

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

**FELIPE ZANINI MÜLLER**

**ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM BIM 5D**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE OBRAS**

**CURITIBA**

**2015**

**FELIPE ZANINI MÜLLER**

**ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM BIM 5D**

**Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gerenciamento de Obras da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Obras.**

**Orientador: Profº. PhD. Silvio Aurélio de Castro Wille.**

**CURITIBA**

**2015**

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Flávio e Maria Aparecida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, cuja presença é sentida todos os dias.

A minha família, pelo incentivo e compreensão durante o desenvolvimento desta pesquisa.

A minha namorada, Camila, pelo apoio, compreensão e amor dedicado.

Ao professor orientador Silvio Aurélio de Castro Wille pela inestimável orientação, pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados e pelo incentivo para a produção desta monografia.

Ao engenheiro civil André Schneider pela colaboração com sua experiência profissional no desenvolvimento do cronograma de obra.

Aos colegas Eduardo e Nichollas, pelo auxílio na elaboração do trabalho.

Ao Adriano e Leandro da empresa CWBIM pela assessoria quanto à utilização dos *softwares* empregados neste trabalho.

À amiga e colega de trabalho Nayana, pela ajuda prestada.

## RESUMO

O presente trabalho objetiva, inicialmente, verificar as interligações entre os *softwares Autodesk® Navisworks Manage 2015, Autodesk® Revit Architecture 2015 e Microsoft® Project 2013*. Busca, ainda, coletar evidências de aplicação prática dos trabalhos de desenvolvimento conjunto da modelagem BIM 3D, 4D e 5D realizados por um arquiteto, um planejador de prazos, um orçamentista e um construtor. Além disso, visa propor um roteiro de aplicação da modelagem BIM 5D, a qual consiste na visualização virtual do andamento da obra acrescida do custo. A metodologia desenvolvida abrange um embasamento teórico, no qual foi caracterizado, dentre outros conceitos, a modelagem BIM 5D, o gerenciamento do tempo e do projeto, além de apresentar as ferramentas necessárias para a aplicação destes conceitos. Com isso desenvolve-se um estudo de caso em uma construtora que utiliza da metodologia BIM, de forma a documentar o processo de criação da modelagem BIM 5D. Através dos procedimentos obtidos no estudo de caso, cria-se um roteiro genérico de aplicação da modelagem BIM 5D, evidenciando a organização da equipe de trabalho e exemplificando o uso prático dos *softwares*.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de obras. Projeto. Modelagem BIM. 3D. 4D. 5D.

## ABSTRACT

*This work aims, initially, to check the interconnections between softwares Autodesk® Navisworks Manage 2015, Autodesk® Revit Architecture 2015 and Microsoft® Project 2013. It also seeks to collect evidences of practical application of the whole development of BIM modeling 3D, 4D and 5D, executed by an architect, a deadline planner, an estimator, and a builder. Furthermore, it intends to propose an implementation itinerary for BIM modeling 5D, which consists in virtual view of the building progress plus the costs. The methodology developed covers a theoretical basis, which was characterized, among other concepts, the 5D BIM modeling, time and project management and also presents the necessary tools for the application of these concepts. Therefore develops a case study in a construction company that uses the methodology BIM, in order to document the process of creating the BIM 5D modeling. Through the procedures obtained in the case study, it creates a generic itinerary to implement the BIM 5D modeling, highlighting the working group organization and exemplifying the practical use of the software.*

**Keywords:** *Construction Management. Project. BIM Modeling. 3D. 4D. 5D.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Ciclo de vida do modelo BIM</b> .....	17
<b>Figura 2 – Interoperabilidade</b> .....	21
<b>Figura 3 – Diferença entre CAD e BIM</b> .....	22
<b>Figura 4 – Ciclo de vida do projeto</b> .....	26
<b>Figura 5 – Aba home &gt;Timeliner</b> .....	39
<b>Figura 6 – Janela Timeliner</b> .....	40
<b>Figura 7 – Seleção de software de planejamento</b> .....	40
<b>Figura 8 – Seleção do campo TaskType</b> .....	41
<b>Figura 9 – Associação do cronograma ao projeto</b> .....	41
<b>Figura 10 – Importação das tarefas</b> .....	41
<b>Figura 11 – Janela do Timeliner com as tarefas inseridas no projeto</b> .....	42
<b>Figura 12 – Nomes das tarefas e tipo de tarefas</b> .....	43
<b>Figura 13 – Associação das tarefas aos elementos do projeto</b> .....	44
<b>Figura 14 – Seleção da regra de associação</b> .....	45
<b>Figura 15 – Tarefas ativas para gerar a simulação</b> .....	45
<b>Figura 16 – Definindo calendário-base</b> .....	47
<b>Figura 17 – Inserindo nome da tarefa</b> .....	48
<b>Figura 18 – Inserindo coluna EDT</b> .....	48
<b>Figura 19 – Inserindo dependências</b> .....	49
<b>Figura 20 – Inserindo durações</b> .....	49
<b>Figura 21 – Estrutura da pesquisa</b> .....	51
<b>Figura 22 – Protocolo de coleta de dados</b> .....	53
<b>Figura 23 – Organograma da montadora de obras</b> .....	55
<b>Figura 24 – Relacionamento entre as partes envolvidas</b> .....	57
<b>Figura 25 – Matriz de responsabilidades</b> .....	58
<b>Figura 26 – Projeto arquitetônico preliminar</b> .....	60
<b>Figura 27 – Projetos complementares</b> .....	60
<b>Figura 28 – Estrutura Analítica de projeto fornecida pela construtora</b> .....	61
<b>Figura 29 – Modelagem BIM 3D final</b> .....	62
<b>Figura 30 – Inserção de código EAP no modelo 3D</b> .....	62
<b>Figura 31 – Cronograma de obra finalizado</b> .....	63

<b>Figura 32 – Inserção de elementos não previstos anteriormente no cronograma</b> .....	64
<b>Figura 33 – Etapas do processo do roteiro</b> .....	67
<b>Figura 34 – Programa de necessidades do cliente</b> .....	68
<b>Figura 35 – Organização da equipe</b> .....	69
<b>Figura 36 – Matriz de responsabilidades</b> .....	70
<b>Figura 37 – Modelagem BIM 3D finalizada</b> .....	71
<b>Figura 38 – Determinando calendário-base</b> .....	72
<b>Figura 39 – Inserindo tarefas</b> .....	72
<b>Figura 40 – Criando famílias</b> .....	73
<b>Figura 41 – Inserindo coluna EDT</b> .....	73
<b>Figura 42 – Definindo rede de precedências</b> .....	74
<b>Figura 43 – Determinando durações das atividades</b> .....	75
<b>Figura 44 – Cronograma de obra finalizado</b> .....	76
<b>Figura 45 – Inserindo código EAP no modelo BIM 3D</b> .....	77
<b>Figura 46 – Preparando cronograma para a sincronização com o modelo 3D</b> .....	78
<b>Figura 47 – Preparando o cronograma para a modelagem 5D</b> .....	79
<b>Figura 48 – Inserindo modelo 3D</b> .....	80
<b>Figura 49 – Inserindo cronograma de obra</b> .....	80
<b>Figura 50 – Associação do tipo de tarefa com o cronograma</b> .....	81
<b>Figura 51 – Confirmação da associação do tipo de tarefa com o cronograma</b> .....	82
<b>Figura 52 – Associação dos elementos de projeto com o código EAP (1)</b> .....	82
<b>Figura 53 – Associação dos elementos de projeto com o código EAP (2)</b> .....	83
<b>Figura 54 – Anexando os Sets ao cronograma</b> .....	84
<b>Figura 55 – Verificação dos Sets</b> .....	84
<b>Figura 56 – Acrescentando Custo para gerar a simulação 5D</b> .....	85
<b>Figura 57 – Simulação 5D</b> .....	86
<b>Figura 58 – Inserção de elemento não previsto anteriormente no cronograma</b> .....	87



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Usos do BIM</b> .....	18
<b>Tabela 2 – Distinção entre projeto e operação continuada</b> .....	26
<b>Tabela 3 – Fatores que afetam a duração de uma atividade</b> .....	34
<b>Tabela 4 – Providencias do planejador</b> .....	35
<b>Tabela 5 – Softwares que suportam a tecnologia BIM</b> .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>BIM</b>	<i>Building Information Modeling</i>
<b>AEC</b>	Arquitetura, Engenharia e Construção
<b>2D</b>	Duas dimensões
<b>3D</b>	Três Dimensões
<b>4D</b>	Quatro dimensões
<b>5D</b>	Cinco dimensões
<b>IFC</b>	<i>Industry Foundation Classes</i>
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>AsBEA</b>	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
<b>PMBOK</b>	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
<b>EAP</b>	Estrutura Analítica do Projeto
<b>EDT</b>	Estrutura de Decomposição do Trabalho
<b>CSV</b>	<i>Comma Separated Values</i>

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b> .....	13
1.1	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1.2	JUSTIFICATIVA .....	13
1.3	OBJETIVOS.....	14
1.3.1	Objetivo Geral .....	14
1.3.1	Objetivos Específicos .....	14
1.4	PREMISSAS E LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	14
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	16
2.1	<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> .....	16
2.1.1	Conceito BIM.....	16
2.2	PARAMETRICIDADE .....	19
2.3	INTEROPERABILIDADE E IFC.....	20
2.4	CAD X BIM .....	21
2.5	MODELAGEM BIM 4D .....	23
2.6	MODELAGEM BIM 5D .....	24
2.7	PROJETO E SEU GERENCIAMENTO.....	24
2.7.1	Projeto como <i>design</i> .....	24
2.7.2	Projeto como empreendimento .....	25
2.7.3	Gerenciamento de projetos – visão geral.....	28
2.7.4	Gerenciamento do escopo do projeto.....	30
2.7.5	Gerenciamento do tempo do projeto .....	31
2.7.6	Estrutura analítica do projeto .....	33
2.7.7	Duração das atividades.....	34
2.7.8	Cronograma .....	35
2.7.9	Planejamento .....	36
2.8	FERRAMENTAS BIM.....	37
2.8.1	<i>Autodesk® RevitArchitecture</i> .....	39
2.8.2	<i>Autodesk® Navisworks</i> .....	39
2.9	FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO.....	46
2.9.1	<i>Microsoft® Project</i> .....	46

<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	50
3.1	DEFINIÇÃO DO MÉTODO E ESTRATÉGIA DE ANÁLISE .....	50
3.1.1	Critérios de seleção.....	50
3.1.2	Unidade de análise.....	50
3.2	PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	51
<b>4.</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b> .....	55
4.1	CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUTORA DO ESTUDO DE CASO .....	55
4.2	APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS .....	56
4.3	REUNIÃO 1 .....	56
4.3.1	Organização da equipe .....	56
4.3.2	Matriz de responsabilidades .....	57
4.3.3	Definição do produto.....	58
4.3.4	Nível de detalhe do projeto e do cronograma .....	59
4.3.5	Softwares utilizados para o cronograma e a modelagem BIM 3D e 5D .....	59
4.4	REUNIÃO 2 .....	59
4.4.1	Desenvolvimento da modelagem BIM 3D preliminar.....	59
4.4.2	Desenvolvimento da Estrutura Analítica do Projeto preliminar.....	61
4.5	REUNIÃO 3 .....	61
4.5.1	Apresentação da modelagem BIM 3D final.....	61
4.5.2	Apresentação da EAP final.....	63
4.6	REUNIÃO 4.....	64
4.6.1	Apresentação preliminar da modelagem BIM 4D.....	64
4.7	REUNIÃO 5 .....	65
4.7.1	Entrega dos produtos .....	65
4.8	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ESTUDO DE CASO .....	66
<b>5.</b>	<b>ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM BIM 5D</b> .....	67
5.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ROTEIRO .....	67
5.2	PROPOSTA DE ROTEIRO.....	68
5.2.1	Definição do produto.....	68
5.2.2	Estratégia geral.....	69
5.2.3	Criação do modelo BIM 3D e Cronograma de obra .....	71
5.2.4	Modelagem BIM 5D .....	79
5.2.5	Verificação da simulação 5D .....	86

<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES</b> .....	88
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	89
<b>APÊNDICE A</b> .....	94
<b>APÊNDICE B</b> .....	100
<b>APÊNDICE C</b> .....	103
<b>APÊNDICE D</b> .....	110
<b>APÊNDICE E</b> .....	112
<b>APÊNDICE F</b> .....	121

# 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

## 1.1 INTRODUÇÃO

Entende-se por planejamento BIM 4D a integração das informações contidas no cronograma de execução da obra com o modelo de projeto BIM 3D, permitindo uma melhor compreensão do andamento da obra, por meio de uma simulação virtual.

A modelagem BIM 5D, por sua vez, compreende os custos que podem ser obtidos, com maior precisão, pelo levantamento de quantitativos através do modelo BIM 3D, para posteriormente ser feita a simulação 5D que consiste na visualização dos custos ao longo do tempo de execução da obra.

Este estudo tem como tema principal entender como ocorre o processo de modelagem BIM 4D e BIM 5D em um empreendimento de construção civil.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Um projeto feito com BIM reduz consideravelmente o custo típico de um projeto e também reduz significativamente os custos de construção por extrair com precisão os quantitativos direto do modelo (TAKASH, 2007, p. 21).

Por se tratar de um sistema de banco de dados, o uso do BIM favorece eficiência e diminuição dos custos de construção, pois possibilita a visualização de inconsistências, omissões, obstáculos potenciais da construção e seus impactos (ANDRADE, 2012).

Segundo Kymmel (2008), a visualização errônea de projetos, impossibilitando um planejamento e estimativa de custos eficientes, é o maior problema na construção civil. A partir do uso do BIM com o sistema de informações por quantitativo está-se promovendo uma cultura da excelência da construção que se esforça para a melhoria contínua. (SUERMANN, 2009, p. 90)

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral, o trabalho visa desenvolver um roteiro de como realizar a modelagem 4D e 5D utilizando os *softwares Autodesk® Navisworks Manage 2015, Autodesk® Revit Architecture 2015 e Microsoft® Project 2013*.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Verificar o funcionamento das interligações entre os *softwares* adotados para o desenvolvimento deste roteiro, que são: *Autodesk® Navisworks Manage 2015, Autodesk® Revit Architecture 2015 e Microsoft® Project 2013*.
- Documentar a aplicação, na prática de uma construtora, dos trabalhos de desenvolvimento conjunto da modelagem BIM 3D, 4D e 5D com arquiteto, planejador de prazos, orçamentista e construtor.
- Propor roteiro de como pode ser feito, na prática, a geração da simulação da modelagem 4D e 5D.

### 1.4 PREMISSAS E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Paralelo a esta pesquisa foram desenvolvidos outros dois trabalhos que participaram do mesmo estudo de caso, um discorrendo sobre as comunicações de projeto no ambiente BIM e o outro relatando o desenvolvimento de orçamentação neste ambiente. Os referidos trabalhos serão citados no corpo desta monografia como complemento a esta pesquisa.

O cronograma utilizado no estudo de caso será desenvolvido pelo pesquisador.

### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho divide-se em seis capítulos. Inicia com a introdução, apresentando a justificativa, os objetivos, as premissas e a abrangência da pesquisa.

O segundo capítulo consiste na fundamentação teórica, com conceitos capazes de embasar e fundamentar os objetivos da pesquisa.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia utilizada, sendo que se aplicam os métodos de estudo de caso e protocolo de coleta de dados.

O quarto capítulo trata da aplicação do estudo de caso, com apresentação da empresa escolhida para participar da pesquisa, coleta de dados e relatório das reuniões.

O quinto capítulo discorre um roteiro de aplicação da modelagem BIM 5D, embasado nos capítulos 2 (fundamentação teórica) e 4 (estudo de caso).

O sexto e último capítulo apresenta as considerações finais da pesquisa.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão da literatura tem como finalidade servir de referência teórica aos temas que serão abordados na presente monografia, cujo objetivo é definir um roteiro de transição de informações do modelo BIM para o cronograma de execução, o qual será desenvolvido paralelamente ao trabalho.

### 2.1 BUILDING INFORMATION MODELING

BIM (*Building Information Modeling*), ou Modelagem da Informação da Construção, em português, para Azevedo (2009) é um conceito que essencialmente abrange a modelagem das informações do edifício, criando um modelo digital agregado de todas as especialidades da construção, além de envolver todo o ciclo de vida da edificação. As propriedades que dão suporte ao conceito de BIM é a modelagem 3D paramétrica e a interoperabilidade (AZEVEDO, 2009).

#### 2.1.1 Conceito BIM

Para o *National Institute of Building Sciences* (NIBS, 2015), “BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção”. Como tal, ele serve como um recurso de conhecimento compartilhado para obter informações sobre a construção, formando uma base de dados confiável para a tomada de decisões durante o seu ciclo de vida, desde a sua concepção.

A partir do BIM, pode-se criar digitalmente um ou mais modelos virtuais de construção, de forma precisa e capaz de oferecer suporte ao projeto ao longo de todas as suas fases. Com isso, permite-se uma melhor análise e controle (do projeto) do que propriamente os processos manuais. Quando finalizados, tais modelos gerados virtualmente apresentam geometria e dados precisos e necessários para o apoio às atividades de construção, fabricação e aquisição por meio das quais a construção é realizada (EASTMAN, 2011).

Segundo Dispenza (2010) BIM é um processo integrado para explorar características físicas e funcionais de um projeto digitalmente antes de ser construído, e ao mesmo tempo desenvolver projetos de forma rápida e econômica, além de minimizar o impacto ambiental.

A proposição fundamental do BIM é a colaboração de diferentes pessoas em diferentes fases do ciclo de vida de um projeto para inserir, extrair, atualizar ou modificar as

informações no modelo (NIBS, 2015). “O modelo é uma representação digital compartilhada e baseada em padrões abertos para interoperabilidade” (NIBS, 2015).

Para o Grupo de Trabalho BIM da Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 2015), o BIM pode ser aplicado a vários usos ao longo do ciclo de desenvolvimento do projeto, construção e operação do edifício.

No projeto, desde a sua concepção, passando pela documentação, visualização, compatibilização, revisão, análise de eficiência energética, avaliação de critérios de sustentabilidade, análises de engenharia até a extração de quantitativos (AsBEA, 2015).

Na fase da construção, o BIM é utilizado a partir do planejamento da logística do canteiro, planejamento e controle 4D, coordenação 3D, Fabricação digital, gestão de custos, mock-ups virtuais (AsBEA, 2015).

Para a operação e manutenção, utiliza-se o BIM na programação e manutenção preventiva, análise dos sistemas do edifício, gerenciamento do edifício, gerenciamento dos espaços, plano de evacuação do edifício, modelo consolidado (final) (AsBEA, 2015).

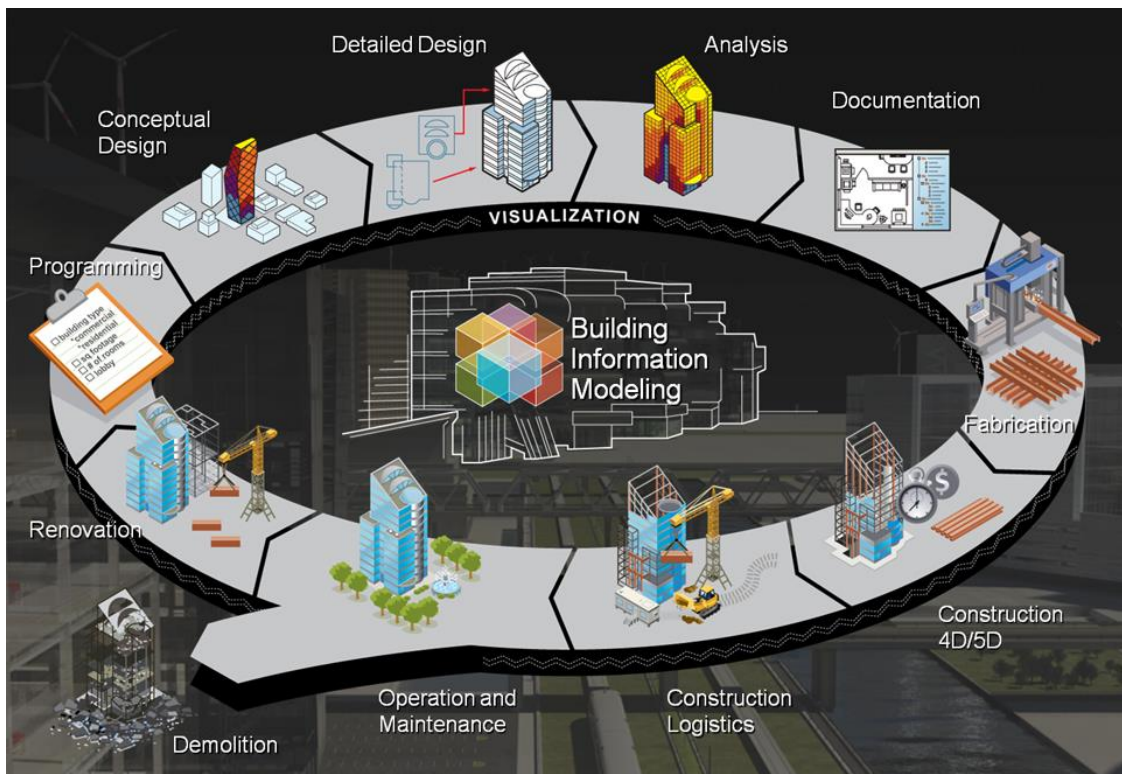


Figura 1: Ciclo de vida do modelo BIM

Fonte: Biuldpedia, 2015

Neste norte, Manzione (2013, p. 41) apresenta uma tabela com base nos conceitos de Bilal Succar (2009) sobre os principais usos do BIM.

