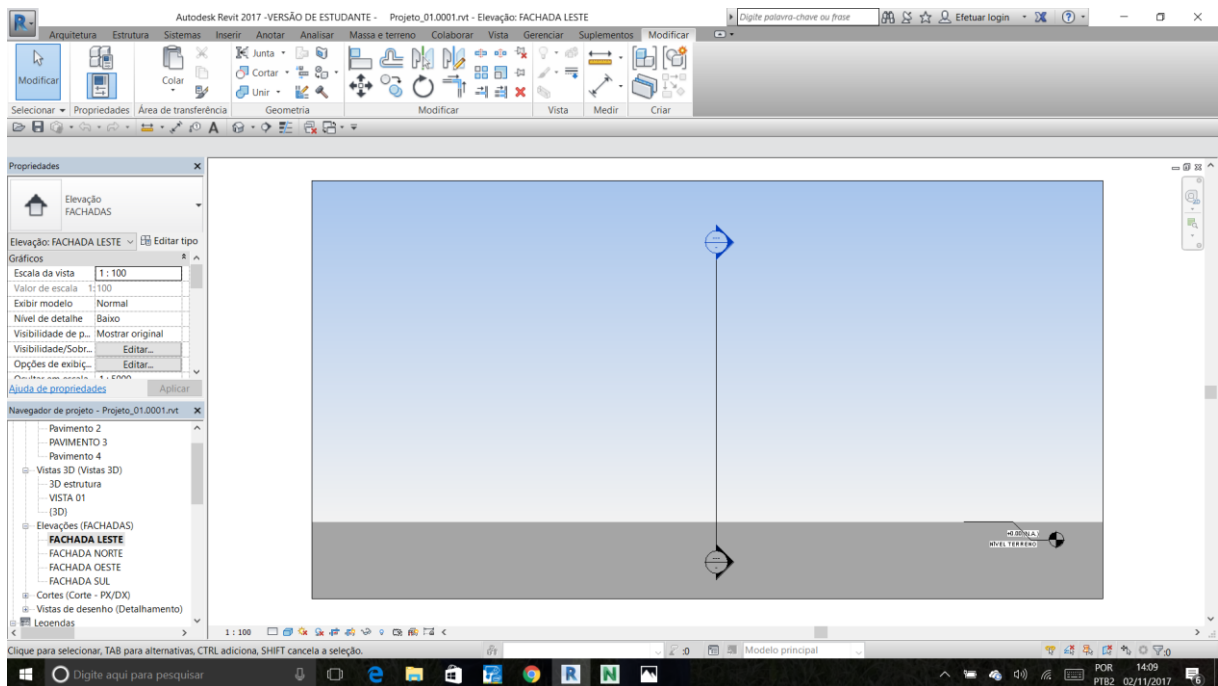
Figura 13 - Elementos estruturais, vigas e pilares.



Fonte: Autor (2017)

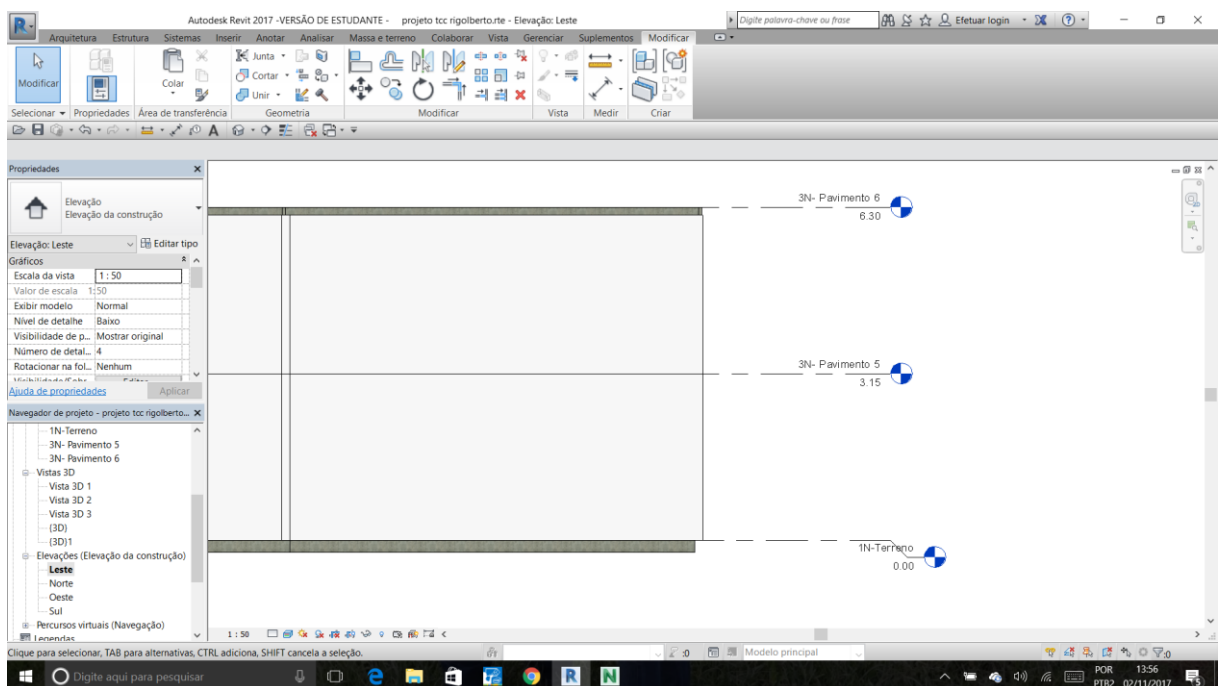
Edifício Imperador do Lago possui um total de 40 pavimentos, a ideia inicial era colocar todos os pavimentos no Revit para ter a modelagem do prédio como todo. Com a criação do primeiro pavimento foi realizado a duplicação dos pavimentos tipos, porém ao fazer a primeira duplicação houve divergências pois os níveis das plantas estavam desconfigurados. Foi gasto cerca de 2 horas e meia até descobrir que o problema era os níveis que não estavam bem configurados assim impossibilitando as duplicações. Conhecendo o problema, pode-se solucionar o mesmo.

Figura 14 - Níveis Desconfigurados



Fonte: Autor (2017)

Figura 15 - Níveis Configurados

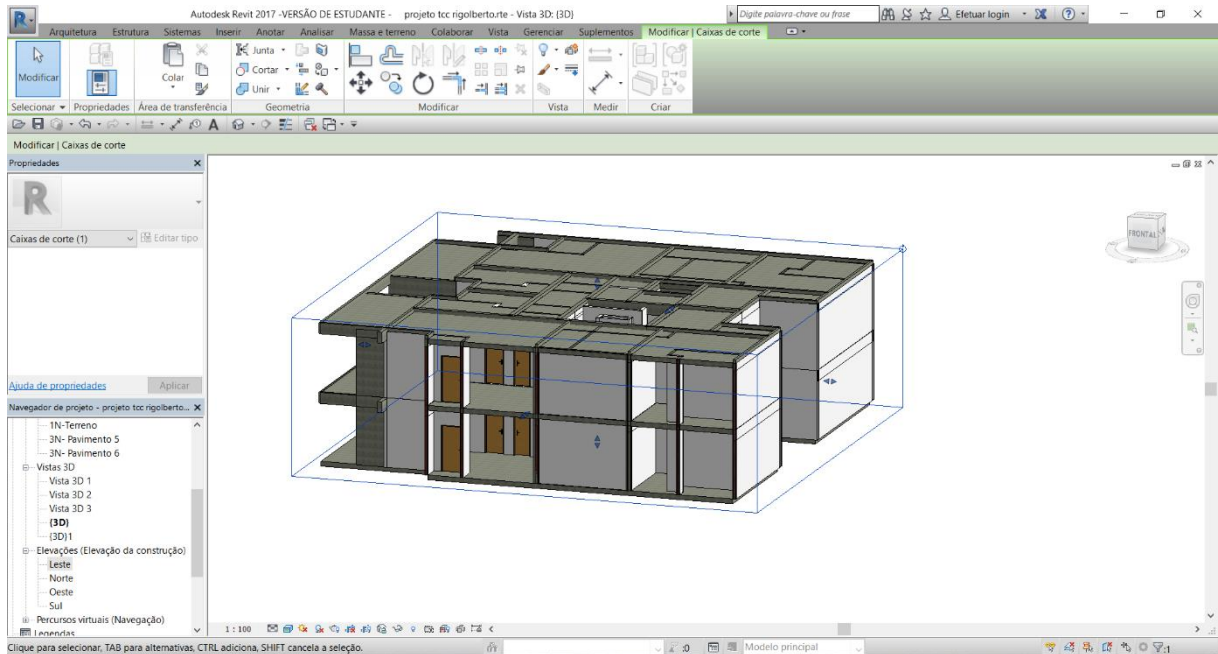


Fonte: Autor (2017)

Foi realizado a primeira extensão do projeto para o segundo pavimento, pude perceber que o computador começou a ficar com lentidão e travando constantemente. Ao iniciar a extensão para o terceiro pavimento o PC não suportou e travou, ficando impossível de trabalhar

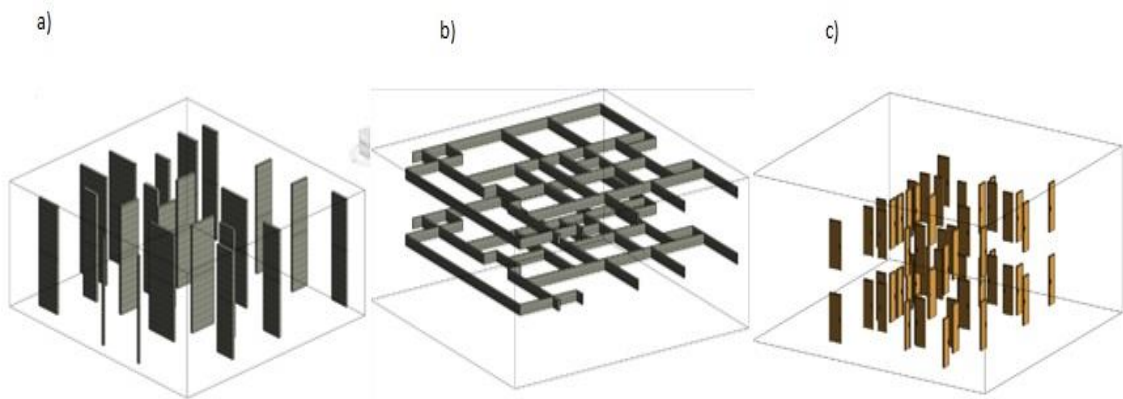
com o software. Na figura 16 mostra a modelagem em 3D dos dois pavimentos projetados serão trabalhados e na figura 17 mostra os elementos estruturais e as esquadrias de madeira.

Figura 16 - Modelagem 3D com dois pavimentos.