Tabela 1: Usos do BIM

Projeto	Visualização	Projetos com visualização em 3D Controle de ciclos de revisões Documentação e detalhamento Escaneamento de edifícios com raio <i>laser</i> Fotogrametria Representação realística Realidade virtual Realidade aumentada
	Análise	Verificações de requisitos de normas Estimativas de custo Análises estruturais por elementos finitos Simulação de foto e fumaça Análises de luminotecnica Levantamentos quantitativos Análises de implantação no terreno Estudos de radiação solar Coordenação espacial e análise de interferências Análise estrutural Análises de sustentabilidade Análises energéticas Análises térmicas Estudos do impacto do vento
Construção	Execução	Construtibilidade Construção Virtual Segurança do trabalho Especificações da construção Projeto de sistemas construtivos Tecnologias móveis para uso no canteiro Planejamento e controle da produção Licitações e contratações
	Pré-fabricação	Estruturas metálicas Estruturas em concreto pré-moldado
	Aquisição	Coordenação dos suprimentos Reparação de pacotes de compras
Operação	Gerenciamento	Rastreamento dos ativos Manutenção dos ativos Monitoramento de ativos por gps Gerenciamento dos espaços Gerenciamento de reformas
	Simulação	Gestão dos sistemas Planejamento para situações de emergência Análises do consumo energético Rastreamento da ocupação
Otimização de processos		<i>LeanConstruction</i> Gestão da cadeia de suprimentos Gestão do conhecimento Análises de valor Melhoria do processo de comunicação

Fonte: Manzione (2013, p. 41)

## 2.2 PARAMETRICIDADE

No setor da construção civil, o uso de parâmetros com o objetivo de definir a geometria de elementos construtivos tem demonstrado ser cada vez mais eficiente no processo de projeto. Edificações são compostas de milhares de partes individuais e de um grande número de conexões, as quais exigem que essas porções sejam agrupadas em componentes instituídos por parâmetros, podendo ser manipulados de acordo com a necessidade do usuário (FLORIO, 2007).

Parâmetros são como números ou características empregados para determinar o comportamento de um objeto e determinar o relacionamento entre os componentes do modelo (AUTODESK 2007, p.1).

A escolha de parâmetros, mesmo que parcial, é o primeiro passo para tornar os programas gráficos mais interativos e próximos do pensamento do projetista, essencial na avaliação de alternativas na fase de criação. Assim, a variação paramétrica torna-se uma poderosa ferramenta digital para explorar diferentes configurações geométricas em projetos AEC (FLORIO, 2007).

Entende-se que a essência do projeto de um edifício está nas relações que podem ser incorporadas no modelo de construção, sendo tais relações criadas e manipuladas no ato de projetar. Nesse sentido, os parâmetros estabelecidos fornecem aos projetistas acesso direto a esses relacionamentos, favorecendo assim uma forma natural e intuitiva de pensar sobre os edifícios. Para isso, utiliza-se de um computador, além de uma planilha eletrônica que permite pensar sobre números e um processor de texto que possibilita pensar sobre as palavras (AUTODESK, 2007, p. 2).

Ademais, a maioria dos programas de *software* BIM permite interação entre diferentes objetos automatizados, de modo que essa interação seja regida por um conjunto de regras de programação de computador que um objeto deve seguir sempre que haja uma modificação ou inserção de um objeto. Esta constitui uma das principais vantagens de se utilizar o BIM, uma vez que compõe uma modelagem paramétrica do processo. Logo, além de fornecer dados sobre si, um objeto tem igualmente a capacidade de interagir com o restante do modelo, de modo que uma alteração no objeto provoca uma mudança correspondente para outras partes do modelo (ARSENAULT, 2009).

### 2.3 INTEROPERABILIDADE E IFC

De acordo com Arsenault (2015), a definição de interoperabilidade é a “capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocar informações e usar as informações que tenham sido trocadas”.

Jakoski (2003 apud. MATTEI 2008, p. 33) cita que no campo da tecnologia da informação, a interoperabilidade é abordada como a capacidade de diversos sistemas trocarem e reutilizarem uma informação sem custo de adaptação e conservando seu significado.

Essa troca de informações elimina a necessidade de geração de dados duplicados, introdução repetitiva da mesma informação e da probabilidade de erros humanos (THORNE, 2000 apud. MATTEI, 2008, p.33)

O BIM pressupõe uma interação de diversos integrantes em todo o ciclo de vida da edificação, implicando na comunicação de múltiplos sistemas de análise do modelo tridimensional. Interoperabilidade é um conceito importante neste contexto, pois constitui a condição básica para que os modelos “conversem” entre si (ADDOR, 2010, p. 111).

Nessa linha, Manzione (2013) afirma que a interoperabilidade é fundamental para o sucesso do BIM. O desenvolvimento de padrões e dados abertos e o acesso “não-proprietário” para os dados do BIM é uma prioridade urgente para a indústria, com o objetivo de evitar ineficiências e problemas relativos a reentrada de dados (MANZIONE, 2013).

Uma vez que haja interoperabilidade, se permitirá o reuso de dados de projeto já desenvolvidos, garantindo consistência entre cada um dos modelos para as diferentes representações do mesmo edifício. Com dados consistentes, precisos e de fácil acesso por toda a equipe de projeto, diminui-se significativamente os atrasos e os custos adicionais (IAN HOWELL E BOB BATCHELER, 2004 APPUD. MANZIONE, 2013, p. 57).

Ainda segundo Manzione (2013), o IFC surge nesse contexto como um modelo de dados de tradução, em formato “não proprietário”, disponível livremente para a definição de objetos na AEC. Porém, ele não padroniza as estruturas de dados em aplicações de *software*, restringindo-se apenas à padronização das informações compartilhadas.

Eastman (2011 apud MANZIONE, 2013 p.44) afirma que a Industry Foundation Classes (IFC) “foi desenvolvida para criar um grande conjunto de dados consistentes para representar um modelo de dados de um edifício, com o objetivo de permitir a troca de informações entre diferentes fabricantes de *software* na AEC”.

O IFC é um formato de arquivo de dados referente ao objeto, baseado na definição de classes que representam elementos, processos, aparências, etc. utilizados pelos *softwares*

aplicáveis durante o processo de construção de um modelo ou projeto (ADDOR, 2010, p. 111).

Quanto à interoperabilidade, veja-se:

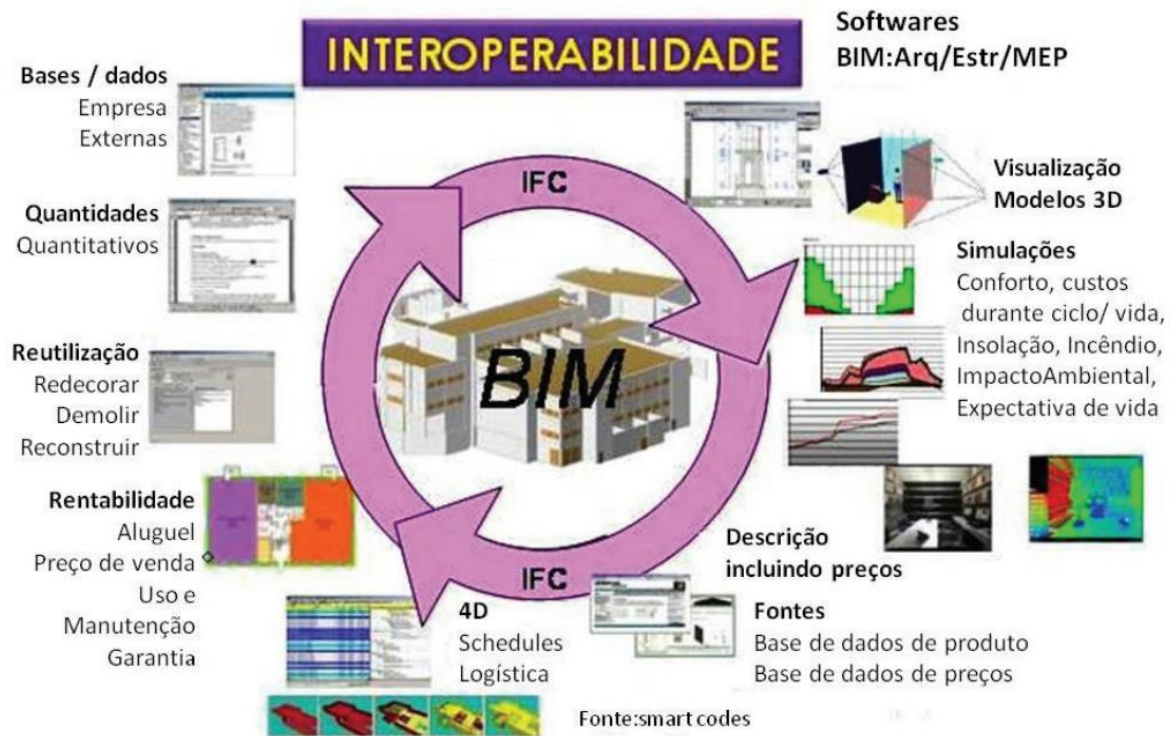


Figura 2: Interoperabilidade

Fonte: ADDOR (2010)

## 2.4 CAD X BIM

Segundo Florio (2007) os desenhos tradicionais CAD são formados por representações isoladas tais como linhas, arcos, círculos e polígonos. “Apesar de serem significativas, contêm poucas informações úteis para quantificar e classificar elementos construtivos para a construção, pois simplesmente não podem ser computados pelo programa gráfico” (FLORIO, 2007). Até mesmo modelos 3D usados para finalidades de visualização são pouco mais do que desenhos tridimensionais. Esses tipos de modelos digitais não contêm informações referentes aos elementos construtivos como portas, janelas, escadas e lajes (FLORIO, 2007).

No BIM, segundo Florio (2010) as informações são computáveis porque este tipo de modelagem é constituído por:

- Banco de dados digitais integrados sobre o projeto de edifícios que é gerado ao mesmo tempo em que o modelo é produzido;

- Além da geometria dos elementos que compõem o edifício, o BIM armazena seus atributos, exibindo suas configurações em três dimensões e, portanto, transmitindo muito mais informação do que modelos CAD tradicionais;
- Elementos paramétricos, interconectados e integrados espacialmente, onde é possível alterar seus componentes e obter atualizações instantâneas que repercutem em todo o projeto;
- Um processo que tende a diminuir conflitos entre elementos construtivos, facilitar a compreensão da articulação entre elementos construtivos do edifício, facilitar as revisões e aumentar a produtividade;
- Um modelo digital tridimensional que gerencia o ciclo de vida (*lifecycle*) do projeto e construção do edifício que incluem os processos de construção, instalações técnicas e canteiro de obras, tornando a comunicação das informações e intenções projetuais mais claras e precisas.

“Em ferramentas CAD, ao se desenhar uma parede, por exemplo, desenha-se primeiramente uma linha e, com um espaçamento adequado, uma outra linha, e tem-se uma parede. Ferramentas de modelagem BIM, por outro lado, são capazes de entender que o elemento geométrico em questão é uma parede” (SANTOS, 2013).

Segundo Durante (2013) perante a reformulação do processo de projeto nasceu a ideia de modelar os objetos, ao invés de apenas desenhá-los em 2D. Essa foi a principal motivação para a criação do BIM, que representa muito mais do que simplesmente *softwares* de modelagem, mais sim uma filosofia de desenvolvimento de projetos.

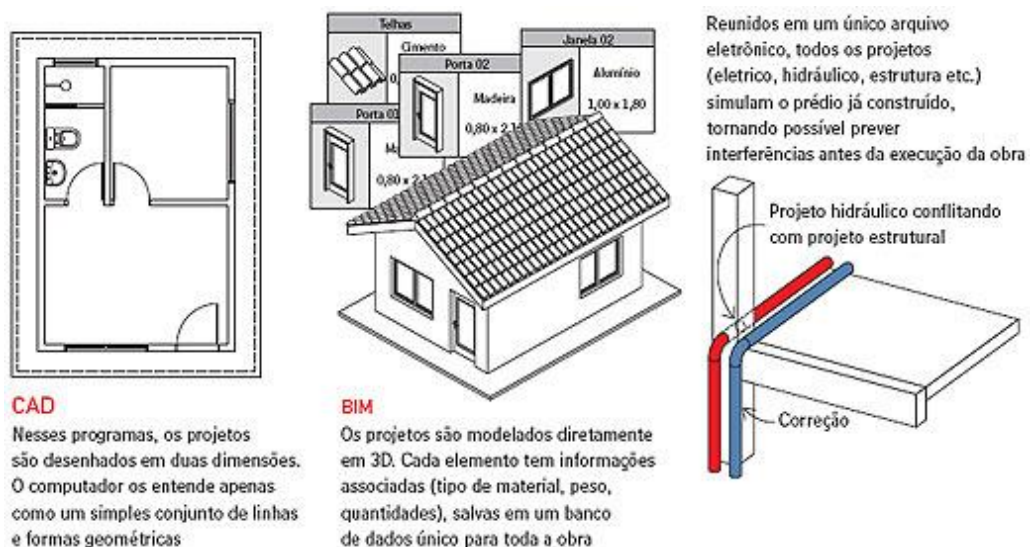


Figura 3: Diferença entre CAD e BIM

Fonte: FARIA (2007)

## 2.5 MODELAGEM BIM 4D

Quanto à conceituação, a modelagem BIM 4D pode ser determinada como o processo de planejamento de um empreendimento e visualização do deste a nível espacial conforme o planejado, ou seja, consiste em visualizar o andamento da obra em terceira dimensão (3D) ao longo do tempo (4D) (SILVEIRA, 2005, p. 94).

O planejamento 4D associa os objetos existentes no projeto 3D a uma atividade do planejamento da obra. Além disso, é possível inserir os grandes equipamentos (grua, elevador provisório, andaimes, etc.) no ambiente da obra e também associá-los a atividades do planejamento (SILVEIRA, 2005, p. 94).

Tal sistema de planejamento apoia o processo de captura e dinâmica de gestão da integração entre os componentes do projeto e os recursos ao longo do tempo, oferecendo suporte, em tempo real, de interação dos usuários com o sistema 4D. Além do mais, o sistema incentiva a comunicação, a aprovação e melhoria dos cronogramas de construção entre as partes interessadas, como gerentes da construção, clientes, projetistas, subcontratados e membros de equipe (CONCEIÇÃO, 2010 apud. Mckinneyet al.; 2000, p.39).

Segundo Nakamura (2014), “às três dimensões espaciais que compõem o modelo 3D é acrescida a variável tempo, tornando-se possível incorporar ao modelo informações sobre cronograma, sequencia de obra e fases de implantação”.

Assim, a modelação destinada à simulação de comportamentos e análise visual dos dados técnicos tem sido usada para realçar o entendimento da complexidade da tarefa de projeto (AZEVEDO, 2009).

Ao permitir visualizar virtualmente e mais facilmente a progressão da obra, espera-se que o BIM integrado ao planejamento gere controles mais assertivos sobre os prazos de execução (NAKAMURA, 2014).

Integrar o BIM ao planejamento pode induzir ganhos consideráveis para quem utiliza sistemas construtivos pré-fabricados e trabalha com prazos de execução exíguos (NAKAMURA, 2014).

É de fundamental importância que o projeto seja modelado de forma a suprir as necessidades das etapas posteriores a essa, ou seja, o planejamento e orçamento. Para que esse processo ocorra de forma satisfatória, é essencial que as equipes de projeto estejam totalmente aderidas ao processo executivo da construtora, pois quanto mais o modelo 3D refletir a execução da obra, maior será o sucesso da aplicação da modelagem 4D (NAKAMURA, 2014).



## 2.6 MODELAGEM BIM 5D

A abordagem da modelagem 5D abrange os custos, os quais podem ser obtidos com precisão através da modelagem BIM 3D (GOUVÊA, 2013).

Enquanto a fase de planejamento contempla o processo de decisão, quando são definidos os programas, as metas, os objetivos a serem atingidos e os resultados desejados e atribuídos aos órgãos, o orçamento considera os insumos e os custos atribuídos aos processos e aos produtos da empresa (WITICOVSKI, SCHEER et. al, 2009).

Um modelo 5D só pode ser gerado a partir de um modelo 4D, pois a dimensão *tempo* se faz necessária para ambos (STAUB-FRENCH, 20007).

Segundo Azevedo (2009), a principal vantagem da modelagem 5D (modelação + tempo + custos) é o aumento da precisão durante a construção, com menos desperdício de tempo, de materiais e de redução de alterações durante a execução das obras.

## 2.7 PROJETO E SEU GERENCIAMENTO

### 2.7.1 Projeto como *design*

Segundo a NBR 5674 (1999), “projeto é a descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”.

O termo projeto geralmente vem associado ao plano geral de uma edificação ou de outro objeto qualquer, compreendendo o conjunto de plantas, cortes e cotas necessários à construção, o que abrange projetos arquitetônicos, estruturais, de instalações elétricas e sanitárias, entre outros (o equivalente a *design*, em inglês) (MATTOS, 2010 p. 31).

Para a AsBEA (2015), a elaboração de um projeto (*design*) é um processo que envolve, além dos projetos em si, diversas interfaces com outras disciplinas técnicas. Para promover um andamento de trabalho estável e padronizado foram criadas diretrizes para todas as etapas de projeto (*design*). São elas:

*Concepção do produto*: tem como objetivo levantar um conjunto de informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas, a qual compreende o levantamento de dados, programa de necessidades e estudo de viabilidade.

*Definição do produto:* é a fase onde o partido arquitetônico e os demais elementos do empreendimento são definidos, sendo esta fase subdividida em: estudo preliminar, anteprojeto e projeto legal.

*Identificação e solução de interfaces:* com a definição do produto concluída, esta etapa objetiva a consolidação de todos os elementos do empreendimento, incluindo definições para o intercâmbio entre todos os envolvidos no projeto (*design*).

*Projeto de detalhamento e especialidades:* compreende a etapa de executar o detalhamento de todos os elementos do empreendimento para gerar informações suficientes para a perfeita caracterização das obras/serviços a serem executadas.

*Pós-entrega do projeto:* deve garantir plena compreensão e utilização das informações de projeto, bem como sua aplicação correta nos trabalhos de campo.

*Pós-entrega da obra:* fase de análise e avaliação do comportamento da edificação em uso, para reafirmar se os condicionantes e pressupostos de projeto foram adequados e se eventuais alterações realizadas em obra estão compatíveis com as expectativas do empreendedor e de ocupação dos usuários.

Segundo Goes (2011) é no projeto (*design*) da edificação em que as principais decisões são tomadas, onde os erros devem ser evitados. Por isso, a compatibilização de projetos é um processo que deve ser realizado para se ter uma melhor da qualidade e para o aumento da racionalização da obra, buscando solucionar aspectos da falta de eficiência do setor da construção (GOES, 2011).

## 2.7.2 Projeto como empreendimento

Inicialmente, cabe conceituar projeto, entendido como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”. Quanto à sua natureza, o projeto sugere um início e um término definidos (PMBOK, 2013, p. 3).

Conforme PMBOK (2013), “o término de um projeto é alcançado quando os objetivos tiverem sido atingidos ou quando se concluir que esses objetivos não serão ou não poderão ser atingidos e o projeto for encerrado, ou quando o mesmo não for mais necessário”. (PMBOK, 2013).

Ainda segundo o PMBOK (2013), “cada projeto cria um produto, serviço ou resultado único, com uma localização diferente, um *design* diferente, circunstâncias e situações diferentes, partes interessadas diferentes”.

O projeto pode ser temporário ou produto único. O primeiro se refere a um projeto que tem alcance no tempo, com início e fim bem definidos, sendo que o fim ocorre quando todos os objetivos traçados forem alcançados. Já o segundo, o produto único, se trata de um esforço para gerar um bem tangível único. Ainda que uma construtora esteja produzindo blocos de apartamentos idênticos, o atributo de unicidade é mantido, tendo em vista que se não trata de uma produção em massa, mas da realização de produtos similares que obedecem a um “espírito de projeto” (MATTOS, 2010).

Tabela 2: Distinção entre projeto e operação continuada

É projeto	Não é projeto
Construção de um galpão para armazenamento de grãos	Movimentação diária dos grãos com equipamento
Ampliação de uma usina de concreto	Operação cotidiana da usina de concreto
Instalação de uma fábrica de peças pré-moldadas	Fabricação de peças pré-moldadas
Construção de um hotel de 10 andares	Operação e manutenção do hotel

Fonte: Mattos (2010), p. 31

O ciclo de vida de um projeto, segundo Mattos (2010) compreende quatro estágios, conforme figura a seguir:

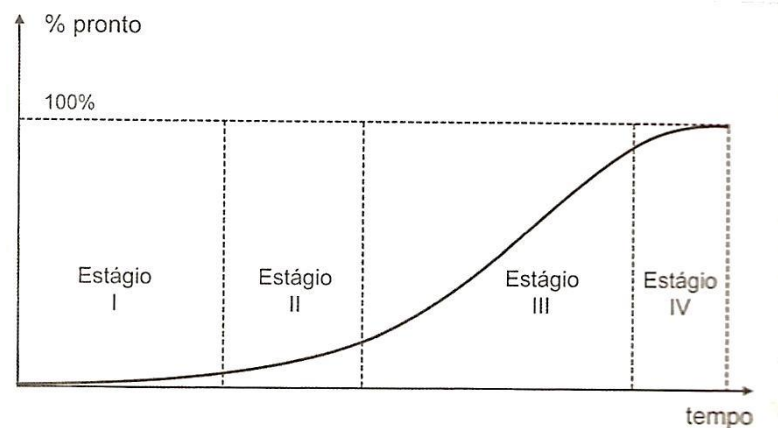


Figura 4: ciclo de vida do projeto

Fonte: Mattos (2010)

#### *Estágio I – Concepção e viabilidade*

Definição do escopo: processo de determinação do programa de necessidades, isto é, as linhas gerais do objeto a ser projetado e construído;

Formulação do empreendimento: delimitação do objeto em lotes, fases, forma de contratação, etc.;

Estimativa de custos: orçamento preliminar por meio da utilização de indicadores históricos;

Estudo de viabilidade: análise de custo-benefício, avaliação dos resultados a serem obtidos em função do custo orçado, determinação do montante requerido ao longo do tempo;

Identificação da fonte orçamentária: recursos próprios, empréstimos, linhas de financiamento, solução mista;

Anteprojeto – projeto básico: desenvolvimento inicial do anteprojeto, com evolução até o projeto básico, quando já passa a conter os elementos necessários para orçamento, especificações e identificações dos serviços necessários.