Fonte: Autor (2017)

Figura 17 - a) Pilares b) Vigas c) Portas

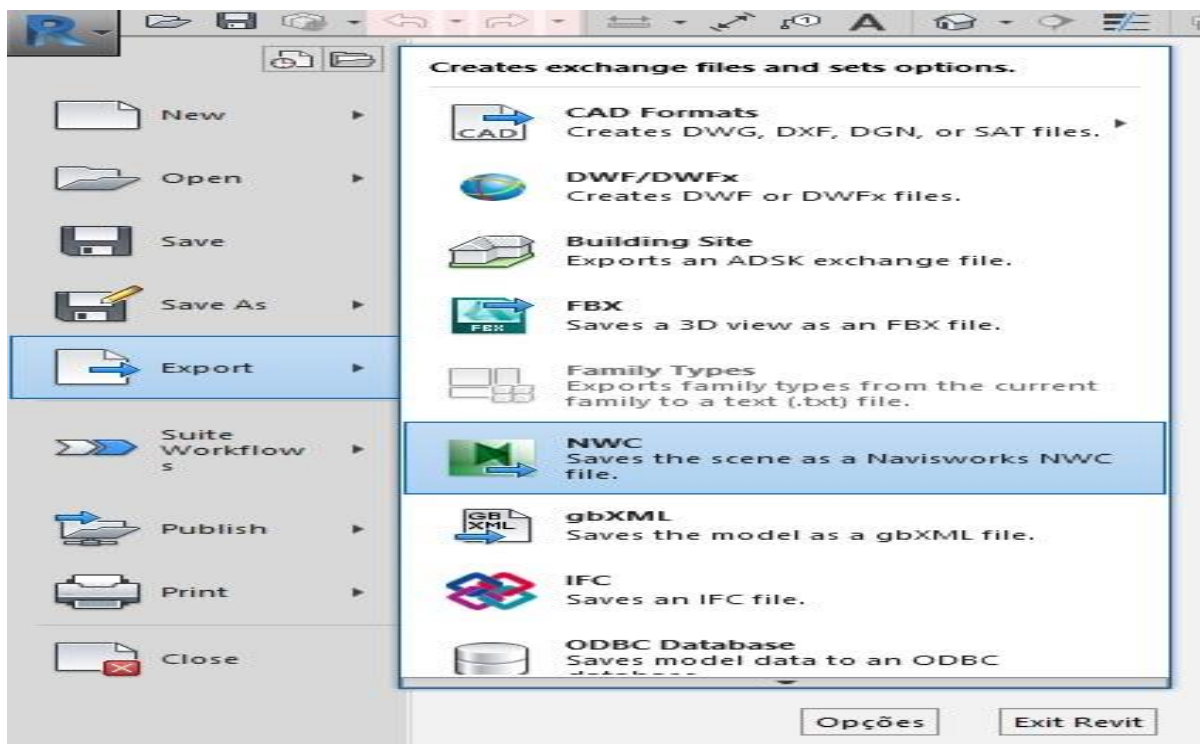


Fonte: Autor (2017)

5.3 INTEGRAÇÃO 3D COM O PLANEJAMENTO DA OBRA

Com o modelo criado, o primeiro passo foi adicioná-lo ao Navisworks. Apesar de o Navisworks ser capaz de abrir arquivos .rvt (gerados pelo Revit), alguns dados podem ser perdidos nesse processo e, portanto, é preferível que se utilize a integração Revit-Navisworks, nativa de ambos os programas, e se exporte, pelo Revit, o modelo que se deseja, para o Navisworks. Isso pode ser feito com a ferramenta Export, exibida na Figura 18.

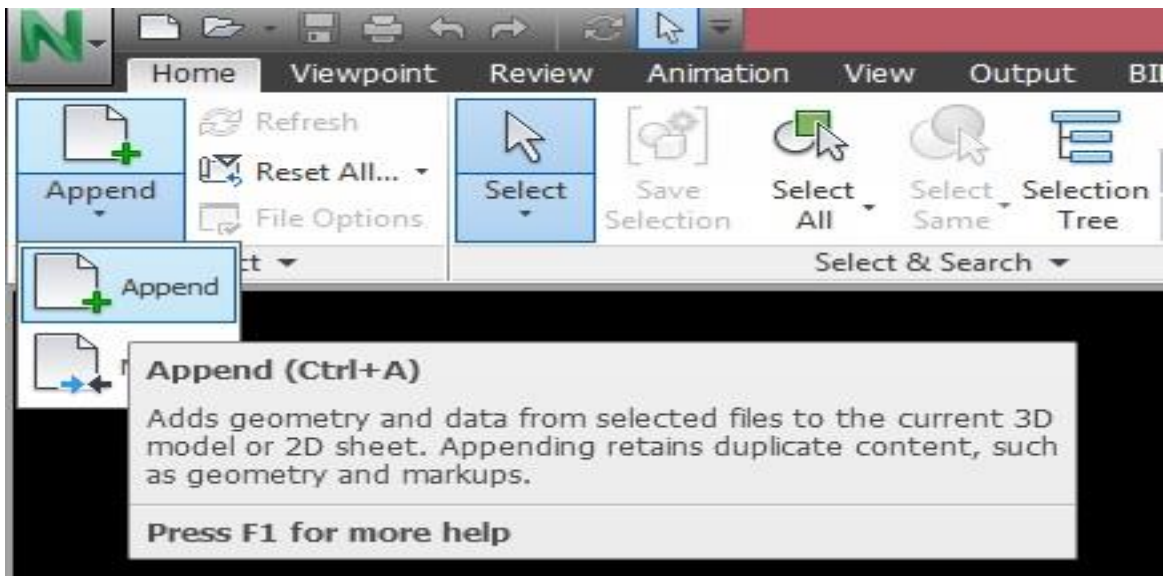
Figura 18 - Exportação do Revit para o Navisworks



Fonte: Autor (2017)

O próximo passo então é importar o modelo para o Navisworks. Isso se dá através da ferramenta Append, como mostrado na Figura 19.