#### *Estágio II – Detalhamento do projeto e planejamento*

Orçamento analítico: composição de custos dos serviços, com relação de insumos e margem de erro menor que a do orçamento preliminar;

Planejamento: elaboração de cronograma de obra realista, com definição de prazos e marcos contratuais;

Projeto básico – Projeto executivo: detalhamento do projeto básico, com inclusão de todos os elementos necessários à execução da obra.

#### *Estágio III – Execução*

Obras civis: execução dos serviços de campo, aplicação de materiais e utilização de mão de obra e equipamentos;

Montagens mecânicas e instalações elétricas e sanitárias: atividades de campo;

Controle de qualidade: verificar se os parâmetros técnicos e contratuais foram observados;

Administração contratual: medições, diário de obras, aplicação de penalidades, aditivos ao contrato etc;

Fiscalização de obra ou serviço: Supervisão das atividades de campo, reuniões de avaliação do progresso, resolução de problemas, etc.

#### *Estágio IV – Finalização*

Comissionamento: colocação em funcionamento e testes de operação do produto final;

Inspeção final: testes para recebimento do objeto contratado;

Transferência de responsabilidades: recebimento da obra e destinação final do produto;

Liberação de retenção contratual: caso a empresa contratante tenha retido dinheiro da empresa executante;

Resolução das últimas pendências: encontro de contas, pagamento de medições atrasadas, negociações de pleitos contratuais, etc.;

Termo de recebimento: provisório e definitivo.

### 2.7.3 Gerenciamento de projetos – Visão geral

No aspecto técnico, o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos (PMBOK, 2013).

Segundo Conceição (2010) para a realização do gerenciamento de projetos aplica-se e integra-se processos divididos em 5 grupos:

- a) Iniciação – Define e autoriza o projeto ou uma fase do projeto;
- b) Planejamento – define e refina os objetivos e planeja a ação necessária para alcançar os objetivos e o escopo para os quais o projeto foi realizado;
- c) Execução – integração de pessoas e outros recursos para realizar o plano;
- d) Controle – monitoramento e avaliação do processo do projeto para identificar variações e implementação de ações corretivas para garantir o atendimento dos objetivos;
- e) Encerramento – formaliza a aceitação do resultado do projeto e conclusão dos trabalhos.

Em suma, o gerenciamento de um projeto pode ser visto como um subprojeto do projeto total. Do mesmo modo que contexto, escopo, produtos, responsabilidades, prazos, custos e eficácia do projeto devem ser definidos e gerenciados, também as atividades do gerenciamento de projeto devem ser definidas e gerenciadas (NBC, 2012).

Para o sucesso do gerenciamento de um projeto é indispensável a integração, combinando as necessidades do projeto, atividades e resultados, a fim de sejam alcançados todos os objetivos iniciais. Quanto maior a complexidade, bem como mais variadas são as expectativas das partes interessadas, maior é a sofisticação requerida na abordagem para a

integração. Em síntese, o gerenciamento de um projeto supervisiona as atividades necessárias para formar o plano detalhado do gerenciamento do projeto (NBC, 2012).

Segundo Mattos (2010, p.37), a partir do final da década de 1980, com o desenvolvimento das técnicas de gestão, certos princípios fundamentais passaram a nortear o gerenciamento de obras. Dentre eles, destaca-se o princípio da melhoria contínua, segundo o qual para todo processo deve haver um controle permanente que permita estimar o desempenho dos meios empregados e que promova uma alteração de procedimentos de modo a facilitar o cumprimento das metas.

Conforme o mesmo autor entende-se por Ciclo PDCA o conjunto de ações ordenadas e interligadas entre si, dispostas graficamente em um círculo em que cada quadrante corresponde a uma fase do processo. Assim, cada letra é relacionada a um verbo da língua inglesa, dando sentido à sigla, deste modo: P significa *plan* (planejar), D corresponde a *do* (fazer), C é *check* (checar) e A é *act* (agir).

A importância do ciclo é a de deixar claro para a equipe do projeto que não basta planejar, mas também monitorar a atividade e comparar os resultados reais com os desejados, além do simples delineamento prévio da metodologia a ser empregada, os prazos e os recursos requeridos (MATTOS, 2010).

Como bem expressa a sua nomenclatura, o ciclo deve ser continuamente utilizado, aperfeiçoando cada vez mais o planejamento. Inclusive ele pode ser utilizado durante o planejamento inicial, anterior à obra, a fim de verificar a pertinência do que se está planejando (MATTOS, 2010, p. 38).

Ainda segundo Mattos (2010), a equipe que integra o planejamento da obra busca antever a lógica construtiva e suas interfaces, gerando informações de prazos e metas físicas. Nesse sentido, o quadrante *P* pode ser subdividido em três seções:

- a) Estudar o projeto (análise dos projetos, visita técnica ao local da obra, identificação e avaliação de interferências);
- b) Definir metodologia (definição dos processos construtivos, plano de ataque da obra, sequência das atividades, etc.);
- c) Gerar o cronograma e as programações (coordenar as informações para um cronograma racional e factível da obra, levando em consideração os quantitativos, as produtividades adotadas no orçamento, dentre outros dados pertinentes à constituição do cronograma).

A segunda fase representa a concretização do planejamento e é apresentada pelo quadrante *D*, do verbo desempenhar. Divide-se em dois setores:

a) Informar e motivar (explicação a todos os envolvidos quanto ao método a ser empregado, a ordem das atividades, bem como os prazos previstos);

b) Executar a atividade (realização física da tarefa, com o cumprimento da obra, conforme o planejamento).

O quadrante C, por sua vez, refere-se ao controle empregado naquilo que foi de fato realizado. É feita uma comparação entre o previsto com o realizado, apontando as diferenças quanto a prazo, custo e qualidade. Nesta terceira etapa é onde se encontram as maiores informações gerenciais. Também se divide em dois setores:

a) Aferir o resultado (levantar no campo o que foi executado no período de análise, fazendo uma apropriação de dados, na qual se compilam as quantidades de cada serviço efetuado no período);

b) Comparar o previsto e o realizado (comparação do que foi efetivamente realizado com aquilo que estava previsto no planejamento, de modo a detectar-se os desvios e os impactos que eles trazem, assim como possíveis adiantamentos da obra e os respectivos benefícios).

Por fim, o quadrante A corresponde ao encontro de opiniões e sugestões de todo os envolvidos na operação, com base no que foi aferido anteriormente. Aqui, é possível identificar oportunidades de melhoria, aperfeiçoamento do método, detecção de erros, mudanças de estratégia, etc.

Podem ser implementadas ações corretivas, caso os resultados obtidos no campo não são aqueles previamente planejados, ou pode-se pensar na possibilidade de redução do prazo da obra, uma vez não apresentando grandes desvios (MATTOS, 2010).

#### 2.7.4 Gerenciamento do escopo do projeto

O gerenciamento do escopo do projeto compreende os processos necessários para assegurar que o projeto inclui todo o trabalho estritamente necessário para terminar o projeto com sucesso. Relaciona-se principalmente com a definição e controle do que está e do que não está incluso no projeto (PMBOK, 2013).

*Planejar o gerenciamento do escopo:* O processo de criação de um plano de gerenciamento do escopo do projeto que documenta como tal escopo será definido, validado e controlado nada mais é do que planejar o gerenciamento do escopo. De acordo PMBOK (2013) o principal benefício deste processo é o fornecimento de orientação e instruções sobre como o escopo será gerenciado ao longo de todo o projeto.

*Coletar os requisitos:* A etapa de coletar os requisitos consiste no processo de determinar, documentar e gerenciar as necessidades e requisitos das partes interessadas a fim de atender às finalidades do projeto. Aqui, é possível fornecer a base para definição e gerenciamento do escopo do projeto, incluindo o escopo do produto.

*Definir o escopo:* O processo de desenvolvimento de uma descrição detalhada do projeto e do produto significa definir o escopo. São descritos os limites do projeto, serviços ou resultados ao definir quais dos requisitos coletados serão incluídos e quais serão excluídos do escopo do projeto.

*Criar a EAP:* Conforme PMBOK (2013), criar a EAP é o processo de subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. Tem como principal benefício o fornecimento de uma visão estruturada do que deve ser entregue.

*Validar o escopo:* Segundo PMBOK (2013), validar o escopo é o processo de formalização da aceitação das entregas concluídas do projeto. É a validação que proporciona objetividade ao processo de aceitação e aumenta a probabilidade da aceitação final do produto, serviço ou resultado, através da validação de cada entrega.

*Controlar o escopo:* O processo de monitoramento do progresso do escopo do projeto e do escopo do produto e gerenciamento das mudanças feitas na linha de base do escopo denota controlar o escopo. Este processo permite que a linha de base do escopo seja mantida ao longo de todo o projeto.

## 2.7.5 Gerenciamento do tempo do projeto

Para o PMBOK (2013), os processos de gerenciamento do tempo do projeto são:

- **Planejar o gerenciamento do cronograma:** é o processo de estabelecer as políticas, procedimentos e documentações para o planejamento, desenvolvimento gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto, e tem como objetivo orientar e instruir sobre como o cronograma do projeto será gerenciado ao longo de todo o projeto.
- **Definir as atividades:** consiste na identificação e documentação das ações específicas a serem realizadas para produzir as entregas do projeto. O principal benefício deste processo é a divisão dos pacotes de trabalho em atividades que fornecem uma base para estimar, programar, executar, monitorar e controlar os trabalhos do projeto. Os pacotes de trabalho correspondem a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), e são



tipicamente decompostos em componentes menores chamados atividades que representam o esforço de trabalho necessário para completar o pacote de trabalho.

- Sequenciar as atividades: processo de identificação e documentação dos relacionamentos entre as atividades do projeto. O principal benefício deste processo é definir a sequência lógica do trabalho a fim de obter o mais alto nível de eficiência em face de todas as restrições do projeto. Todas as atividades e marcos, com exceção do primeiro e do último, devem ser conectados a pelo menos um predecessor com uma relação lógica “término para início” ou “início para início” e a pelo menos um sucessor com uma relação “término para início” ou “término para término”. As relações lógicas devem ser projetadas para criar um cronograma de projeto realista. O sequenciamento pode ser executado através do uso de *software* de projetos ou do uso de técnicas manuais ou automatizadas.
- Estimar os recursos das atividades: compreende o processo de estimativa dos tipos e quantidades de material, pessoas, equipamentos ou suprimentos que serão necessários para realizar cada atividade. O principal benefício deste processo é identificar o tipo, quantidade e características dos recursos exigidos para concluir a atividade, permitindo estimativas de custos e de duração mais exatas.
- Estimar as durações das atividades: é o processo de estimativa do número de períodos de trabalho que serão necessários para terminar atividades específicas com os recursos estimados. O principal benefício deste processo é fornecer a quantidade de tempo necessária para concluir cada atividade, o que é uma entrada muito importante no próximo processo.
- Desenvolver o cronograma: é o processo de análise de sequências das atividades, suas durações, recursos necessários e restrições do cronograma, visando criar o modelo do cronograma do projeto. O principal benefício deste processo é que a inserção das atividades do cronograma, suas durações, recursos, disponibilidades de recursos e relacionamentos lógicos na ferramenta de elaboração do cronograma, gerando um modelo de cronograma com datas planejadas para a conclusão das atividades do projeto. À medida que o trabalho avança, a revisão e a manutenção do modelo de cronograma do projeto – para sustentar um cronograma realista – continuam sendo executadas durante todo o projeto.
- Controlar o cronograma: corresponde ao processo de monitoramento do 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. Tem como benefício fornecer os meios de se reconhecer o desvio do planejado e tomar medidas corretivas e preventivas, minimizando assim o risco.

#### 2.7.6 Estrutura analítica do projeto

Para se planejar uma obra é preciso decompô-la, isto é, subdividi-la em partes menores, ao que se dá o nome de decomposição. Por meio de tal técnica, o todo – a obra – é progressivamente desmembrado em unidades menores e mais simples de manejar. Uma vez decompostas, os grandes blocos são sucessivamente esmiuçados, destrinchados na forma de pacotes de trabalho menores, até ficarem em um grau de detalhe que facilite o planejamento no tocante à estipulação da duração da atividade, aos recursos requeridos e à atribuição de responsáveis (MATTOS, 2010).

Logo, Estrutura Analítica do Projeto é a “estrutura hierarquizada que a decomposição gera” (MATTOS, 2010).

O critério de decomposição é responsabilidade de quem planeja. Qualquer que tenha sido a lógica de decomposição, todos os trabalhos constituintes do projeto precisam estar identificados ao final. O importante é que a EAP represente a totalidade do escopo (MATTOS, 2010).

O nível de decomposição é frequentemente guiado pelo grau de controle necessário para gerenciar o projeto de forma eficaz. O nível de detalhe dos pacotes de trabalho variará com o tamanho e complexidade do projeto (PMBOK, 2013).

Os elementos componentes de um projeto podem ser nomeados aleatoriamente, não se observando nenhuma das relações existentes entre eles, sendo provável, neste caso, que se omita, por falta de apreciação ou de esquecimento, alguns deles quando do planejamento dos prazos e dos custos do projeto (LIMMER, 1997).

Em contrapartida, a aplicação do método cartesiano proporciona uma partição do projeto em seus elementos componentes de forma metódica, diminuindo de modo considerável a possibilidade de omissão de um componente qualquer. É imperioso destacar aqui que a aplicação do método é primordialmente dependente da qualidade da informação disponível sobre o projeto (LIMMER, 1997).

Na literatura técnica brasileira sobre o assunto esta partição tem recebido o nome de Estrutura Analítica de Projeto, com a sigla EAP (LIMMER, 1997).

### 2.7.7 Duração das atividades

A definição da duração das atividades é de extrema importância, pois estabelece o tempo da atividade em função do cronograma que será gerado. Logo, essa definição é uma das responsáveis pela obtenção do prazo da obra. Sendo que se essa definição for mal atribuída, ela pode corromper totalmente o planejamento (MATTOS, 2010).

É importante que, por mais criterioso que seja o planejador, a duração será sempre uma estimativa, logo, é atribuída uma margem de erro que pode ser menor para as atividades repetitiva ou maior para os serviços que o construtor não dispõe de dados para estimar (MATTOS, 2010).

Segundo Mattos (2010) “embora as durações estejam sempre envoltas em uma nuvem de imprecisão, elas não podem ser produto de mera adivinhação”. O planejador tem de se basear em algum parâmetro existente para poder estimar a duração das atividades (MATTOS, 2010).

Ainda conforme Mattos (2010), não basta apenas planejar, mas também é necessário haver um controle a fim de que se possa avaliar as eventuais discrepâncias e poder ajustar o cronograma para o restante do projeto.

“As análises das estimativas de duração das atividades são uteis na identificação dos riscos relacionados com as provisões de tempo para as atividades ou o projeto como um todo” (PMBOK, 2013).

Tabela 3: Fatores que afetam a duração de uma atividade

<b>Fator</b>	<b>Efeito</b>
Experiência da equipe	Quanto mais experiência tiver a equipe de trabalho, maior a facilidade em realizar a atividade e, conseqüentemente, menor o tempo necessário para executá-la.
Grau de conhecimento do serviço	Atividades novas, especiais ou pouco frequentes geralmente requerem um período de familiarização da equipe (metodologia construtiva, posicionamento dos operários e equipamentos, identificação de interferências, análise de fontes de erro etc.) Existe uma tendência natural a que a produtividade cresça com o tempo (curva de aprendizagem)
Apoio Logístico	A duração de uma atividade pode ser otimizada com um suporte

	preciso, que garanta que os operários não percam tempo esperando a chegada de material, ou com longos deslocamentos etc.
--	--

Fonte: Mattos, 2010

### 2.7.8 Cronograma

Por cronograma entende-se a representação gráfica e lógica da execução de um projeto, indicando os prazos em que deverão ser executadas as atividades essenciais, a fim de que o projeto termine dentro de condições previamente estabelecidas (LIMMER, 1997, p. 68).

O tempo de duração de um determinado projeto é elemento fundamental do seu planejamento, e se determina a partir da duração de cada uma das atividades que compõem o projeto e dos respectivos inter-relacionamentos, resultante da metodologia de execução definida (LIMMER, 1997, p. 39).

Cada atividade tem um tempo de duração estimado, determinado pelo tipo e quantidade de serviço que a compõe, bem como em função da produtividade da mão-de-obra que a executa. Inicialmente podem estar disponíveis, tempestivamente, a mão-de-obra, os tipos e quantidades de materiais, equipamentos e demais recursos necessários à sua execução (LIMMER, 1997, p.39).

O tempo estipulado para a duração do projeto pode ser concebido de várias formas, como a tabular e a gráfica, compondo tais representações um cronograma (LIMMER, 1997 p.39).

Segundo MATTOS (2010), o cronograma é, por excelência, o instrumento do planejamento no dia a dia da obra e é com base nele que o gerente e sua equipe devem tomar as seguintes providências:

Tabela 4: Providências do planejador

Programar as atividades das equipes de campo
Instruir as equipes
Fazer pedidos de compra
Alugar equipamentos
Recrutar operários
Aferir o progresso das atividades
Monitorar atrasos ou adiantamentos das atividades

	Replanejar a obra
	Pautar reuniões

Fonte: MATTOS (2010)

A visualização das atividades com suas datas de início e fim pode ser obtida através do recurso gráfico chamado cronograma de Gantt, assim batizado em homenagem ao engenheiro norte-americano Henry Gantt, que introduziu o cronograma de barras como ferramenta de controle e produção de atividades, especialmente na construção de navios cargueiros no início do século XX (MATTOS, 2010 p. 201).

O cronograma de Gantt é um gráfico simples: à esquerda figuram as atividades e à direita, as suas respectivas barras desenhadas em uma escala de tempo. O comprimento da barra simula a duração da atividade, cujas datas de início e fim podem ser lidas nas subdivisões da escala de tempo (MATTOS, 2010 p. 201).

#### 2.7.9 Planejamento

Inicialmente, cumpre destacar algumas funções do planejamento. É ele quem define a organização para executar a obra, tomar decisões, alocar recursos, integrar e coordenar esforços de todos os envolvidos, garantir boa comunicação entre os participantes da obra, suscitar a conscientização dos envolvidos quanto aos prazos, qualidade e custos, caracterizar a autoridade do gerente, estabelecer um referencial para controle, definir uma diretriz para o empreendimento (LIMMER, 1997, p. 2 e 4).

Nessa linha, Limmer (1997) explica que para se ter qualidade e produtividade, é preciso que o gerenciamento de um projeto (projeto, aqui, no sentido de empreendimento) seja feito como um todo, concatenando-se recursos humanos, materiais, equipamentos e também políticos, de forma a obter-se o produto desejado – obra construída – dentro dos parâmetros de prazo, custo, qualidade e riscos previamente estabelecidos.

Para tanto é preciso planejar e controlar o projeto, visto que planejar e controlar são atividades mutuamente exclusivas onde uma não existe sem a outra. (LIMMER, 1997)

O planejamento é a chave do sucesso de qualquer empreendimento, é por meio deste que o gestor pode definir as prioridades, estabelecer a sequência de execução, comparar alternativas de ataque, monitorar atrasos e desvios, entre outros benefícios (MATTOS, 2010, p. 33).

Segundo Sampaio (2008), também pode ser entendido como um processo contínuo e dinâmico que consiste em um conjunto de ações intencionais, integradas, coordenadas e orientadas para tornar realidade um objetivo futuro, possibilitando a tomada de decisões de forma prévia. Tais ações devem ser identificadas de modo a permitir que sejam executadas de forma adequada, levando-se em conta aspectos como prazo, custos, qualidade, segurança, desempenho e outros fatores condicionantes. De acordo com o referido autor, quando bem realizado, o planejamento oferece inúmeras vantagens à equipe de projetos, tais como:

- Permite controle apropriado;
- Produtos e serviços entregues conforme requisitos exigidos pelo cliente;
- Melhor coordenação das interfaces do projeto;
- Possibilita resolução antecipada de problemas e conflitos; e
- Propicia um grau mais elevado de assertividade nas tomadas de decisão.

Segundo MATTOS (2010, p.21), ao planejar uma obra, o gestor adquire alto grau de conhecimento do empreendimento, o que lhe permite ser mais eficiente na condução dos trabalhos, os principais benefícios que o planejamento traz são:

- Conhecimento pleno da obra
- Detecção de situações desfavoráveis
- Agilidade de decisões
- Relação com o orçamento
- Otimização da alocação de recursos
- Referência para acompanhamento
- Padronização
- Referência para metas
- Documentação e rastreabilidade
- Criação de dados históricos
- Profissionalismo

## 2.8 FERRAMENTAS BIM

Os *softwares* que desenvolvem modelos BIM utilizados atualmente em vários países da América do Norte, Europa e Ásia foram desenvolvidos por empresas de várias naturezas e cobrem as partes que integram as diversas dimensões do BIM. Assim, podem envolver *softwares* de planejamento, projeto, custo, etc. (GOES, 2011).

Tabela 5: *Softwares* que suportam tecnologia BIM

<b>Disciplinas de projeto</b>	<b>Ferramentas BIM</b>
Arquitetura	RevitArchitecture
	ArchiCAD
	Vectorworks Architect
	BentleyArchitecture
	Gehry Digital Project
	DDS-CAD Architect
Estrutura	TeklaStructures
	RevitStructure
	CAD/TQS
	BentleyStructural
	AllPlan
	StruCAD
	ScaleCAD
	Prosteel 3D
Elétrica	Revit MEP
	AutoCAD MEP
	ArchiCAD MEP
	Bentley – BuildingElectrical Systems
	MagiCAD
	DDS-CAD Eletrical
Hidráulica	Revit MEP
	ArchiCAD MEP
	BentleyMechanical Systems
	MagiCAD
	DDS-HVAC
Gerenciamento de Projetos	Navisworks
Construção	ArchiCADConstructorandEstimator
	DDS-CAD Building
Gestão da Manutenção	BentleyFacilities
	ArchiFM
	Rambyg
	Vizelia

Fonte: GOES (2011)

### 2.8.1 Autodesk RevitArchitecture

“O *software* de projeto de construção *AutoCAD Revit* foi desenvolvido especificamente para a Modelagem de Informação da Construção (BIM), possibilitando que os profissionais de projeto e construção levem suas ideias da concepção até a elaboração, com uma abordagem por modelos coordenada e consistente” (AUTODESK, 2015). “O *Revit* é um aplicativo individual que inclui recursos para projeto de arquitetura, de construção e de engenharia estrutural e MEP” (AUTODESK, 2015).

### 2.8.2 Autodesk Navisworks

Segundo *Autodesk* (2015), o *software* de análise de projetos *Navisworks* “permite que profissionais de arquitetura, engenharia e construção possam rever de forma holística os modelos e dados integrados com os interessados para obter um melhor controle sobre os resultados do projeto”. “As ferramentas de integração, análise e comunicação ajudam as equipes a coordenar disciplinas, resolver conflitos e planejar os projetos antes do início da construção ou reforma” (AUTODESK, 2015).

Conforme Lima (2012), o *Navisworks* faz o planejamento 4D de projeto com base nos elementos do projeto em 3D e nas tarefas do planejamento da construção. O *software* importa arquivos de planejamento de diversos programas e faz conexão das tarefas com o modelo 3D, que também deve ser importado para o *Navisworks*, para posteriormente ser feita a ligação destes, conforme os seguintes passos, segundo Lima (2012):

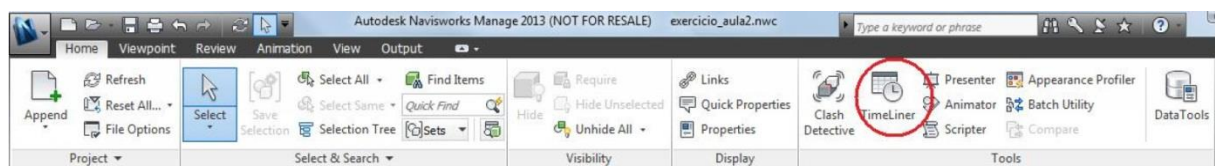


Figura 5: *Aba Home >Timeliner*

Fonte: Lima (2012)

“Ao selecionar *Timeliner* surge a janela *Timeliner*, sendo que no lado esquerdo há a tabela de tarefas e do lado direito há uma janela onde será exibido o gráfico de Gantt que ilustra a distribuição das tarefas ao longo do tempo” (LIMA, 2012).



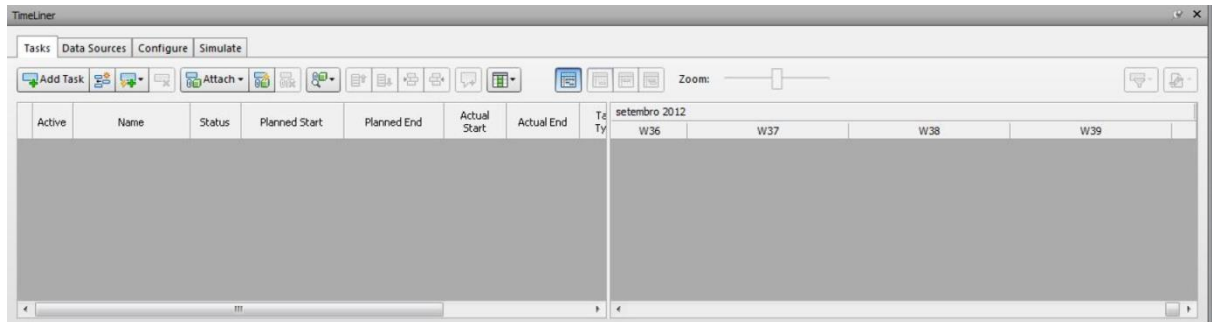


Figura 6: Janela *Timeliner*

Fonte: Lima (2012)

Nessa janela, as guias têm as seguintes funções:

Guia *tasks* – ferramentas para gerenciar, criar e visualizar tarefas

Guia *Data Sources* – importamos as tarefas de outro programa,

Guia *Configure* – definimos tipos, parâmetros e visibilidade das tarefas

Guia *Simulate* – fazemos a simulação da execução do projeto de acordo com os parâmetros do planejamento.

Em geral, o planejamento deve ser importado de um *software* de terceiros com o planejamento da construção. A relação de tarefas com datas para início e conclusão de cada etapa é vital para a geração do gráfico e a importação pode ser feita a partir do *MS Project*, *Primavera*, *Asta Project* ou em formato CSV.

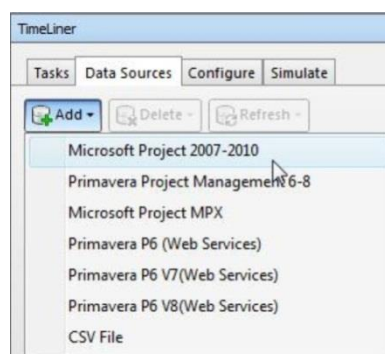


Figura 7: Seleção de *software* de planejamento

Fonte: Lima (2012)

O próximo passo é selecionar os campos que podem ser mapeados para o *Navisworks*, por exemplo: pode-se criar um campo no Project para *TaskType* e mapear na abertura do arquivo com *Text1* como mostra a figura abaixo.

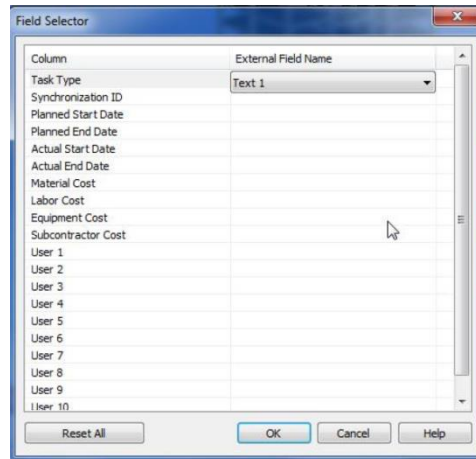


Figura 8: seleção do campo *TaskType*

Fonte: Lima (2012)

Em seguida, o arquivo é anexado ao projeto do *Navisworks*, conforme figura abaixo.

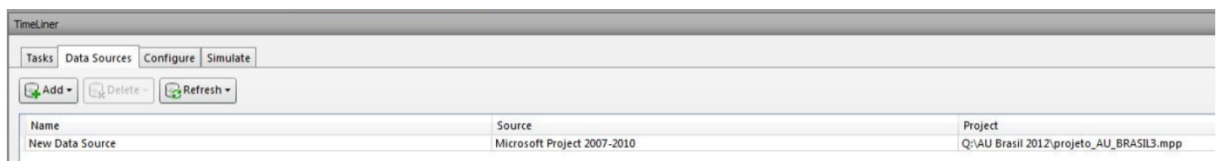


Figura 9: Associação do cronograma ao projeto

Fonte: Lima (2012)

O próximo passo é importar as tarefas para o *Navisworks*. Selecione o botão *Refresh* e clique em *Selected Data Source* para adicionar os dados do arquivo selecionado. Na janela seguinte selecione *Rebuild Task Hierarchy* para importar os dados do *MS Project*.

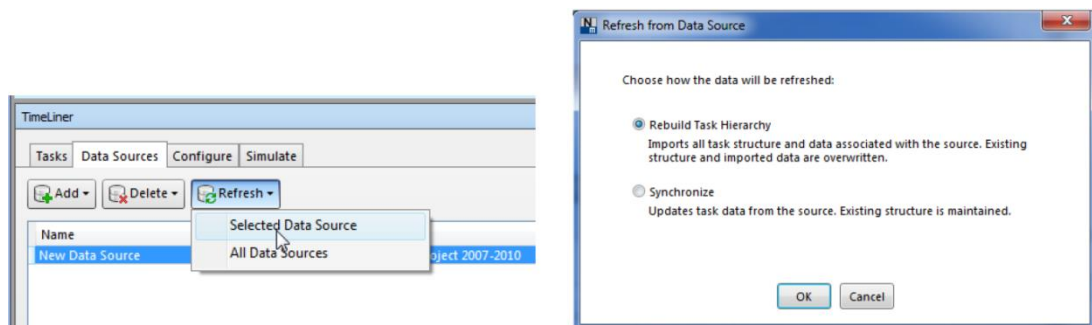


Figura 10: Importação das tarefas

Fonte: Lima (2012)

Em seguida as tarefas são exibidas na aba *Tasks*, conforme a figura abaixo:

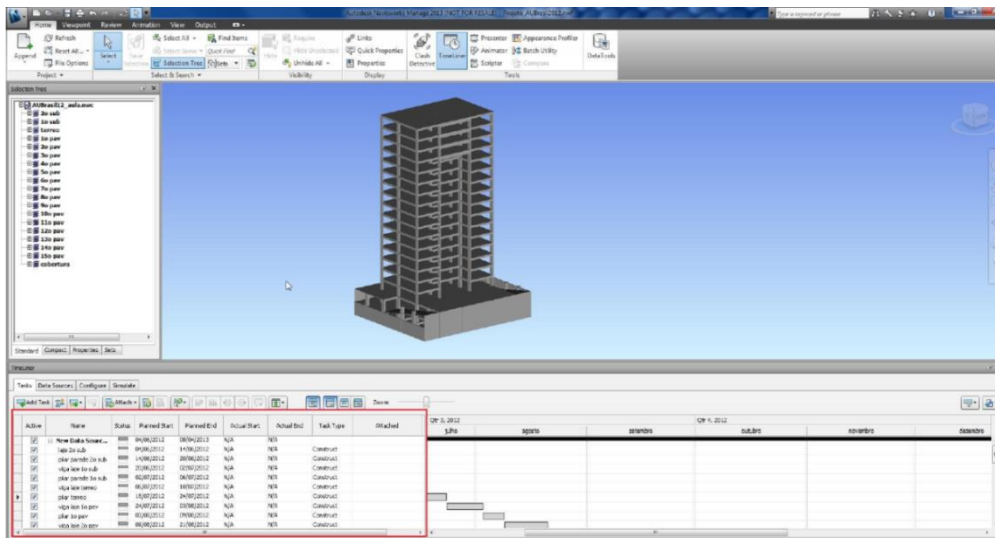


Figura 11: Janela do *Timeliner* com as tarefas inseridas no projeto

Fonte: Lima (2012)

É importante criar as tarefas no *MS Project* com o mesmo nome das *Selection Tree*, *Phase Created* ou *Selection Sets* no *Navisworks*.

Crie uma coluna tipo *Text1* no projeto para atribuir os tipos de tarefas *Demolish*, *Construct* e *Temporary* e outras que vier a criar para cada tarefa.

A primeira coluna de nomes de tarefas deve ser idêntica as *Selection Tree*, *Phase Created* ou *Selection Sets* no *Navisworks* e a segunda coluna selecionada na figura abaixo representa as *Tasks Types* do *Navisworks*.

	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras	Texto1	Nomes dos recurso
1	laje 2o sub	10 dias	Seg 04/06/12	Qui 14/06/12		Construct	
2	pilar parede 2o sub	5 dias	Qui 14/06/12	Qua 20/06/12	1	Construct	
3	viga laje 1o sub	10 dias	Qua 20/06/12	Seg 02/07/12	2	Construct	
4	pilar parede 1o sub	5 dias	Seg 02/07/12	Sex 06/07/12	3	Construct	
5	viga laje terreo	10 dias	Sex 06/07/12	Qua 18/07/12	4	Construct	
6	pilar terreo	5 dias	Qua 18/07/12	Ter 24/07/12	5	Construct	
7	viga laje 1o pav	10 dias	Ter 24/07/12	Sex 03/08/12	6	Construct	
8	pilar 1o pav	5 dias	Sex 03/08/12	Qui 09/08/12	7	Construct	
9	viga laje 2o pav	10 dias	Qui 09/08/12	Ter 21/08/12	8	Construct	
10	pilar 2o pav	5 dias	Ter 21/08/12	Seg 27/08/12	9	Construct	
11	viga laje 3o pav	10 dias	Seg 27/08/12	Qui 06/09/12	10	Construct	
12	pilar 3o pav	5 dias	Qui 06/09/12	Qua 12/09/12	11	Construct	
13	viga laje 4o pav	10 dias	Qua 12/09/12	Seg 24/09/12	12	Construct	
14	pilar 4o pav	5 dias	Seg 24/09/12	Sex 28/09/12	13	Construct	
15	viga laje 5o pav	10 dias	Sex 28/09/12	Qua 10/10/12	14	Construct	
16	pilar 5o pav	5 dias	Qua 10/10/12	Ter 16/10/12	15	Construct	

Figura 12: Nomes das tarefas e tipo de tarefas

Fonte: Lima (2012)

Para associar as tarefas aos objetos do projeto o ideal é que eles tenham sido selecionados e associados a um *Selection Set* com o mesmo nome das tarefas. Desta forma basta selecionarmos a tarefa e o *Selection Set* correspondente. No exemplo abaixo vamos criar a seleção das vigas do Subsolo 2 e salvar a seleção com o mesmo nome da tarefa.

- Na *Selection Tree* clique no pavimento do subsolo para expandir os elementos e selecione os pilares e paredes e note que eles são selecionados no modelo.
- Em seguida selecione *Save Selection* na *Aba Home* e dê o mesmo nome da tarefa conforme importado do *MS Project*.

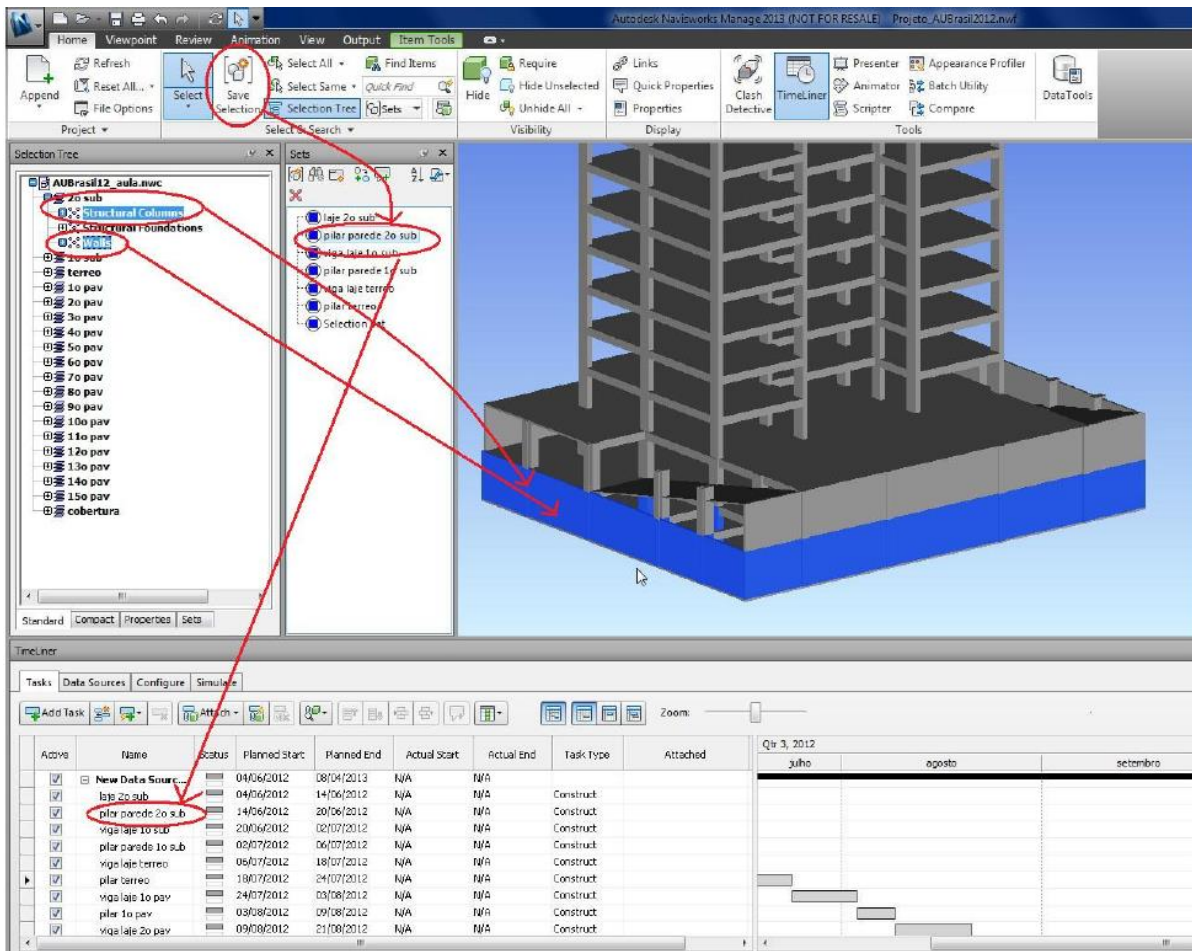


Figura 13: Associação da tarefa aos elementos do projeto

Fonte: Lima (2012)

Para associar as tarefas aos sets de seleção do modelo, usamos a opção *Auto – Attach Using Rules* para fazer o link automaticamente com os nomes dos *Sets* de seleção. Esse processo é extremamente eficiente desde que se tenha criado as seleções e tarefas com nomes idênticos.

- Selecione *Auto – Attach Using Rules*
- Na janela *Timeliner Rules* marque a opção *Map Timeliner Tasks from Column name to Selection Sets whit the same name Matching Case*
- Clique em *Apply Rules*.

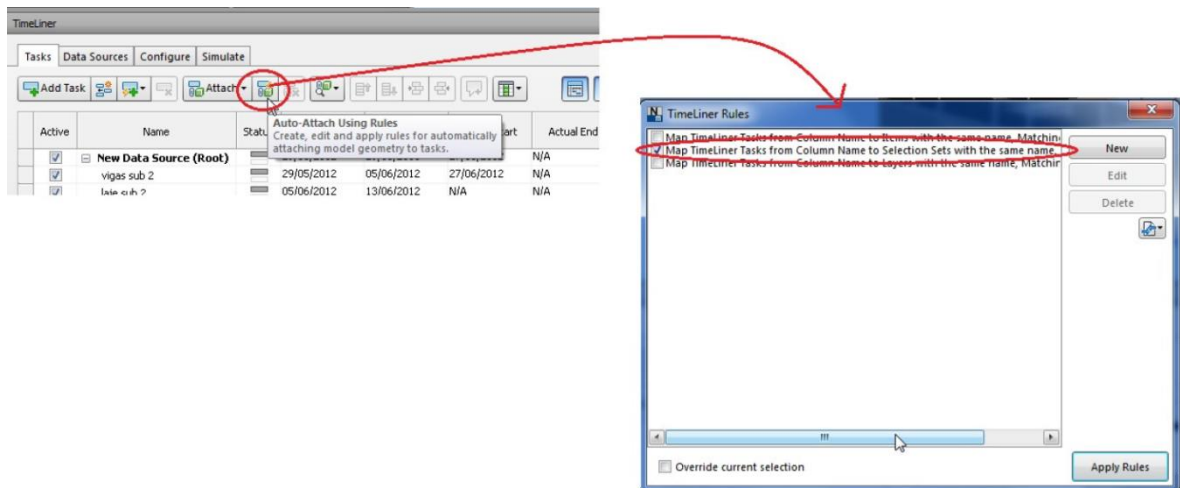


Figura 14: Seleção da regra de associação

Fonte: Lima (2012)

Em seguida os *Sets* de seleção são associados às tarefas. Se houver algum problema com a associação de uma tarefa, deve-se conferir os nomes das tarefas e dos *Sets* no *Navisworks* e no *MS Project*.

A simulação da execução das tarefas é feita na aba *Simulate*. Antes de fazer a simulação verifique os seguintes itens na aba *Tasks*:

- As tarefas devem estar ativas
- Os *Tasks Types* devem estar corretos
- Certifique-se que a geometria foi anexada às tarefas

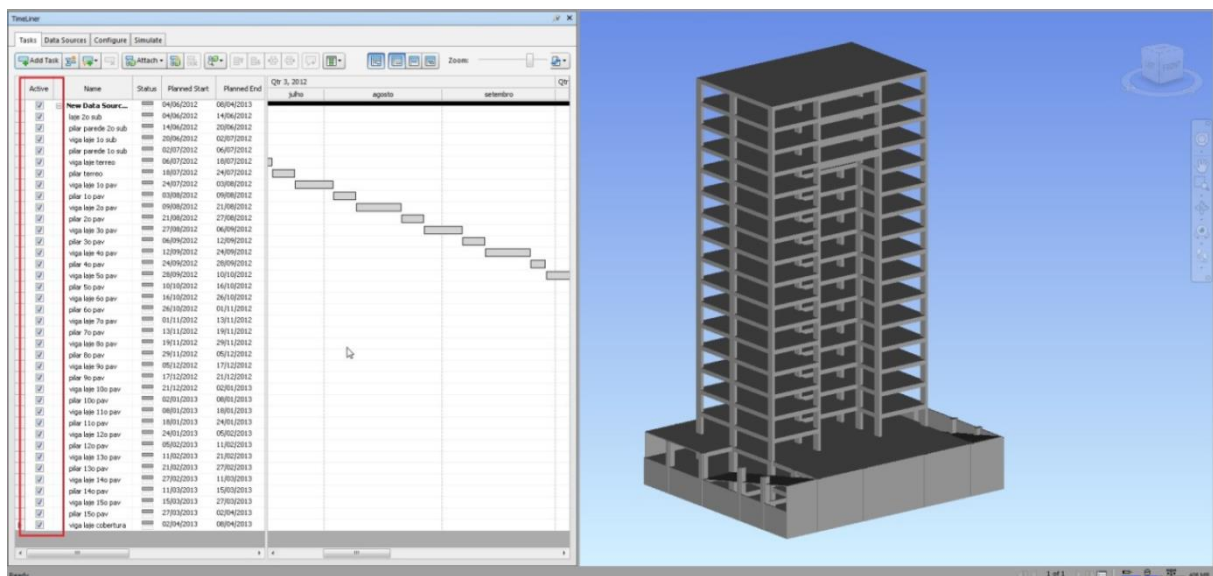


Figura 15: tarefas ativas para gerar a simulação

Fonte: Lima (2012)

Ao selecionar a aba *Simulate* veremos na vista da cena o modelo antes das tarefas criadas e na parte lateral os botões da simulação, a caixa de datas e a barra deslizante do tempo. Clique no botão *Play* para iniciar a simulação.