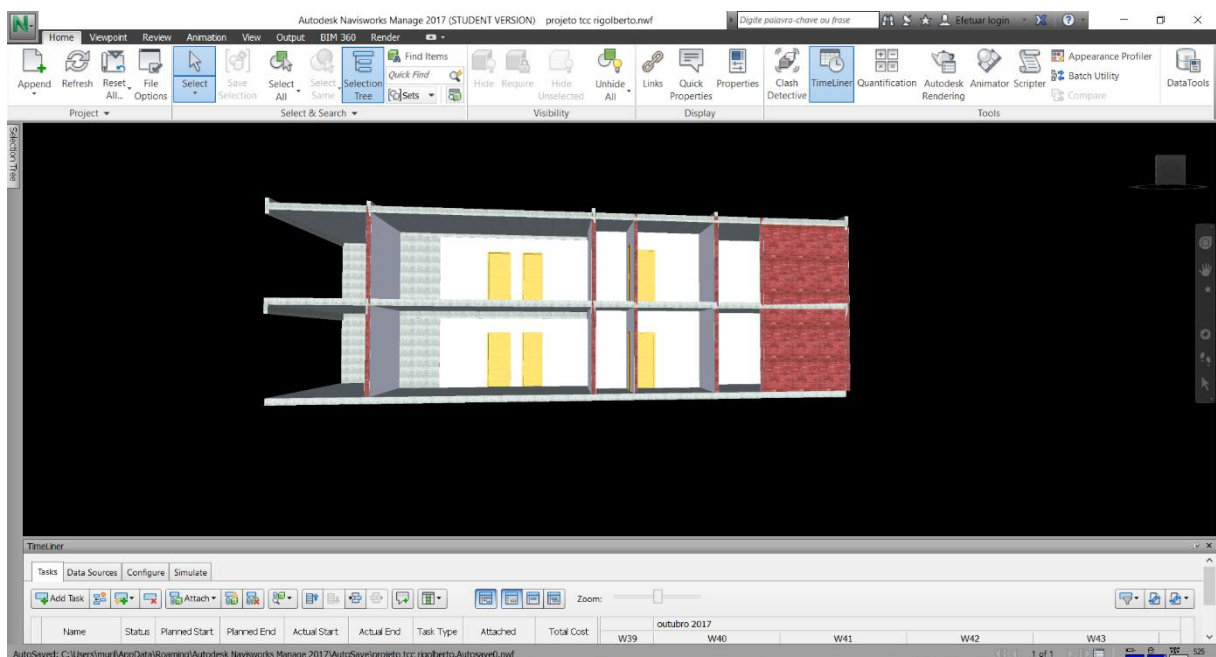
Figura 19 - Importação do arquivo para o Navisworks



Fonte: Autor (2017)

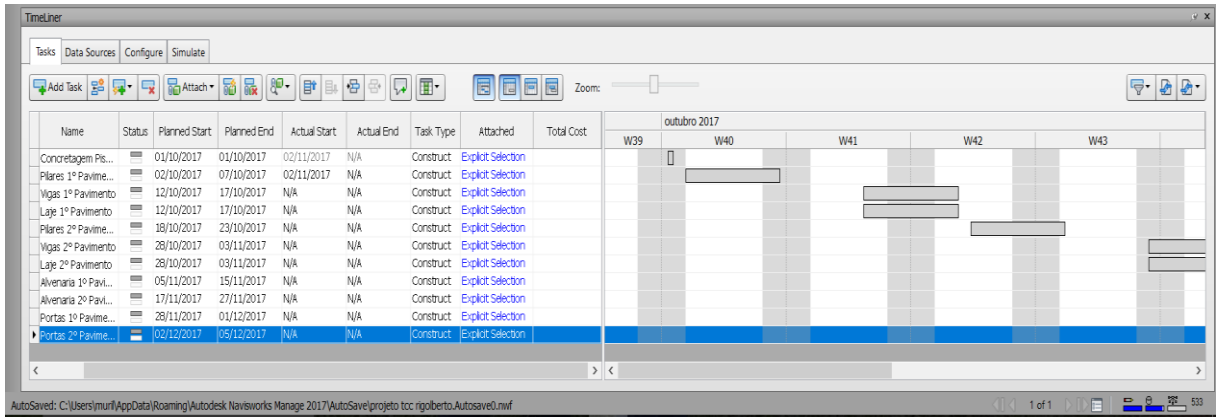
Após este processo, o modelo tridimensional, já é gerado no Navisworks, como mostrado na Figura 20. Para o presente trabalho, faltava incluir as informações do cronograma, que foram inseridas no próprio software, na ferramenta TimeLiner, sem um do MSProject ou Primavera. Como mostra a figura 21.

Figura 20 - Modelo Tridimensional no Navisworks



Fonte: Autor (2017)