## 2.9 FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO

Em um ambiente empresarial altamente competitivo é importante a reação com rapidez e flexibilidade às demandas dos clientes. No gerenciamento de projetos podemos focar em prioridades, medir desempenho, preparar para as dificuldades e adaptar-se para as mudanças (FRANCK, 2007 p.18).

### 2.9.1 *Microsoft Project*

Conforme FRANCK (2007), o *MS Project* é um *software* da *Microsoft*, voltado para gerenciamento de projetos que possibilita maior controle com a utilização de técnicas que ajudam a comandar equipes para atingir metas no prazo e dentro dos custos estipulados, maximizando desempenhos e garantindo excelentes resultados. Dentre os diversos recursos que o *software* disponibiliza, pode-se citar algumas características básicas como:

- Modelo de Diagrama de Rede (ou diagrama de precedências) onde cada tarefa, que é representada em bloco ou caixa, do projeto é ligada com outras de acordo com o fluxo do processo, formando uma espécie de rede.
- Processo de entrada de dados com a geração de um Gráfico de Gantt.
- Realizadas as relações de precedências entre tarefas tipo Fim-Início, Início-Início, Fim-Fim e Início-Fim;
- Inclusão de tarefas recorrentes, que ocorrem de forma periódica;
- Possui um conjunto padrão de relatórios e podendo ser criados relatórios específicos;
- A construção do diagrama de redes ocorre automaticamente, podendo ser feita “do início para o fim” ou “do fim para o início”;
- Criação de calendários específicos para o período de trabalho no projeto;
- Os recursos são alocados diretamente às tarefas.

Segundo Wille (2014), ao iniciar um projeto, no *Microsoft Project 2013*, deve-se escolher um calendário base que determina como as tarefas e os recursos atribuídos a elas serão agendados. O *MS Project* possui três calendários base, são eles:

- Padrão: agenda tradicional, segunda-feira a sexta-feira, das 9 as 18 com uma hora de intervalo.
- 24 horas: não há período de folga, a semana inicia no domingo.
- Turno da noite: é de segunda-feira à noite até sábado de manhã, das 23 horas às 8 horas com uma hora de intervalo.

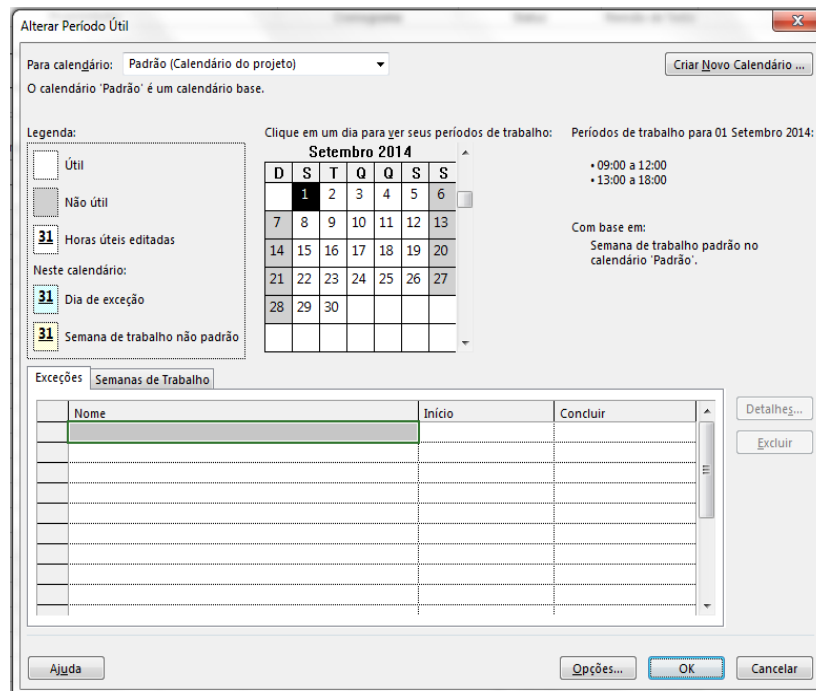



Figura 16: definindo calendário-base

Fonte: Wille (2014)

Com o calendário-base definido, as tarefas podem ser inseridas na faixa de opções “tarefa”, digitando os nomes das atividades no campo “Nome da Tarefa”.






Nome da Tarefa
Projeto Lev. Dados
Ordem de Início recebida
Levantamento
Agendar Levantamento
Realizar Levantamento
Arquivar documentos
Fim do Levantamento
Análise e Conclusões
Elaborar Relatório
Figuras e tabelas
Integração do Relatório
Apresentação do Relatório
Ajustes Finais
Trabalho concluído

Figura 17: Inserindo nome da tarefa

Fonte: Wille (2014)

Segundo Wille (2014), para se ter uma visualização da estrutura de divisão do trabalho, deve ser inserida uma coluna chamada EDT, clicando no “Nome da Tarefa” com o botão direito do mouse, selecionando “Inserir coluna” > EDT.



Linha	EDT	Nome da Tarefa
1	1	Projeto Lev. Dados
2	1.1	Ordem de Início recebida
3	1.2	Levantamento
4	1.2.1	Agendar Levantamento
5	1.2.2	Realizar Levantamento
6	1.2.3	Arquivar documentos
7	1.2.4	Fim do Levantamento
8	1.3	Análise e Conclusões
9	1.3.1	Elaborar Relatório
10	1.3.2	Figuras e tabelas
11	1.3.3	Integração do Relatório
12	1.3.4	Apresentação do Relatório
13	1.3.5	Ajustes Finais
14	1.4	Trabalho concluído

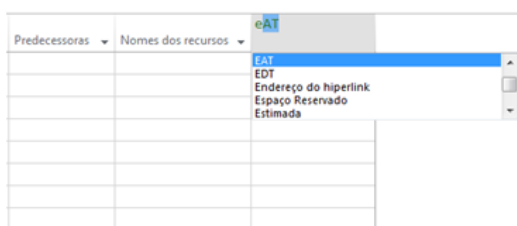
  


Figura 18: Inserindo coluna EDT

Fonte: Wille (2014)

“As dependências entre as atividades identificam o sequenciamento do projeto mostrado no *Project* através do cronograma de Gantt. As barras simbolizam as atividades, o seu tamanho significa a duração e as setas às dependências” (WILLE, 2014).

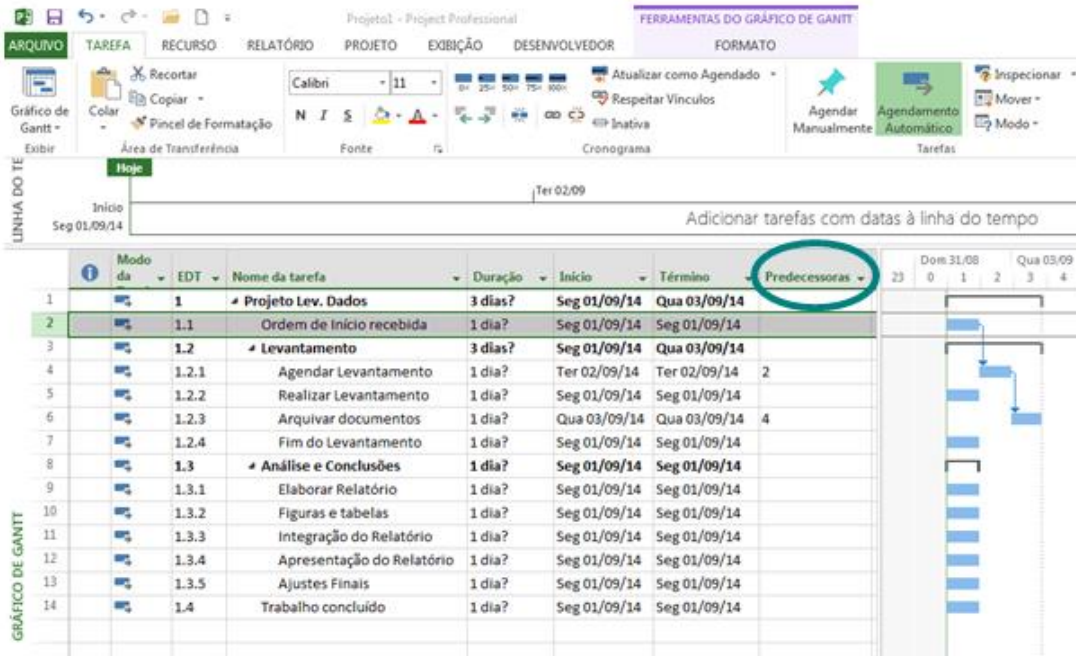


Figura 19: Inserindo dependências

Fonte: Wille (2014)

“É necessário estimar a quantidade de períodos de trabalho que serão utilizados para implantar cada tarefa” (WILLE, 2014). As durações devem ser digitadas diretamente na coluna “Duração”.

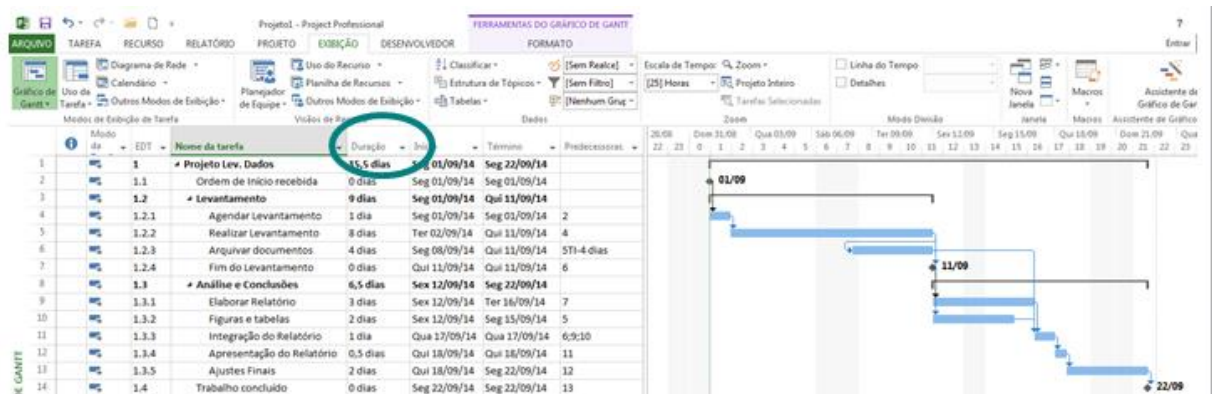


Figura 20: Inserindo durações

Fonte: Wille (2014)

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, bem como as informações, definições e critérios empregados para a execução dos estudos.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO E ESTRATÉGIA DE ANÁLISE

Gil (2002) classifica as pesquisas com base em seus objetivos: exploratórias, descritivas e explicativas. A pesquisa exploratória tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições; seu planejamento é flexível, possibilitando variadas considerações dos aspectos relacionados ao contexto estudado (GIL, 2002).

Yin (2001) apresenta estratégia de pesquisa como qualitativa ou quantitativa. Segundo este autor, “estudo de caso é a estratégia utilizada ao se examinarem acontecimentos contemporâneos”. A intenção em todos os tipos de estudo de caso, é que ela tenta explicar uma decisão ou um conjunto de decisões, o motivo pelo qual foram tomadas, como foram praticadas e com quais resultados (YIN, 2001 appud. SCHRAMM, 1971, p. 31).

Conforme Gil (2002), os objetivos do método de estudo de caso são os de proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados.

##### 3.1.1 Critérios de Seleção

Optou-se pela pesquisa exploratória, na forma de um estudo de caso, visto que suas caracterizações condizem com os objetivos desta pesquisa.

Desta maneira, a estratégia será qualitativa, onde ocorre a coleta de dados através de protocolo de pesquisa bem como eventuais anotações.

##### 3.1.2 Unidade de Análise

Para Yin (2001), a unidade de análise está relacionada à maneira como as questões iniciais da pesquisa foram definidas, ou seja, a forma que o pesquisador define as questões e o meio onde o pesquisador irá coletar os dados.

A unidade de análise da presente pesquisa será a área de desenvolvimento de novos produtos de uma construtora, envolvendo a área de projeto, orçamento e planejamento do cronograma.

### 3.2 PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A pesquisa se desenvolve em três etapas: a etapa de planejamento, a etapa de condução do estudo de caso e a etapa de proposta de roteiro.

A figura 21 mostra o fluxo de trabalho adotado para o presente estudo:

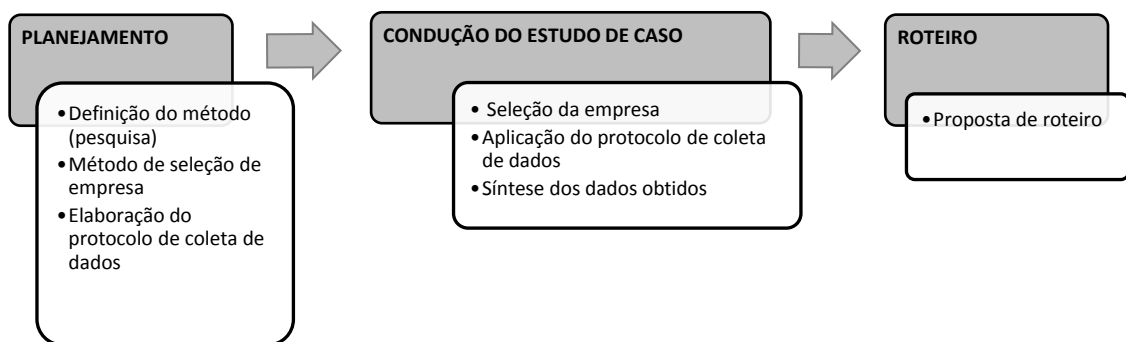


Figura 21: Estrutura da pesquisa

Fonte: O autor

Conforme Yin (2001), a elaboração de um estudo de caso envolve habilidades prévias como preparação e treinamento, desenvolvimento de um protocolo de coleta de dados, escolha do possível estudo de caso e condução do respectivo estudo de caso.

A seguir estão descritas explicações sobre cada um dos componentes da figura 21:

#### I -Planejamento

*I.a -Definição do método:* O método de pesquisa foi definido após análise da literatura, este se caracteriza por ser exploratório e qualitativo apresentado no item 3.1 deste capítulo.

*I.b -Método de seleção de empresa:* Para o presente estudo os critérios inicialmente estabelecidos para a seleção de uma construtora foram:

- Atuar na área de construções em *Steel-Frame*.
- Ter disponibilidade em contribuir para o trabalho, uma vez que há pouca oferta no mercado deste tipo de atuação.

- Construtora deve trabalhar com um arquiteto projetista especializado em BIM para colaborar com a pesquisa.

*I.c - Elaboração do protocolo de dados:* Para Yin (2001), o protocolo é um instrumento que contém procedimentos e regras de coleta de dados que devem ser seguidas para se aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso.

O protocolo de coleta de dados desenvolvido para esta pesquisa será estruturado de modo a ter perguntas destinadas ao construtor e o arquiteto projetista participantes da pesquisa, de acordo com os objetivos em relação a cada um. Haverá também informações da construtora e área de atuação, para posteriormente fazer a validação das respostas a fim de atestar a veracidade do estudo.

As perguntas para a coleta de dados foram embasadas nos fundamentos teóricos deste trabalho e estruturadas de forma a direcionar ao objetivo da pesquisa, assim representado:

#### PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

##### DADOS DA EMPRESA

Nome da empresa	
Endereço	
Ano de início das atividade	
Cidade	
Fone de contato	
E-mail	
Web site	
Nome do entrevistado	
Profissão	
Função na empresa	

SERVIÇOS	SIM	NÃO
CONSULTORIA EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS		
TERCEIRIZAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS		
TREINAMENTOS NA AREA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS		
MONTADORA DE OBRAS		

##### COLETA DE DADOS

PERGUNTAS		SIM	NÃO
1	A decomposição do cronograma em grupos de trabalho é realizada a fim de atender a Planilha de Levantamento de Serviços (PLS) padrão do agente financiador da obra?		
2	A estimativa de duração das atividades de execução da obra é feita com base na sua decomposição e no histórico da construtora?		
3	O administrador do cronograma participa efetivamente da obra?		
4	A atualização do cronograma é feita periodicamente? Marque a periodicidade (Dias)		
	Dias		
5	É feita a comparação do previsto e realizado da execução de obra?		
6	O cronograma é utilizado para fazer histograma (alocar recursos)?		

7	O cronograma é utilizado para gerir Custos		
8	O arquiteto projetista é responsável por todos os projetos (arquitetônico e complementares)?		
9	O projeto BIM é modelado a fim de atender as necessidades das etapas posteriores a essa, ou seja, planejamento e orçamento?		
10	Existe cronograma oficial (linha base)		
11	Identificado desvio no cronograma, são tomadas ações corretivas?		
12	As ações são implementadas gerando cronograma reprogramado?		

Outras questões abordadas pelo entrevistado	

Figura 22: Protocolo de coleta de dados

Fonte: O autor

Ainda para a coleta de dados foi prevista uma sequência de reuniões, com o intuito de ordenar a evolução dos trabalhos. Foram desenvolvidos formulários de convocações com os assuntos a serem tratados em cada uma das reuniões, localizados no Apêndice “A” desta pesquisa, dispostos na seguinte ordem:

*Reunião I* – Definição do projeto:

- Definição do projeto
- Proposta de desenvolvimento em BIM – *Softwares/compatibilidades*
- Desenvolvimento do modelo BIM 3D
- Desenvolvimento do cronograma de Obra
- Desenvolvimento de orçamento
- Responsabilidades dos envolvidos
- Nível de detalhe a ser alcançado
- Expectativas das partes envolvidas

*Reunião II* – Apresentação preliminar do modelo BIM 3D e do cronograma:

- Apresentação do projeto preliminar modelado em BIM 3D
- Apresentação da Estrutura Analítica de Projeto (EAP)
- Avaliação de conflitos
- Solução de conflitos

*Reunião III* – Apresentação dos ajustes e fechamento do modelo BIM 3D e do cronograma:

- Apresentação do modelo BIM 3D ajustado
- Apresentação da EAP ajustada

- Definição das durações das atividades
- Fechamento dos arquivos
- Compatibilização do modelo BIM 3D com o cronograma de obra
- Viabilização da modelagem 4D

*Reunião IV – Apresentação preliminar da simulação 4D:*

- Apresentação da simulação 4D preliminar
- Verificação de mudanças de projeto/ cronograma
- Tomada de decisões

*Reunião V – Entrega dos produtos:*

- Apresentação/ entrega dos produtos finais

## II - Condução do estudo de caso

*II.a - Seleção da empresa:* A empresa selecionada deverá atender aos requisitos elaborados pelo pesquisador, citados na etapa de planejamento.

*II.b - Aplicação do protocolo de coleta de dados:* Para a coleta de dados será utilizado o protocolo de coleta de dados que corresponde a um questionário mais uma sequencia de reuniões, que serão registradas por meio de ata de reunião.

## III –Roteiro

*III.a- Características gerais do roteiro:* Apresenta as etapas condizentes com o roteiro e os *softwares* utilizados.

*III.b- Proposta de roteiro:* Após análise da fundamentação teórica e do estudo de caso será proposto um roteiro de aplicação do BIM 4D

## 4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso será realizado durante a fase de criação do projeto 3D e do planejamento de obra.

Este capítulo apresenta as características da construtora escolhida para o estudo de caso, sua área de atuação e destaque para o setor que será explorado no presente trabalho. Relata também a aplicação e os dados obtidos através do estudo de caso.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUTORA DO ESTUDO DE CASO

A empresa em estudo, localizada na cidade de Curitiba-PR, presta serviços na área de consultoria e terceirização de gerenciamento de obras e projetos em todo Brasil, e no ano de 2015 iniciou atividades de “montadora de obras”, utilizando do método construtivo *Steel-Frame*.

O objetivo da unidade de negócio voltada à montagem de obras é atuar na construção seca, propiciada por este tipo modular de construção, típica de fabricação industrial, onde todos os componentes são produzidos e levados até o local da obra para montagem.

A figura a seguir apresenta o organograma da montadora de obras do estudo de caso.

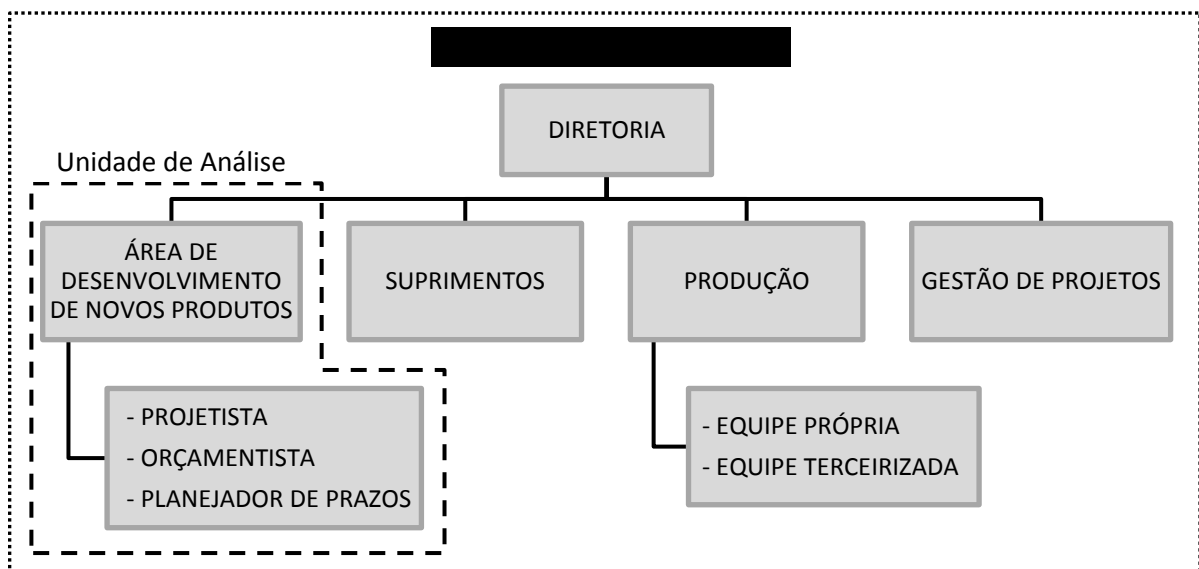


Figura 23: Organograma da montadora de obras

Fonte: O autor

- a) Características do gestor da área de novos produtos: Acumula o cargo desta área com o de diretor da construtora.