Figura 21 - TimeLiner

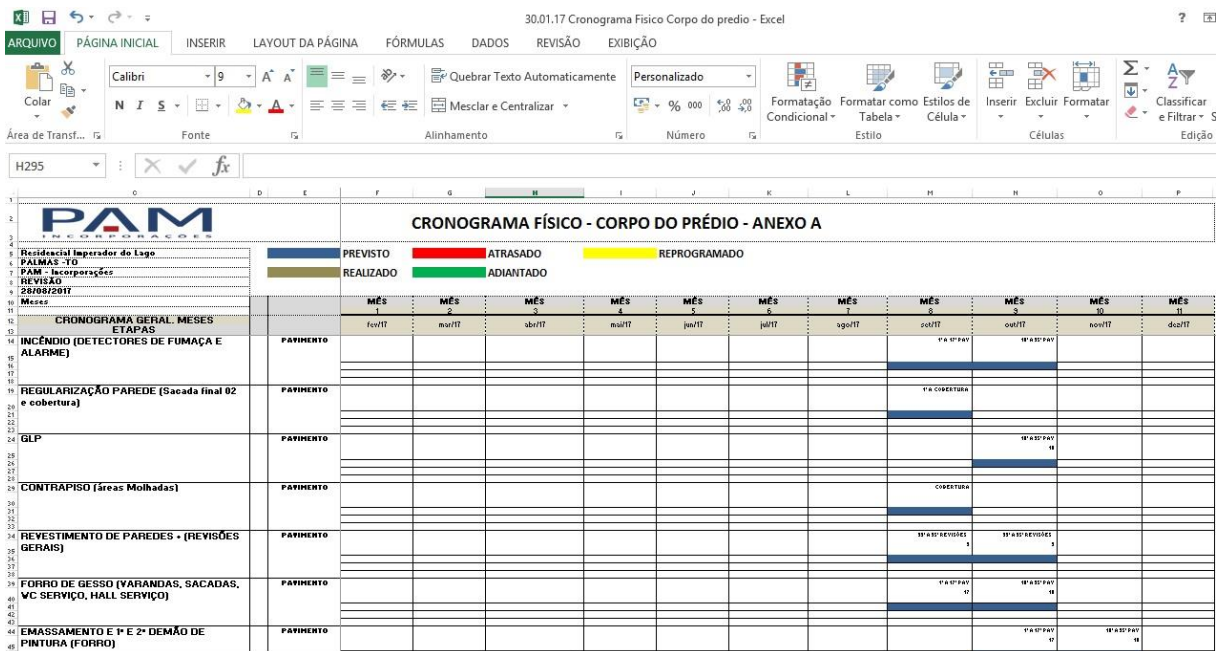


Fonte: Autor (2017)

Esta ferramenta é a responsável por tudo que envolve o chamado BIM 4D, nela podem-se adicionar tarefas, indicar manualmente suas datas de início e fim, as planejadas e também as reais. Essa possibilidade existe, pois, o Navisworks é capaz de indicar no modelo quais tarefas estão atrasadas ou adiantadas em relação ao planejamento.

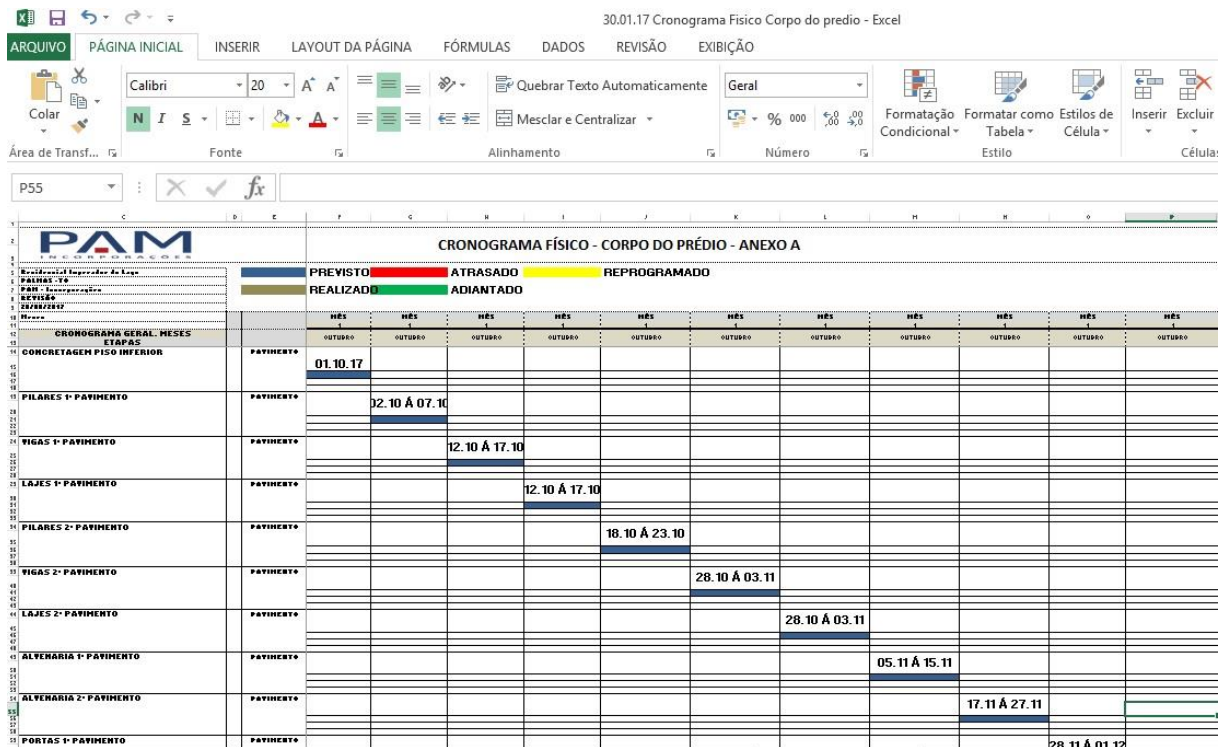
Como não será possível utilizar todo o cronograma da obra, foi necessário fazer em uma planilha de Excel um novo planejamento com base no original da obra, mas adaptado para os itens de serviços que foram possíveis de serem criados no Revit e inseridos manualmente no TimeLiner. Na figura 22 mostra a cronograma original e na figura 23 mostra o cronograma adaptado.

Figura 22 - Cronograma Original da Obra



Fonte: Autor (2017)

Figura 23 - Cronograma Adaptado

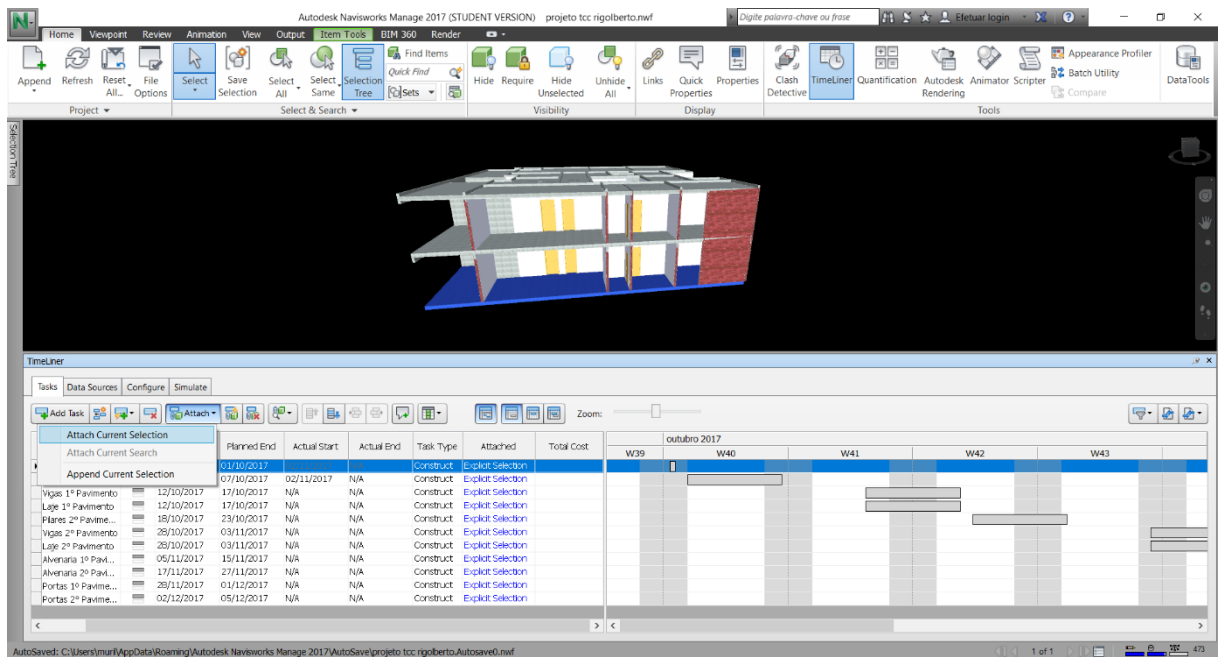


Fonte: Autor (2017)

5.4 SIMULAÇÃO 4D

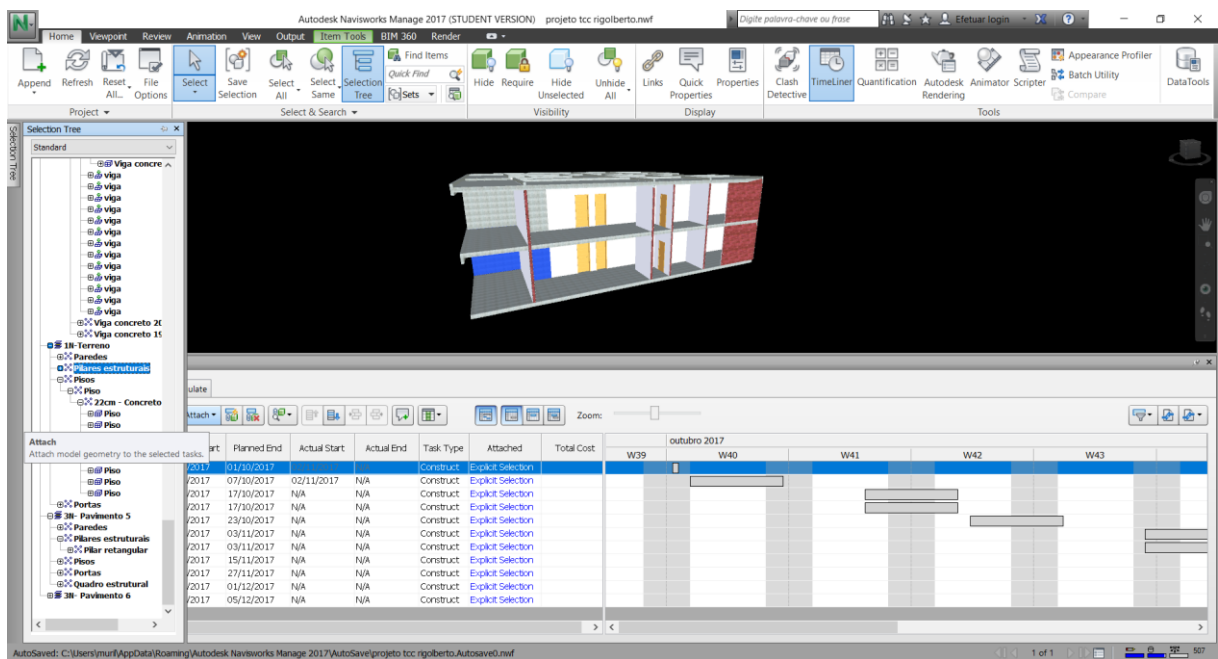
Restava então a última etapa da integração do modelo com o cronograma, que se tratava de definir os elementos de cada atividade. A definição dos elementos pode ser feita através da seleção manual dos elementos para uma específica tarefa e em seguida anexando os na tarefa, sendo possível fazer uma vinculação de uma atividade de um elemento, como mostra na figura 24 (o piso que está em azul) e vinculação de atividades de um grupo de elementos, como mostra na figura 25 (grupo de pilares em azul).