- b) Características do projetista: O arquiteto e urbanista atua no desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares, utilizando do método BIM há três anos, onde participa desde a concepção do projeto, passando por estudos de viabilidade e anteprojeto, até o projeto executivo.
- c) Características do orçamentista: neste estudo, a figura deste orçamentista foi representada por um engenheiro civil com experiência na área de orçamentação.
- d) Características do planejador de prazos: Para fins deste estudo de caso, o autor da pesquisa participou com as atribuições do planejador de prazos, de forma a ampliar as chances de desenvolver um cronograma de qualidade para o produto final.

## 4.2 APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

A condução do estudo de caso seguiu a sequência previamente definida, com a aplicação do formulário de coleta de dados fig. 22 (Apêndice B), e a realização das reuniões previstas, onde são debatidos assuntos pertinentes ao projeto e cronograma de obra, de acordo com a evolução do projeto, e registrados por meio de ata de reunião.

A seguir serão expostas as sínteses das reuniões realizadas.

## 4.3 REUNIÃO 1

### 4.3.1 Organização da equipe

Na primeira reunião (Apêndice C) ficou acordado que os envolvidos no estudo de caso são o construtor, o arquiteto projetista, o planejador de obra e o orçamentista. Todos participam do processo de desenvolvimento, desde a definição do produto até a entrega dos produtos finais.

A figura a seguir mostra como as partes se inter-relacionam:

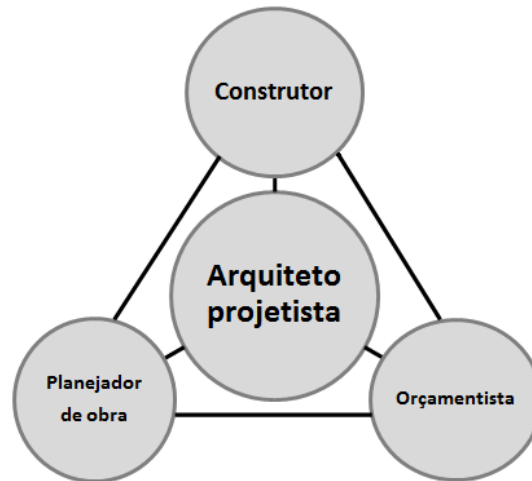


Figura 24. Relacionamento entre as partes envolvidas

Fonte: o Autor

Todos os envolvidos trocam informações entre si, o arquiteto faz o papel de líder BIM do projeto, responsável por compatibilizar os projetos e disponibilizar os arquivos finais para execução da obra. O construtor tem função de definir o nível de detalhe que cada envolvido deve desenvolver e também delimita e aprova o trabalho destes. O planejador de obra e o orçamentista têm a função de produzir o cronograma de obra e o orçamento respectivamente, de acordo com as solicitações do construtor e do arquiteto.

#### 4.3.2 Matriz de responsabilidades

Para determinar as funções e responsabilidades de cada envolvido no projeto, desenvolveu-se uma matriz de responsabilidades (Apêndice D), com a finalidade de facilitar o entendimento do projeto, evitando dúvidas e conflitos entre os envolvidos.

A matriz evidencia as atividades e o responsável por executar cada uma:

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES DO PROJETO				
ENTREGA / ATIVIDADE	PAPEL / RESPONSÁVEL			
	CONSTRUTOR	ARQUITETO	PLANEJADOR	ORÇAMENTISTA
Determinar nível de detalhe a ser adotado no modelo BIM, cronograma de obra e orçamento	E			
Desenvolver projeto arquitetônico		E		
Desenvolver Cronograma de obra			E	
Desenvolver Orçamento da obra				E
Liderar reuniões de trabalho		E		
Compatibilizar projetos		E		

E: Executa (realiza a atividade)

Figura 25: Matriz de responsabilidades

Fonte: O autor

#### 4.3.3 Definição do produto

Para a definição do projeto a ser desenvolvido, foi documentado na ata da reunião 1 quais eram as expectativas para o projeto a ser desenvolvido.

O projeto compreende uma residência unifamiliar térrea de aproximadamente 54 m<sup>2</sup>, com uma sala, cozinha, dois quartos e banheiro a ser construída em *Steel-Frame*.

A estrutura da casa será *radier* armado, e a construção da residência compreende uma estrutura em *Steel-Frame*, com revestimentos interno das paredes de placa OSB, manta acústica, gesso, pintura, e azulejos nas áreas molhadas. Para o revestimento externo será utilizado placa OSB, película de proteção, placa cimentícia e pintura. A residência terá esquadrias metálicas com vidros simples e portas de madeira. A cobertura será composta por manta térmica, placa OSB e telhas do tipo *shingle*. A pavimentação será cerâmica com rejunte. Serão executadas instalações elétricas com tubulações, caixas, interruptores e disjuntores com quadro de medição e distribuição. A hidráulica será executada somente com água fria e sistema de esgoto. No banheiro será previsto vaso sanitário com caixa acoplada e bancada com cuba, e um tanque na área externa.

#### 4.3.4 Nível de detalhe do projeto e do cronograma

O nível de detalhe do projeto arquitetônico do cronograma de obra e do orçamento foi definido de acordo com as necessidades do construtor, no início do projeto, para que todos os envolvidos sigam um padrão de detalhamento, objetivando também um planejamento BIM 4D eficiente.

Para tanto, o construtor solicita, para o projeto arquitetônico, uma modelagem dos elementos construtivos de acordo com o nível de medição de seu agente financiador (banco). Ou seja, cada elemento construtivo presente no formulário padrão que o agente financiador utiliza para fazer a vistoria de obra - conferindo assim o financiamento para o construtor - deve ser modelado no projeto arquitetônico.

O mesmo acontece com o cronograma de obra. Para a decomposição das famílias no cronograma de obra, utilizou-se a EAP padrão do construtor que obedece ao *checklist* de vistoria do agente financiador para fazer a decomposição do cronograma. Com isso, todos os elementos modelados no projeto arquitetônico também estão presentes no cronograma de obra.

#### 4.3.5 *Softwares* utilizados para o cronograma e a modelagem BIM 3D e 5D

Para o desenvolvimento da modelagem BIM 3D e para a modelagem BIM 4D e 5D foram utilizados os *softwares Autodesk® Revit 2015* e *Autodesk® Navisworks 2015*, respectivamente, pela compatibilidade entre eles, por serem do mesmo desenvolvedor, também pela familiaridade dos autores e pelo fácil acesso à versão educacional.

O cronograma foi desenvolvido no *software Microsoft® Project 2013*, este que já era utilizado pelo construtor, e de conhecimento de todos os envolvidos.

### 4.4 REUNIÃO 2

#### 4.4.1 Desenvolvimento da modelagem BIM 3D preliminar

Para a segunda reunião (Apêndice C), o arquiteto apresentou a modelagem 3D preliminar da residência e propõe o redimensionamento da mesma, visando diminuir o desperdício de cerâmica e otimizar a aplicação.

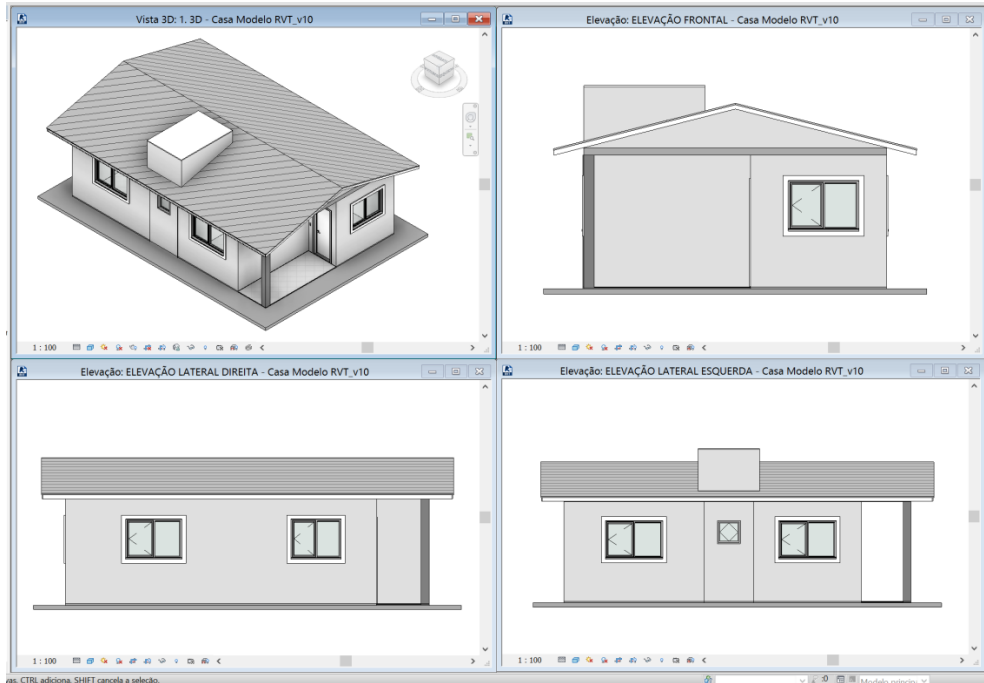


Figura 26: Projeto arquitetônico preliminar

Fonte: Adaptado de Cecco (2015)

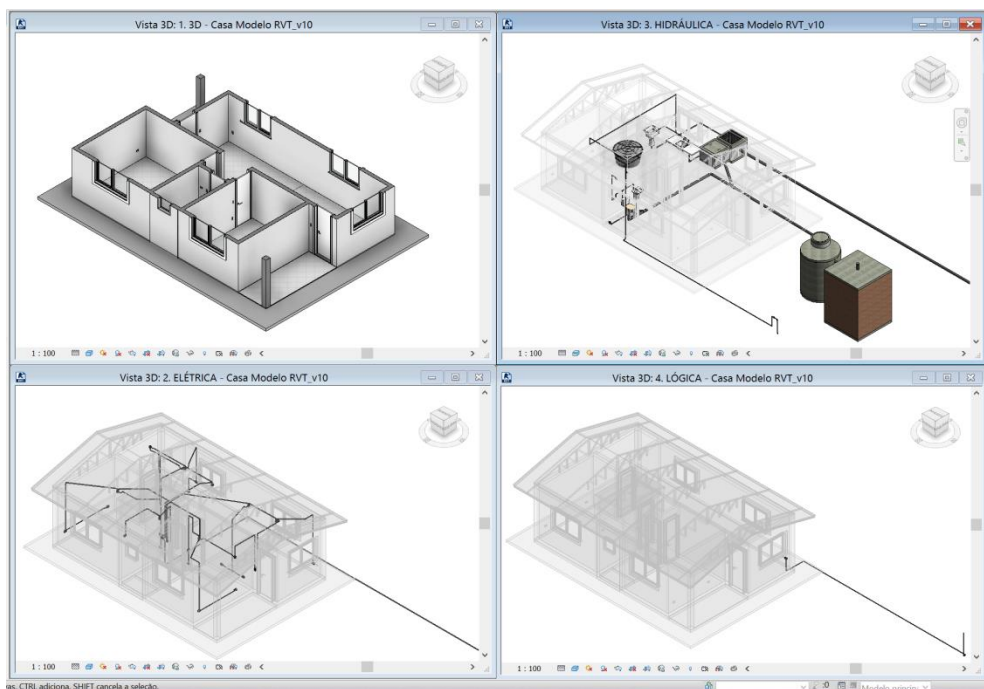


Figura 27: Projetos complementares

Fonte: Adaptado de Cecco (2015)

Foram analisados todos os elementos modelados, e definido, juntamente com o construtor, quais elementos deveriam ser inclusos no modelo BIM 3D, como calha, rufo e ferragem do *radier*, que não haviam sido previstos anteriormente e são elementos necessários para a etapa de orçamentação da obra.

#### 4.4.2 Desenvolvimento da Estrutura analítica do projeto preliminar

Por solicitação do planejador de obras, o construtor apresentou a EAP de um projeto similar ao em estudo, o qual foi utilizado anteriormente pela construtora. Este documento foi repassado ao planejador de obra para adequar a EAP à construção em *Steel-Frame*.

	i	EDT	Nome da tarefa
	1	1	OBRA MODELO
	2	1.1	INICIO LIBERADO
	3	1.2	HABITAÇÃO
	4	1.2.1	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS
	5	1.2.1.1	Serviços técnicos-levantamentos topográficos, projetos, orçamento, cronograma
	6	1.2.1.2	Despesas iniciais-cópias, licenças, taxas e impostos
	7	1.2.1.3	Instalações provisórias-tapumes, barracão, água, luz, esgoto
	8	1.2.2	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO
	9	1.2.3	INFRA-ESTRUTURA
	10	1.2.3.1	TRABALHOS EM TERRA
	11	1.2.3.1.1	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS
	12	1.2.3.1.1.1	Escavações mecânicas
	13	1.2.3.1.2	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO
	14	1.2.3.1.3	LOCAÇÃO DA OBRA
	15	1.2.3.1.3.1	Locação da Obra
	16	1.2.3.1.4	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO
	17	1.2.3.2	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO
	18	1.2.3.3	FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS
	19	1.2.3.3.1	RADIER - FORMA
	20	1.2.3.3.1.1	Radier Forma
	21	1.2.3.3.2	RADIER - FORMA CONCLUÍDO
	22	1.2.3.3.3	RADIER - ARMAÇÃO
	23	1.2.3.3.3.1	Radier armação
	24	1.2.3.3.3.2	RADIER - ARMAÇÃO CONCLUÍDO
	25	1.2.3.3.4	RADIER - CONCRETAGEM
	26	1.2.3.3.4.1	Radier concretagem
	27	1.2.3.3.5	RADIER - CONCRETAGEM CONCLUÍDO

Figura 28: Estrutura analítica de projeto fornecida pela construtora

Fonte: O autor

## 4.5 REUNIÃO 3

### 4.5.1 Apresentação da modelagem BIM 3D final

Apresentou-se o modelo BIM com as alterações previstas na reunião anterior. O projeto final pode ser visualizado na figura 29.

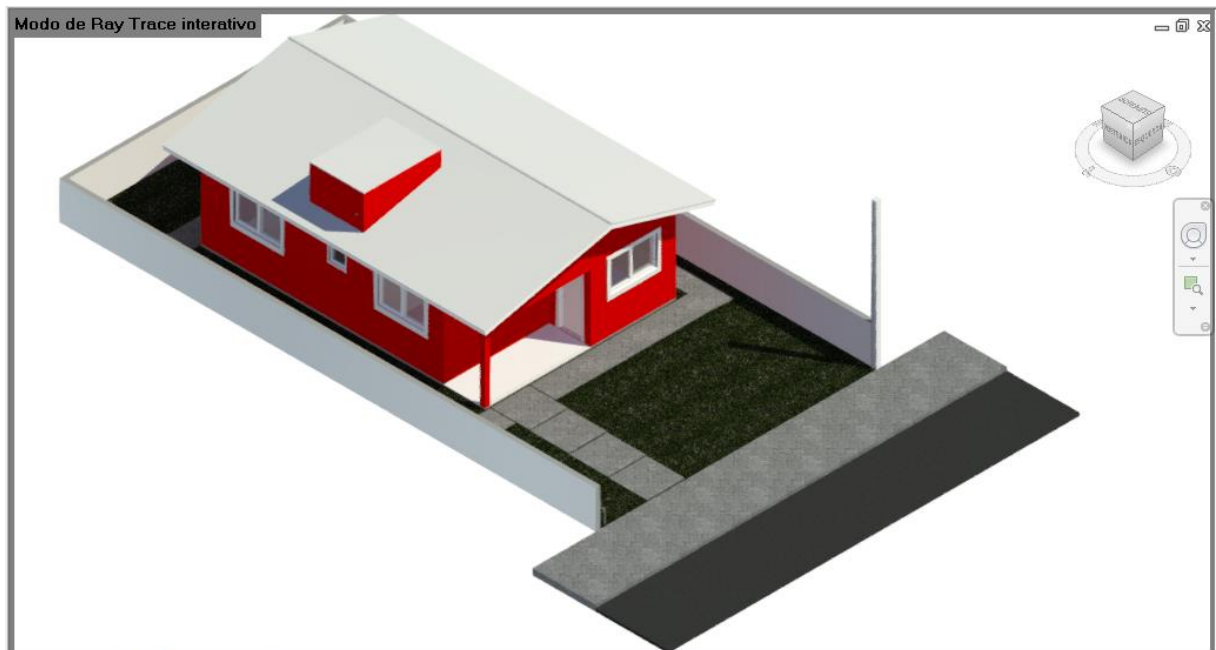


Imagem 29: Modelagem BIM 3D final

Fonte: Adaptado de Cecco (2015)

Com o projeto aprovado pelo construtor, iniciou-se a inserção dos códigos EAP das atividades no modelo BIM 3D.

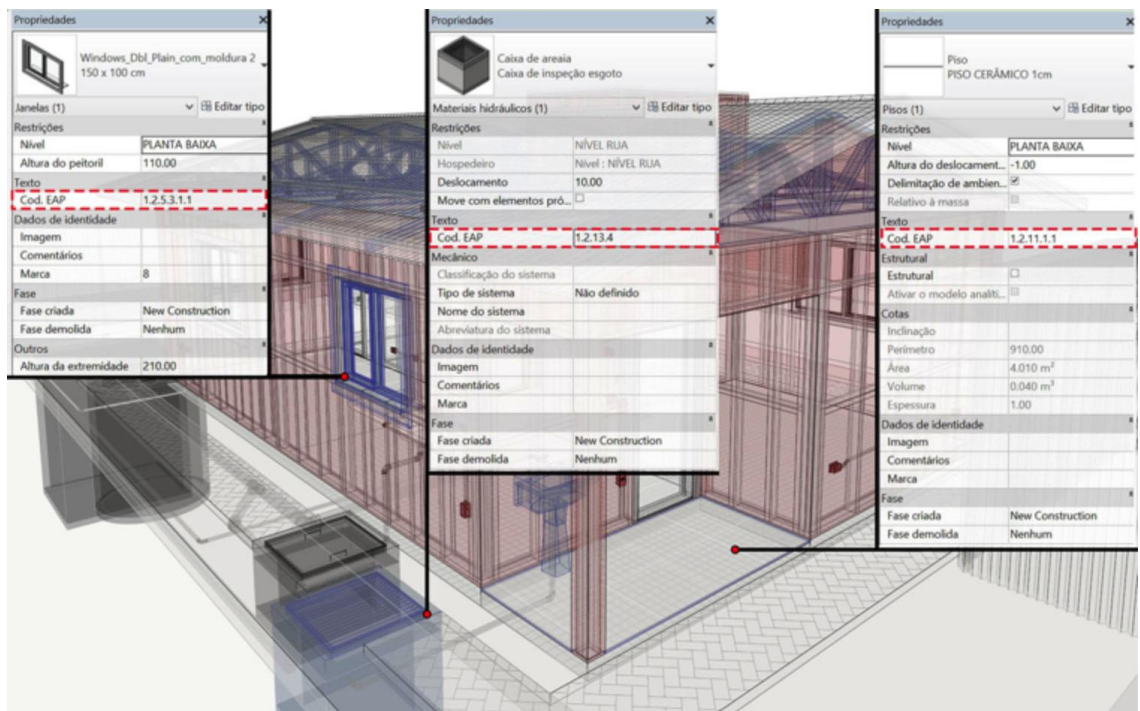


Imagem 30: Inserção de código EAP no modelo 3D

Fonte: Cecco (2015)

#### 4.5.2 Apresentação da EAP final

A EAP do cronograma de obra foi apresentada nesta reunião pelo planejador de obra com a adaptação para construção em *Steel-Frame*.

Foram definidas, juntamente com o construtor, as durações de todas as atividades do cronograma, bem como as predecessoras e sucessoras de cada atividade.

No cronograma de obra existem itens que não seriam modelados em BIM. Para facilitar a visualização dos elementos que foram e que não foram modelados, foi inserida uma coluna no cronograma de obra com o nome de “Sinalizador 1”, possibilitando sinalizar com “SIM” para os elementos que foram modelados, ou “NÃO” para os elementos que não foram modelados. Essa verificação foi realizada na presente reunião (Apêndice C) com o acompanhamento de todos, onde o cronograma foi utilizado como um “*checklist*”, verificando os elementos correspondentes no modelo BIM 3D com os nomes das tarefas no cronograma.

	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração
	1	Não	▲ CASA SMART			83 dias
	1.1	Não	INÍCIO LIBERADO		5;6;7	0 dias
	1.2	Não	▲ HABITAÇÃO			83 dias
	1.2.1	Não	▲ SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS			20 dias
	1.2.1.1	Não	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA	2	8;12	10 dias
	1.2.1.2	Não	DESPEAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS	2	8	10 dias
	1.2.1.3	Não	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO	2	8	20 dias
	1.2.2	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO	5;6;7	195	0 dias
	1.2.3	Sim	▲ INFRA-ESTRUTURA			11 dias
	1.2.3.1	Sim	▲ TRABALHOS EM TERRA			7 dias
	1.2.3.1.1	Sim	▲ ESCAVAÇÕES MECÂNICAS			5 dias
	1.2.3.1.1.1	Não	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	5	13	5 dias
	1.2.3.1.2	Sim	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO	12	17;15;32	0 dias
	1.2.3.1.3	Não	▲ LOCAÇÃO DA OBRA			2 dias
	1.2.3.1.3.1	Não	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA	13	16	2 dias
	1.2.3.1.4	Não	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO	15	17	0 dias
	1.2.3.2	Não	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO	13;16	32;20;157	0 dias
	1.2.3.3	Não	▲ FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS			4 dias
	1.2.3.3.1	Sim	▲ RADIER - FORMA			1 dia
	1.2.3.3.1.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER FORMA	17	21;23;165;168	1 dia
	1.2.3.3.2	Sim	RADIER - FORMA CONCLUÍDO	20	31;32	0 dias
	1.2.3.3.3	Sim	▲ RADIER - ARMAÇÃO			1 dia
	1.2.3.3.3.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER ARMAÇÃO	20	24;26	1 dia
	1.2.3.3.4	Sim	RADIER - ARMAÇÃO CONCLUÍDO	23	31;32	0 dias
	1.2.3.3.5	Sim	▲ RADIER - CONCRETAGEM			1 dia

Figura 31: Cronograma de obra finalizado

Fonte: O autor

Assim, o cronograma de obra e o modelo BIM 3D foram concluídos, prontos para iniciar a modelagem BIM 4D.

O orçamentista recebeu a EAP e a tabela de quantitativos para dar início à orçamentação da obra.



## 4.6 REUNIÃO 4

### 4.6.1 Apresentação preliminar da modelagem BIM 4D

A quarta reunião (Apêndice C) foi marcada pela apresentação preliminar da modelagem BIM 4D, com o intuito de fazer uma verificação geral da construção do empreendimento na presença de todos os envolvidos, constatando se há algum elemento de projeto ou alguma linha de execução no cronograma que esteja faltando.

Verificou-se pelo construtor que não havia sido previsto no cronograma de obra, nem no modelo BIM 3D a execução de soleiras, elemento este que seria relevante para a execução da obra posteriormente. O arquiteto projetista também verificou a falta de uma calçada externa e do gramado no terreno. Decidiu-se, portanto, que estes elementos seriam modelados e inseridos no cronograma de obra.

Para inserir esses elementos sem perder o trabalho que já havia sido feito, o arquiteto projetista modelou as soleiras, calçada e grama no modelo BIM 3D, e o planejador de obra inseriu os itens de execução destes elementos do cronograma da obra (figura 32), evitando assim a mudança de códigos EAP dos outros elementos que já haviam sido relacionados anteriormente, alterando somente a rede de precedências no cronograma.

Considerou-se esta prática importante, pois se não for explicitamente efetuada, o *Microsoft Project* 2013 renúmeras todas as atividades e EAP, destruindo a codificação já inserida no modelo BIM 3D.

GRÁFICO DE GANTT

EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração
184	1.2.15	Não	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA		2 dias
185	1.2.15.1	Não	SERVIÇOS DE CALAFATE E LIMPEZA FINAL		1 dia
186	1.2.15.1.1	Não		187	1 dia
187	1.2.15.2	Não	186	187;189;192	0 dias
188	1.2.15.3	Não	LIGAÇÕES - 'HABITE-SE'		1 dia
189	1.2.15.3.1	Não	187	190	1 dia
190	1.2.15.4	Não	189	194	0 dias
191	1.2.15.5	Não	OUTROS		1 dia
192	1.2.15.5.1	Não	187	193	1 dia
193	1.2.15.6	Não	192	194	0 dias
194	1.2.16	Não	187;190;193	195	0 dias
195	1.3	Não	8;32;59;75;194;9	206	0 dias
196	1.4	Não	ALTERAÇÕES E COMPLEMENTOS NO PROJETO		7 dias
197	1.4.1	Sim	SOLEIRA		2 dias
198	1.4.1.1	Sim	124	199	1 dia
199	1.4.1.2	Sim	198	128	1 dia
200	1.4.2	Sim	CALÇADA EXTERNA		7 dias
201	1.4.2.1	Sim	104	202;115	5 dias
202	1.4.2.2	Sim	201		2 dias
203	1.4.3	Sim	GRAMA		6 dias
204	1.4.3.1	Sim	106	205;115	4 dias
205	1.4.3.2	Sim	204	206	2 dias
206	2	Não	195;205		0 dias

Figura 32: inserção de elementos não previstos anteriormente no cronograma

Fonte: O autor

Ainda nesta reunião, o orçamentista entregou o orçamento final para o planejador desenvolver a modelagem 5D.

## 4.7 REUNIÃO 5

### 4.7.1 Entrega dos produtos

A quinta e última reunião (Apêndice C) aconteceu para oficializar a entrega do modelo BIM 3D que corresponde ao projeto arquitetônico e aos projetos complementares para o construtor.

O modelo BIM foi entregue pelo arquiteto para o construtor na forma de arquivo digital, idealizado no software previamente acordado, arquivos impressos das plantas, cortes, elevações de todos os projetos correspondentes e uma tabela de quantitativos dos materiais que compõem a obra.

É também realizada a entrega da modelagem BIM 5D pelo planejador de obra na forma de vídeo ilustrativo da execução da obra, gravado em DVD; o cronograma de obra final em arquivo digital elaborado no software previamente acordado, bem como o arquivo impresso em Folha tamanho A3 do cronograma e execução da obra (Apêndice E).

A simulação 5D pode ser visualizada no Apêndice F.

#### 4.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTUDO DE CASO

Com as informações alcançadas no estudo de caso, pôde-se documentar os passos do processo integrado BIM 3D, 4D e 5D, de forma a se obter os procedimentos referentes à organização da equipe e do desenvolvimento ordeiro do trabalho, objetivando um planejamento 5D eficiente.

Foi possível identificar interfaces importantes entre as partes envolvidas. Determinar o nível de detalhe dos produtos, especificar as responsabilidades dos envolvidos e estabelecer um plano de comunicação foram fundamentais para que os trabalhos fossem desenvolvidos.

A sequência de reuniões previstas no início do trabalho foi suficiente para que todas as etapas do projeto se concluíssem. Deve-se destacar que, dentre elas, também foi prevista uma reunião para possível alteração de projeto (Reunião 4), marcada pela apresentação preliminar da modelagem 4D, onde se verificou a falta de elementos construtivos como as soleiras e a calçada externa e decidiu-se inserir estes elementos no escopo do projeto.

Com isso, foi possível testar e aprovar o protocolo de coleta de dados de modo que os formulários criados possam ser usados na proposição de roteiro de modelagem 5D.

## 5. ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA MODELAGEM BIM 5D

Como produto principal desta pesquisa desenvolveu-se um roteiro pratico de aplicação do método BIM 4D, a partir da análise do estudo de caso realizado do capítulo 4, mais a fundamentação teórica, com a finalidade subsidiar de informações o presente capítulo.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ROTEIRO

O roteiro de aplicação da modelagem BIM 5D foi desenvolvido para poder ser aplicado de forma prática e direta em empresas de projetos e/ou construtoras. O roteiro segue o fluxograma na figura 33, que mostra as diversas etapas do processo, utilizando o ciclo PDCA como base.

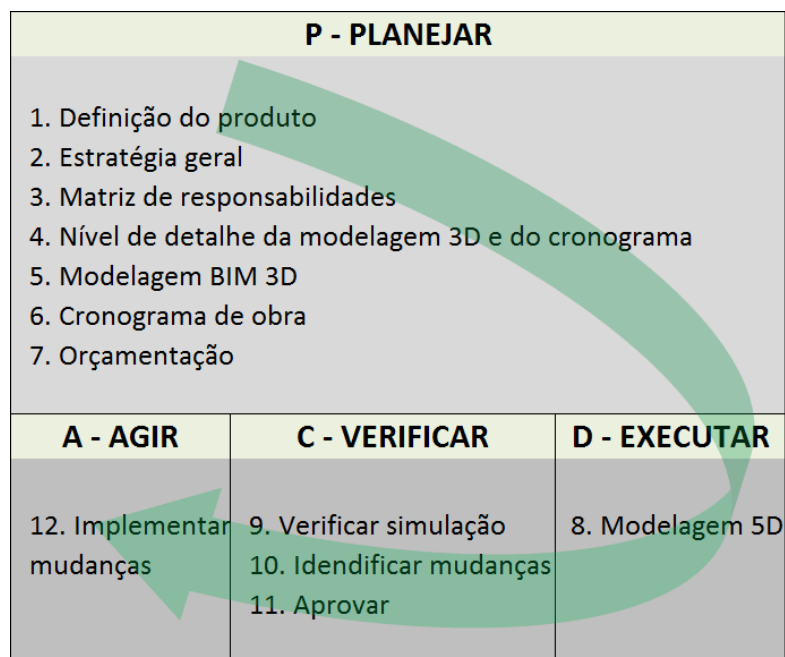


Figura 33: Etapas do processo do roteiro

Fonte: O autor

Para o desenvolvimento da modelagem BIM 3D e para a modelagem BIM 5D utilizam-se os softwares *Autodesk® Revit2015* e *Autodesk® Navisworks Manage 2015*, respectivamente, pela compatibilidade entre eles, por serem do mesmo desenvolvedor e também pela familiaridade dos autores e fácil acesso à versão educacional.

Já para o cronograma usa-se o *software Microsoft® Project versão 2013*.

## 5.2 PROPOSTA DE ROTEIRO

### 5.2.1 Definição do Produto

Para a definição do programa de necessidades do projeto a ser produzido o arquiteto deve utilizar um formulário de programa de necessidades do cliente, documentando os anseios, necessidades e expectativas. A seguir apresenta-se uma imagem de um formulário de programa de necessidades do cliente.

PROGRAMA DE NECESSIDADES DO CLIENTE			
Nome do cliente:		Nº do projeto:	
		Data:	
		Nome do arquivo:	
		Elaborado por:	
SERVIÇOS SOLICITADOS		ATUAÇÃO	
		RESIDENCIAL	COMERCIAL
		OUTRA: QUAL?	
Arquitetônico			
Interior			
Urbano			
Paisagismo			
Programação visual			
Estudo de viabilidade			
Maquete eletrônica			
Fiscalização de obras			
Gerenciamento de obras			
Vistorias, perícias e laudos			
NECESSIDADES			
ESPAÇOS	QUANTIDADE E INFORMAÇÕES ADICIONAIS	ESPAÇOS	QUANTIDADE E INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Garagem		Dormitório	
Depósito		Suíte	
Estar		Banheiro social	
Hall		Suíte principal	
Lavabo		Closet	
Copa		Estar íntimo	
Cozinha		Biblioteca	
Lavanderia		Piscina	
Despensa		Área de lazer (jogos)	
Churrasqueira		Sauna	
Home theater		Gazebo	
Home Office		Outros	
Dormitório		Outros	
CARACTERÍSTICAS GERAIS	INFORMAÇÕES ADICIONAIS	CARACTERÍSTICAS GERAIS	INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Aquecimento central		Outros	
Aquecimento de água		Outros	
Sistema de segurança		Outros	
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES			
Quantidade de filhos:		Idade:	
Quantidade de pessoas que irão morar no imóvel a ser construído:			
Passatempo:			
EXPECTATIVAS QUANTO AO SERVIÇO A SER EXECUTADO			
APROVAÇÃO DO CLIENTE:			

Imagem 34: Programa de necessidades do cliente

Fonte: Beber (2008)

## 5.2.2 Estratégia Geral

### a. Organização da equipe

Os envolvidos no projeto tipicamente serão: o construtor, o arquiteto projetista e o planejador de obra, onde todos participam do processo de desenvolvimento, desde a definição do produto até a entrega dos produtos finais. O organograma a seguir mostra como as partes se inter-relacionam:

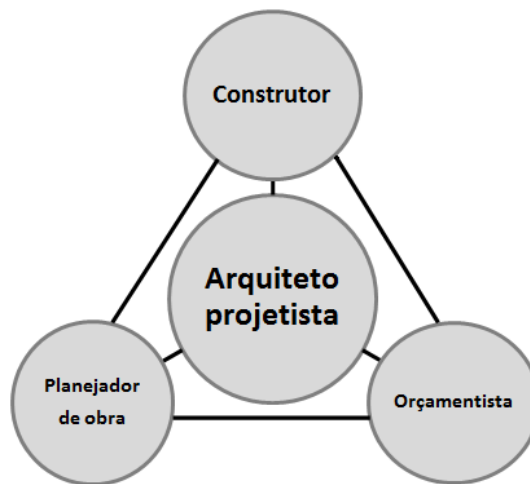


Figura 35: Organização da equipe

Fonte: O autor

Todos os envolvidos trocam informações entre si, sendo que o arquiteto faz o papel de líder BIM do projeto, responsável em compatibilizar os projetos e disponibilizar os arquivos finais para execução da obra. A função do construtor é definir o nível de detalhe que cada envolvido deve desenvolver, além de delimitar e aprovar o trabalho destes. Já o Planejador de obra tem a função de produzir o cronograma de obra de acordo com as solicitações do construtor e do arquiteto.

### b. Matriz de responsabilidades

Para determinar as funções e responsabilidades de cada envolvido no projeto é preciso desenvolver uma matriz de responsabilidades, com a finalidade de facilitar o entendimento do projeto, evitando dúvidas e conflitos entre os envolvidos.

A matriz evidencia as atividades e o responsável por cada uma, indicando quem a executa.

A figura a seguir apresenta uma sugestão de como a matriz deve ser preenchida:

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES DO PROJETO				
ENTREGA / ATIVIDADE	PAPEL / RESPONSÁVEL			
	CONSTRUTOR	ARQUITETO	PLANEJADOR	ORÇAMENTISTA
Determinar nível de detalhe a ser adotado no modelo BIM, cronograma de obra e orçamento	E			
Desenvolver projeto arquitetônico		E		
Desenvolver Cronograma de obra			E	
Desenvolver Orçamento da obra				E
Liderar reuniões de trabalho		E		
Compatibilizar projetos		E		

E: Executa (realiza a atividade)

Figura 36: Matriz de responsabilidades

Fonte: O autor

c. Nível de detalhe do projeto, cronograma de obra e orçamentação

O nível de detalhe do projeto arquitetônico, do cronograma de obra e do orçamento deve ser definido de acordo com as necessidades do construtor, no início do projeto, para que todos os envolvidos sigam um padrão de detalhamento, objetivando um planejamento BIM 4D eficiente.

Um maior detalhamento da modelagem 3D e do cronograma pode auxiliar na decisão da melhor estratégia para executar a obra, prevendo pontos de melhoria, já uma modelagem 3D menos detalhada pode objetivar apenas uma noção geral do desenvolvimento da obra.

### 5.2.3 Criação do modelo BIM 3D e cronograma de obra

#### a. Modelagem BIM 3D

A modelagem BIM 3D deve ser realizada pelo arquiteto, ou pela companhia de arquitetura, e neste roteiro, é considerado uma das entradas do processo. Consultar Cecco (2015) para visualizar o desenvolvimento da modelagem 3D utilizada como exemplo para o presente estudo.

A título de exemplo, na figura X é exposta uma imagem da modelagem 3D final, utilizada no estudo de caso da presente monografia.

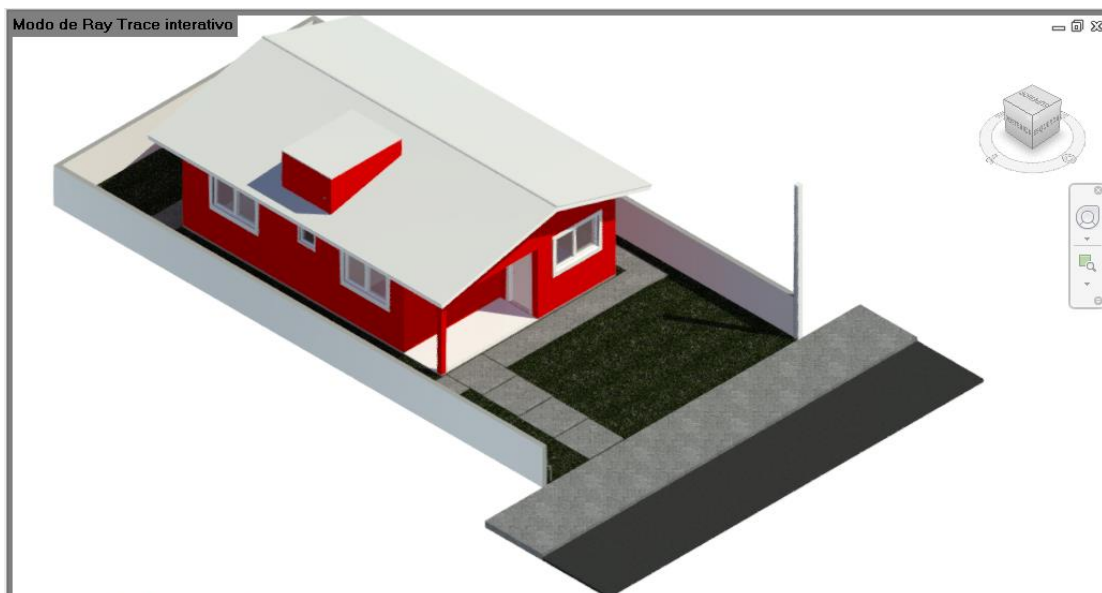


Imagem 37: Modelagem BIM 3D finalizada

Fonte: Adaptado de Cecco (2015)

#### b. Cronograma de obra

O cronograma de obra é composto pelas atividades que serão executadas na obra, suas respectivas durações e também deve ser determinada uma rede de precedências.

O responsável por desenvolver o cronograma é o planejador de obras, que deve definir todas as atividades de execução e sua rede de precedências.

As durações das atividades devem ser definidas com o construtor, que também tem a função de validar todo o trabalho realizado pelo planejador de obra.



Ao iniciar um projeto, deve-se determinar como as tarefas serão agendadas, para isso, se escolhe um calendário-base, que deve ser definido na faixa de opções: Projeto > Alterar período de trabalho.

Nessa aba o calendário deve ser determinado em Padrão, 24 horas e turno da noite, exemplificado na imagem a seguir:

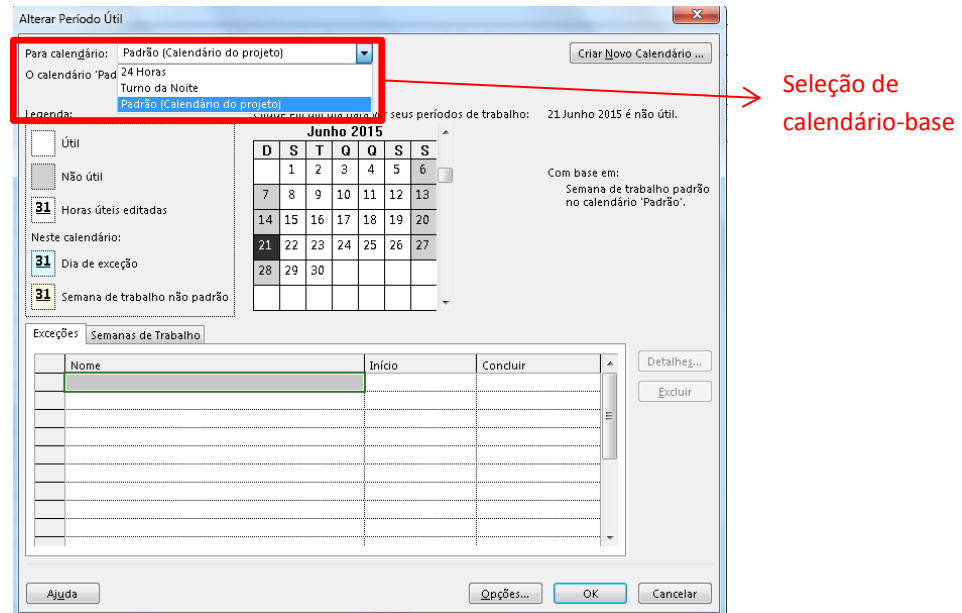


Figura 38: determinando calendário-base

Fonte: O autor

Após a definição do calendário-base, inicia-se a inserção de tarefas, na faixa de opções tarefa: Gráfico de Gantt, digitando os nomes das atividades em “nome da tarefa”. Conforme exemplo da figura 39.

Nome da tarefa
CASA SMART
INICIO LIBERADO
HABITAÇÃO
SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS
SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA
DESPESAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO
SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO
INFRA-ESTRUTURA
TRABALHOS EM TERRA
ESCAVAÇÕES MECÂNICAS
EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS
ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO
LOCAÇÃO DA OBRA
EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA
LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO
TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO
FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS

Figura 39: Inserindo tarefas

Fonte: O autor

Para criar famílias, que são atividades locadas sob uma atividade-mãe, deve-se utilizar a ferramenta “recuar tarefa”, recuando-a para a esquerda ou para a direita. A estrutura das famílias estabelecida em níveis hierárquicos, estes devem ser definidos pelo construtor, exemplificado na figura a seguir:

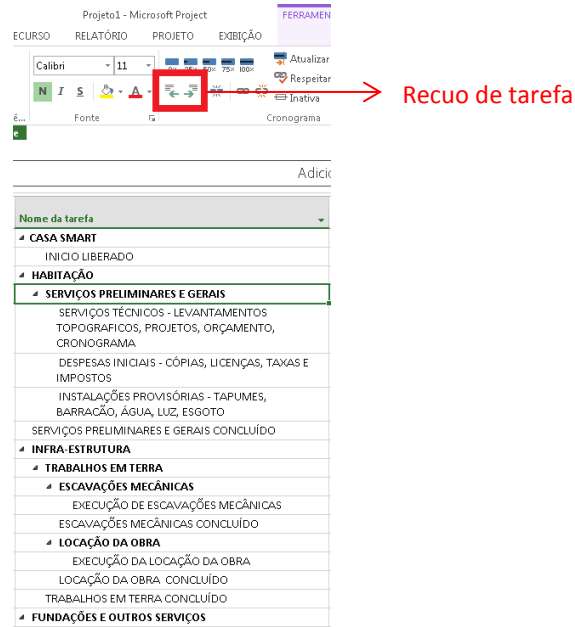


Figura 40: Criando famílias

Fonte: O autor

Deve-se inserir uma coluna chamada EDT para visualizar a estrutura de divisão do trabalho, clicando na coluna “Adicionar Nova Coluna”, e selecionando “EDT”. Esta deve ser deslocada para o início, antes da coluna “Nome da tarefa”, exemplificado na figura 41.