Figura 24 - Vinculação de tarefa de um elemento (piso)



Fonte: Autor (2017)

Figura 25 - Vinculação de tarefa de um grupo de elementos (pilares)



Fonte: Autor (2017)

É possível utilizar a simulação da TimeLiner de duas maneiras, basicamente. A primeira é executar a simulação completa da construção, que consistirá em uma animação na qual a evolução da construção ocorre de acordo com o planejamento e acompanha-se todo o processo em um intervalo curto de tempo. Ao mesmo tempo, pode-se acompanhar na janela da TimeLiner quais atividades estão ocorrendo naquela data, as atividades daquele dia, como é possível ver na Figura 26 abaixo. Na Figura 27, a cor verde representa um elemento que está sendo construído na data escolhida para ser analisada.

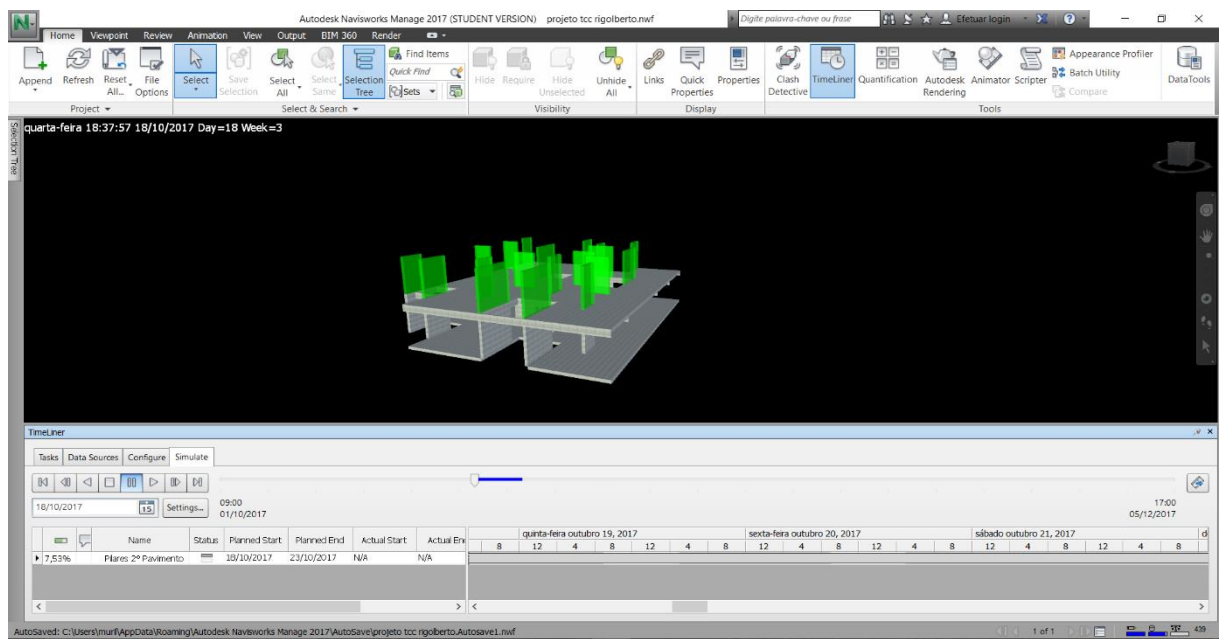
Figura 26 - Simulação 4D

The screenshot displays the Autodesk Navisworks Manage 2017 (STUDENT VERSION) interface. The main window shows a 3D model of a building structure with green lines indicating construction progress. The TimeLiner window at the bottom shows a Gantt chart with columns for dates: quinta-feira outubro 12, 2017; sexta-feira outubro 13, 2017; and sábado outubro 14, 2017. The Gantt chart shows two tasks: 'Vigac 1º Pavimento' and 'Laje 1º Pavimento', both with a status of 6,67% and planned start/end dates of 12/10/2017 and 17/10/2017 respectively.

Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	quinta-feira outubro 12, 2017	sexta-feira outubro 13, 2017	sábado outubro 14, 2017
Vigac 1º Pavimento	6,67%	12/10/2017	17/10/2017	N/A	N/A			
Laje 1º Pavimento	6,67%	12/10/2017	17/10/2017	N/A	N/A			

Fonte: Autor (2017)

Figura 27 - Simulação 4D com data específica



Fonte: Autor (2017)

6 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO E CONCLUSÕES

Com os resultados do trabalho pode-se indicar a implantação do BIM 4D pelos benefícios identificados como: otimização do tempo, os elementos gráficos da edificação podem ser ligados ao cronograma da obra, capacidade de simulação, entre outros. As correlações possibilitadas pelo BIM tornam possível ao gestor acompanhar o avanço físico da construção, inclusive podendo ser gerados vídeos com o andamento da construção antes mesmo da execução de determinada tarefa, facilitando a análise de impacto de atrasos e mudanças.

Além disso, os modelos BIM 4D também propiciaram a visualização de atividades com risco aos operários, com proximidade a um equipamento, e antecipação de possíveis interferências entre equipamentos e instalações de canteiro.

Outro fator relacionado e decisivo, é quanto as facilidades de gestão que abarcam o empreendimento, com a modelagem BIM 4D seria possível explicitar a estratégia de ataque do empreendimento e os fluxos das principais das frentes de serviços e de transporte.

Sem sombra de dúvidas, a maior utilidade do BIM está na integração do planejamento à execução, facilitando o seu controle e acompanhamento. O uso da modelagem BIM 4D, integrado com as demais ferramentas de planejamento, torna possível planejar e acompanhar os fluxos de trabalho, os ritmos de produção, o número de equipes necessárias, os prazos das obras, a ociosidade da mão de obra e o trabalho em progresso dos lotes de produção de forma sincronizados e em tempo real. Essas ferramentas são a base para as decisões preliminares da gestão da produção, que são avaliadas espacialmente nos modelos BIM 4D para posterior tomada de decisão.

Porém, é necessário que se tenha atenção desde a concepção de projeto, onde todos os projetos devem estar em um formato compatível, ou seja, o uso do IFC, e os projetistas terem contato direto atuando de forma colaborativa. É importante ter máquinas compatíveis e que suportam os softwares, para que não haja problemas de desempenho como os tidos no decorrer deste estudo. Além da necessidade de ter um corpo técnico bem treinado, é fundamental ter um processo padronizado de integração para garantir a interoperabilidade e facilitar a interação dos técnicos durante a operação das ferramentas.

Levando em consideração os resultados de todo o trabalho pode-se concluir que o planejamento deve conter o uso do padrão internacional de classes normatizado pela Organização Internacional de Padrões (ISO – *Intenational Standartization Organization*), o *International Foundation Classes* (IFC). Quando isso não acontece o trabalho de readequação dos projetos para se implantar o BIM 4D se torna difícil como foi observado no residencial

Imperador do Lago. Onde os projetos não estavam no formato adequado. Sabendo-se dessa situação não foi possível fazer o acompanhamento completo pelo Navisworks, pois ficaria inviável financeiramente na fase que a obra se encontra e por não ter um corpo técnico preparado para o uso das ferramentas, tendo que passar por um processo de capacitação. Posteriormente, com novas tecnologias e correções dos erros de compatibilidades entre os softwares e o cronograma atualizado, o BIM 4D poderia ser implementado para possibilitar o acompanhamento da obra.

Este projeto por integrar as iniciativas de pesquisa do NEI tem outros acadêmicos pesquisando o tema, tomando o mesmo objeto de estudo, cujos resultados podem apoiar o direcionamento das próximas etapas desta pesquisa. Uma das pesquisas envolve a criação de um escritório de projetos na PAM para aumentar o compartilhamento de boas práticas na gerência de projetos. Outra pesquisa avalia a maturidade na prática de gerenciamento de projetos. Portanto, a próxima etapa destes estudos poderia explorar e propor indicadores obtidos para alavancar a prática de gestão de projetos, direcionando o que pode ser ação do escritório de projetos, para implementar não só práticas de gerência de projeto, mas também de BIM.

REFERÊNCIAS

- BARCAUI, Andre B. **Gerenciamento do tempo em projetos**. Editora FGV, 2015.
- BIOTTO, Clarissa Notariano; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. **Método para o uso da modelagem BIM 4D na gestão da produção em empreendimentos de construção**. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO-ENTAC, v. 14, 2012.
- BIOTTO, Clarissa Notariano; FORMOSO, Carlos Torres; ISATTO, Eduardo Luis. **Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre. vol. 15, n. 2 (abr./jun. 2015), p. 79-96, 2015.
- BRESSAN, Flávio. **O método do estudo de caso**. Administração on line, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2000.
- BROCARD, Fernanda Louize Monteiro. **A implantação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura**. 2012.
- COELHO, Sérgio Salles; NOVAIS, Celso Carlos. **Modelagem de informações para construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. 2008. Disponível em: <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO_2008.pdf>
- EASTMAN, Charles M. et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.
- EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto: Bookman, 2014. 503 p. (ISBN 978-85-8260-118-1). Tradução de Cervantes Gonçalves Ayres Filho et. al.
- FIORION, Priscila. **O cenário BIM no Brasil hoje**. Demais, São Paulo, v. 5, n. 4, p.1215, 15 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.segs.com.br/demais/12389-o-cenariobim-no-brasil-hoje.html>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- GARRIDO, Marlon Camara et al. **USO DA MODELAGEM BIM 4D NO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO HABITACIONA**.
- KIM, Hyunjoo et al. Generating construction schedules through automatic data extraction using open BIM (building information modeling) technology. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 35, p.285-295, nov. 2013. Elsevier BV
- In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE**, 8., 2013, Salvador. Artigo. Salvador: Sibragec, 2013. p. 01 - 12. Disponível em: <[https://cpstecpublic.sharepoint.com/SiteAssets/artigospublicados/\(2013\) Gestão por 4D - Sibragec.pdf](https://cpstecpublic.sharepoint.com/SiteAssets/artigospublicados/(2013)Gestão%20por%204D-Sibragec.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2016.
- GARRIDO, Marlon Camara et al. **Uso da modelagem BIM 4D no planejamento e execução de um empreendimento habitacional**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 3, 2013.
- GODOY, Arlida Schmidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de administração de empresas, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.
- MELO Maury - **Guia de estudo para o exame PMP: Project Management Professional Exam**, Rio de Janeiro, Brasport, 2012. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?isbn=8574524840>. Acesso em 04 out 2016.

PALHOTA, Thais da Fonseca. **GESTÃO DE PRAZOS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES CONSIDERANDO OS PARADIGMAS ATUAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2016. 113 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, A Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017441.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2016.

PEREIRA, Pedro Augusto Izidoro; RIBEIRO, Rochele Amorim. **A Inserção de BIM no curso de graduação em Engenharia Civil**. 2015.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos** (Guia PMBOK®). 5. ed. 2013.

TRENTIM, Mário Henrique. **Gerenciamento de projetos**. Editora Atlas, 2011.