EDT	Nome da tarefa
1	▲ CASA SMART
1.1	INICIO LIBERADO
2	▲ HABITAÇÃO
2.1	▲ SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS
2.1.1	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA
2.1.2	DESPESAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS
2.1.3	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO
3	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO
4	▲ INFRA-ESTRUTURA
4.1	▲ TRABALHOS EM TERRA
4.1.1	▲ ESCAVAÇÕES MECÂNICAS
4.1.1.1	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS
4.1.1.2	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO
4.1.3	▲ LOCAÇÃO DA OBRA
4.1.3.1	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA
4.1.4	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO
4.2	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO
5	▲ FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS

Figura 41: Inserindo coluna EDT

Fonte: O autor

Após inserir todas as tarefas, deve-se estabelecer as dependências entre as atividades, que indicam o sequenciamento do projeto. Para isso, na linha da atividade escolhida, na coluna “Predecessora”, digita-se o número da linha da tarefa que é sua predecessora, criando assim a rede de precedências entre as atividades. As predecessoras devem ser definidas apenas nas linhas de execução, e não nas linhas “mães” das atividades.

EDT	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessor
<b>1</b>	<b>▲ CASA SMART</b>		<b>Seg 22,</b>		
1.1	INICIO LIBERADO	1 dia?	Seg 22,	Seg 22/06	
<b>2</b>	<b>▲ HABITAÇÃO</b>		<b>Ter 23,</b>		
<b>2.1</b>	<b>▲ SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS</b>		<b>Ter 23,</b>		
2.1.1	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA	1 dia?	Ter 23/06/	Ter 23/06/15	2
2.1.2	DESPESAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS	1 dia?	Ter 23/06/	Ter 23/06/15	2
2.1.3	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO	1 dia?	Ter 23/06/	Ter 23/06/15	2
3	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO	1 dia?	Qua 24	Qua 24/06	5;6;7
<b>4</b>	<b>▲ INFRA-ESTRUTURA</b>		<b>Seg 22,</b>		
<b>4.1</b>	<b>▲ TRABALHOS EM TERRA</b>		<b>Seg 22,</b>		
<b>4.1.1</b>	<b>▲ ESCAVAÇÕES MECÂNICAS</b>		<b>Qua 24</b>		
4.1.1.1	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	1 dia?	Qua 24	Qua 24/06	5
4.1.2	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO	1 dia?	Qui 25,	Qui 25/06	12
<b>4.1.3</b>	<b>▲ LOCAÇÃO DA OBRA</b>		<b>Seg 22,</b>		
4.1.3.1	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA	1 dia?	Sex 26,	Sex 26/06	13
4.1.4	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO	1 dia?	Seg 29,	Seg 29/06	15
4.2	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO	1 dia?	Ter 30,	Ter 30/06	13;16
<b>5</b>	<b>▲ FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS</b>		<b>Seg 22,</b>		
5.1	PARIED. FORMAS	1 dia?	Seg 22,	Seg 22/06	

Figura 42: Definindo rede de precedências

Fonte: O autor

Para determinar as durações de cada atividade, digita-se diretamente na coluna “Duração” os dias que cada atividade necessita para ser executada. As durações das atividades devem ser estimadas pelo construtor, com base no seu histórico de construções e com base na decomposição das atividades. Exemplificado na figura 43.

EDT	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predecessora
<b>1</b>	<b>▲ CASA SMART</b>	<b>83 dias</b>	<b>Seg 22/06/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	
1.1	INICIO LIBERADO	0 dias	Seg 22/06/15	Seg 22/06/15	
<b>2</b>	<b>▲ HABITAÇÃO</b>	<b>83 dias</b>	<b>Ter 23/06/15</b>	<b>Qui 15/10/15</b>	
<b>2.1</b>	<b>▲ SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS</b>	<b>20 dias</b>	<b>Ter 23/06/15</b>	<b>Seg 20/07/15</b>	
2.1.1	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRAFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA	10 dias	Ter 23/06/15	Seg 06/07/15	2
2.1.2	DESPEÇAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS	10 dias	Ter 23/06/15	Seg 06/07/15	2
2.1.3	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRAÇÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO	20 dias	Ter 23/06/15	Seg 20/07/15	2
3	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO	0 dias	Seg 20/07/15	Seg 20/07/15	5;6;7
<b>4</b>	<b>▲ INFRA-ESTRUTURA</b>	<b>7 dias</b>	<b>Ter 07/07/15</b>	<b>Qua 15/07/15</b>	
<b>4.1</b>	<b>▲ TRABALHOS EM TERRA</b>	<b>7 dias</b>	<b>Ter 07/07/15</b>	<b>Qua 15/07/15</b>	
<b>4.1.1</b>	<b>▲ ESCAVAÇÕES MECÂNICAS</b>	<b>5 dias</b>	<b>Ter 07/07/15</b>	<b>Seg 13/07/15</b>	
4.1.1.1	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	5 dias	Ter 07/07/15	Seg 13/07/15	5
4.1.2	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO	0 dias	Seg 13/07/15	Seg 13/07/15	12
<b>4.1.3</b>	<b>▲ LOCAÇÃO DA OBRA</b>	<b>2 dias</b>	<b>Ter 14/07/15</b>	<b>Qua 15/07/15</b>	
4.1.3.1	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA	2 dias	Ter 14/07/15	Qua 15/07/15	13
4.1.4	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO	0 dias	Qua 15/07/15	Qua 15/07/15	15
4.2	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO	0 dias	Qua 15/07/15	Qua 15/07/15	13;16
<b>5</b>	<b>▲ FUNDAÇÕES E OUTROS SERVICOS</b>	<b>4 dias</b>	<b>Seg 22/06/15</b>	<b>Qui 25/06/15</b>	

Figura 43: Determinando durações das atividades

Fonte: O autor

### c. Verificação do modelo BIM e do cronograma de obra

Para a verificação do modelo BIM 3D e do cronograma de obra deve-se comparar esses dois produtos na presença do arquiteto projetista e do planejador. Para isso, devem ser revistos todos os nomes de tarefas do cronograma de obra, enquanto que o arquiteto projetista faz a confirmação da presença destes itens no modelo BIM 3D. A coluna “nome da tarefa” do cronograma de obra deve ser usada como um “*checklist*” para essa conferencia.

No Cronograma de obra existem itens que eventualmente não serão modelados; para facilitar a visualização destes itens, deve ser inserida uma coluna no cronograma de obra denominada “Sinalizador 1”, possibilitando sinalizar com “SIM” para os elementos que foram modelados ou “NÃO” para os elementos que não foram modelados, demonstrado na figura 44.

EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessora	Sucessoras	Duração	Início	Término
1	Não	CASA SMART			83 dias	Seg 13/07/15	Qua 04/11/15
1.1	Não	INICIO LIBERADO		5;6;7	0 dias	Seg 13/07/15	Seg 13/07/15
1.2	Não	HABITAÇÃO			83 dias	Seg 13/07/15	Qua 04/11/15
1.2.1	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS			20 dias	Seg 13/07/15	Sex 07/08/15
1.2.1.1	Não	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRAFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA	2	8;12	10 dias	Seg 13/07/15	Sex 24/07/15
1.2.1.2	Não	DESPESAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS	2	8	10 dias	Seg 13/07/15	Sex 24/07/15
1.2.1.3	Não	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO	2	8	20 dias	Seg 13/07/15	Sex 07/08/15
1.2.2	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO	5;6;7	195	0 dias	Sex 07/08/15	Sex 07/08/15
1.2.3	Não	INFRA-ESTRUTURA			11 dias	Seg 27/07/15	Seg 10/08/15
1.2.3.1	Não	TRABALHOS EM TERRA			7 dias	Seg 27/07/15	Ter 04/08/15
1.2.3.1.1	Não	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS			5 dias	Seg 27/07/15	Sex 31/07/15
1.2.3.1.1.1	Não	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	5	13	5 dias	Seg 27/07/15	Sex 31/07/15
1.2.3.1.2	Não	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO	12	17;15;32	0 dias	Sex 31/07/15	Sex 31/07/15
1.2.3.1.3	Não	LOCAÇÃO DA OBRA			2 dias	Seg 03/08/15	Ter 04/08/15
1.2.3.1.3.1	Não	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA	13	16	2 dias	Seg 03/08/15	Ter 04/08/15
1.2.3.1.4	Não	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO	15	17	0 dias	Ter 04/08/15	Ter 04/08/15
1.2.3.2	Não	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO	13;16	32;20;157	0 dias	Ter 04/08/15	Ter 04/08/15
1.2.3.3	Não	FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS			4 dias	Qua 05/08/15	Seg 10/08/15
1.2.3.3.1	Sim	RADIER - FORMA			1 dia	Qua 05/08/15	Qua 05/08/15
1.2.3.3.1.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER FORMA	17	21;23;165;168	1 dia	Qua 05/08/15	Qua 05/08/15
1.2.3.3.2	Sim	RADIER - FORMA CONCLUÍDO	20	31;32	0 dias	Qua 05/08/15	Qua 05/08/15
1.2.3.3.3	Sim	RADIER - ARMAÇÃO			1 dia	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
1.2.3.3.3.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER ARMAÇÃO	20	24;26	1 dia	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
1.2.3.3.4	Sim	RADIER - ARMAÇÃO CONCLUÍDO	23	31;32	0 dias	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
1.2.3.3.5	Sim	RADIER - CONCRETAGEM			1 dia	Sex 07/08/15	Sex 07/08/15
1.2.3.3.5.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER CONCRETAGEM	23;165;168	27	1 dia	Sex 07/08/15	Sex 07/08/15
1.2.3.3.6	Sim	RADIER - CONCRETAGEM CONCLUÍDO	26	31;32;29	0 dias	Sex 07/08/15	Sex 07/08/15
1.2.3.3.7	Sim	RADIER - RETIRADA DE FORMA			1 dia	Seg 10/08/15	Seg 10/08/15

Figura 44: Cronograma de obra finalizado

Fonte: O autor

#### d. Inserção do código EAP no modelo BIM 3D

Com a conclusão do modelo BIM 3D e do cronograma de obra, são inseridos códigos EAP do cronograma no modelo BIM 3D. Esse processo é feito manualmente pelo arquiteto, selecionando os elementos geométricos no modelo BIM 3D e inserindo o código EAP correspondente através da criação de um parâmetro compartilhado chamado “cod EAP”, exemplificado na Imagem 45.

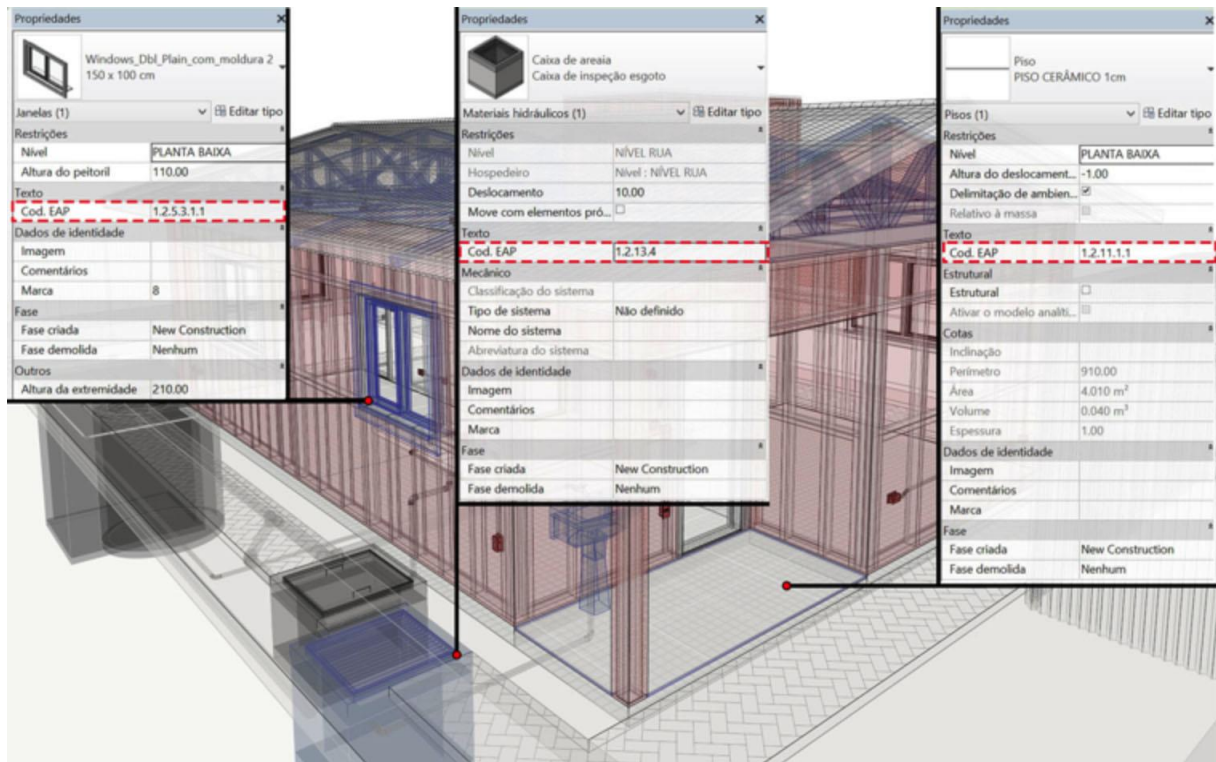


Imagem 45: Inserindo código EAP no modelo BIM 3D

Fonte: Cecco (2015)

e. Modelo BIM 3D final e cronograma de obra final

A modelagem BIM 3D e o cronograma de obra são finalizados após ser feita as alterações solicitadas pelo construtor.

Assim os produtos estão prontos para iniciar a simulação 4D.

f. Preparando o cronograma para a simulação 4D

Antes de iniciar a sincronização do modelo BIM 3D com o cronograma, deve ser inserido duas colunas do tipo Texto no cronograma, que serão úteis para os próximos passos.

Sugere-se uma coluna chamada Texto 2 com os tipos de tarefas e texto 4 com os códigos EAP. Na coluna “texto 2” foi inserido a palavra *Construct* em todas as atividades do cronograma, pois todas as atividades são de execução, e na coluna “texto 4” foi inserido os códigos EAP correspondentes, conforme a figura 46. Este procedimento irá facilitar a etapa de associação do modelo 3D com o cronograma, expostos no próximo item.

	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Texto2	Texto4
1	1	Não	OBRA MODELO	Construct	1
2	1.1	Não	INICIO LIBERADO	Construct	1.1
3	1.2	Não	HABITAÇÃO	Construct	1.2
4	1.2.1	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS	Construct	1.2.1
5	1.2.1.1	Não	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA	Construct	1.2.1.1
6	1.2.1.2	Não	DESPEAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS	Construct	1.2.1.2
7	1.2.1.3	Não	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO	Construct	1.2.1.3
8	1.2.2	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO	Construct	1.2.2
9	1.2.3	Sim	INFRA-ESTRUTURA	Construct	1.2.3
10	1.2.3.1	Sim	TRABALHOS EM TERRA	Construct	1.2.3.1
11	1.2.3.1.1	Sim	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	Construct	1.2.3.1.1
12	1.2.3.1.1.1	Não	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	Construct	1.2.3.1.1.1
13	1.2.3.1.2	Sim	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.1.2
14	1.2.3.1.3	Não	LOCAÇÃO DA OBRA	Construct	1.2.3.1.3
15	1.2.3.1.3.1	Não	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA	Construct	1.2.3.1.3.1
16	1.2.3.1.4	Não	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.1.4
17	1.2.3.2	Não	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.2
18	1.2.3.3	Não	FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS	Construct	1.2.3.3
19	1.2.3.3.1	Sim	RADIER - FORMA	Construct	1.2.3.3.1
20	1.2.3.3.1.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER FORMA	Construct	1.2.3.3.1.1
21	1.2.3.3.2	Sim	RADIER - FORMA CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.3.2
22	1.2.3.3.3	Sim	RADIER - ARMAÇÃO	Construct	1.2.3.3.3
23	1.2.3.3.3.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER ARMAÇÃO	Construct	1.2.3.3.3.1
24	1.2.3.3.4	Sim	RADIER - ARMAÇÃO CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.3.4

Figura 46: Preparando cronograma para a sincronização com o modelo 3D

Fonte: O autor

g. Preparando o cronograma para a simulação 5D

Esta atividade visa preparar o ambiente do cronograma para receber os dados da orçamentação.

Com isso recebe-se do orçamentista, um arquivo contendo a EAP do projeto com os respectivos custos orçado.

Deve-se inserir uma coluna no cronograma do tipo “texto” e copiar o valor de cada elemento orçado para dentro do cronograma, conforme exemplificado na figura 47.

	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Texto2	Texto4	Texto6
1	1	Não	OBRA MODELO	Construct	1	
2	1.1	Não	INICIO LIBERADO	Construct	1.1	
3	1.2	Não	HABITAÇÃO	Construct	1.2	
4	1.2.1	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS	Construct	1.2.1	
5	1.2.1.1	Não	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS, PROJETOS, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA	Construct	1.2.1.1	6.250,00
6	1.2.1.2	Não	DESPEAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS	Construct	1.2.1.2	625,00
7	1.2.1.3	Não	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO	Construct	1.2.1.3	5.328,98
8	1.2.2	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO	Construct	1.2.2	
9	1.2.3	Sim	INFRA-ESTRUTURA	Construct	1.2.3	
10	1.2.3.1	Sim	TRABALHOS EM TERRA	Construct	1.2.3.1	
11	1.2.3.1.1	Sim	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	Construct	1.2.3.1.1	
12	1.2.3.1.1.1	Não	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	Construct	1.2.3.1.1.1	203,48
13	1.2.3.1.2	Sim	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.1.2	
14	1.2.3.1.3	Não	LOCAÇÃO DA OBRA	Construct	1.2.3.1.3	
15	1.2.3.1.3.1	Não	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA	Construct	1.2.3.1.3.1	549,33
16	1.2.3.1.4	Não	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.1.4	
17	1.2.3.2	Não	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.2	
18	1.2.3.3	Não	FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS	Construct	1.2.3.3	
19	1.2.3.3.1	Sim	RADIER - FORMA	Construct	1.2.3.3.1	
20	1.2.3.3.1.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER FORMA	Construct	1.2.3.3.1.1	297,93
21	1.2.3.3.2	Sim	RADIER - FORMA CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.3.2	
22	1.2.3.3.3	Sim	RADIER - ARMAÇÃO	Construct	1.2.3.3.3	
23	1.2.3.3.3.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER ARMAÇÃO	Construct	1.2.3.3.3.1	934,03
24	1.2.3.3.4	Sim	RADIER - ARMAÇÃO CONCLUÍDO	Construct	1.2.3.3.4	
25	1.2.3.3.5	Sim	RADIER - CONCRETAGEM	Construct	1.2.3.3.5	

Figura 47: Preparando o cronograma para a modelagem 5D

Fonte: O autor

Para visualizar o desenvolvimento da orçamentação utilizada como exemplo para o presente roteiro, sugere-se leitura de Santi (2015), como complementação.

## 5.2.4 Modelagem BIM 5D

Com a modelagem BIM 3D e o cronograma finalizados, inicia-se a associação destes produtos para gerar a simulação do andamento da obra, através do *software Navisworks Manage 2015*.

Inicialmente, com o *software Navisworks Manage 2015* aberto, deve-se abrir o arquivo da modelagem 3D através da aba “Append”, exemplificado na figura 48.



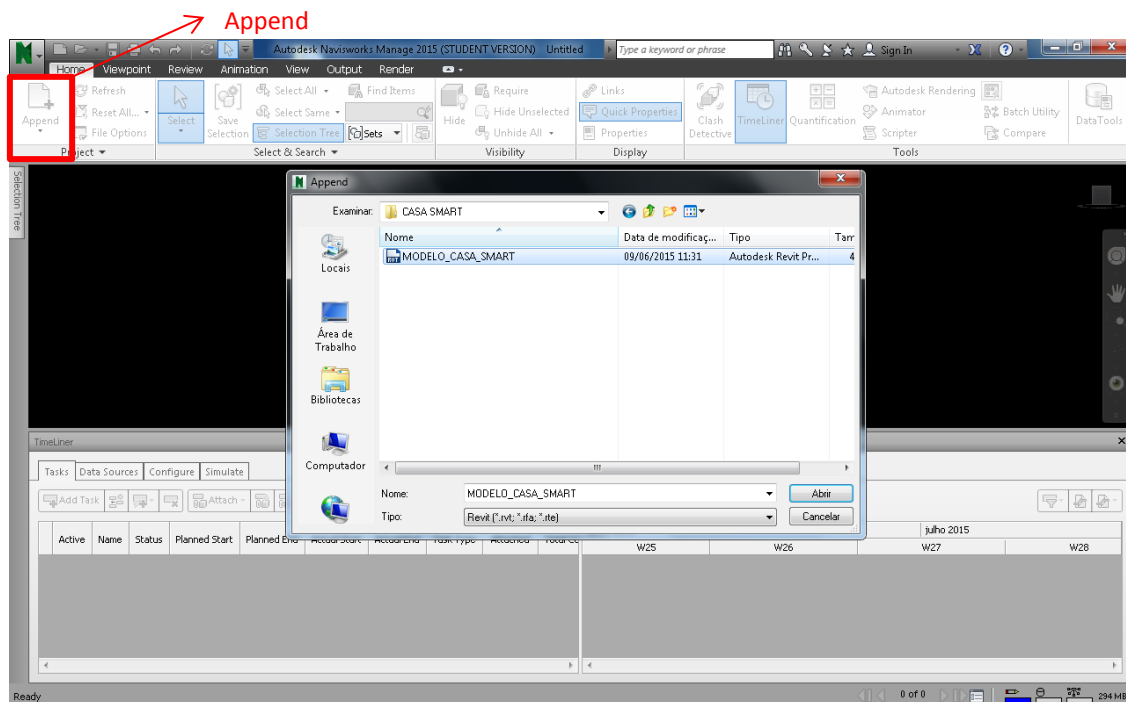


Figura 48: Inserindo modelo 3D

Fonte: O autor

O próximo passo é inserir cronograma de obra. Para isso, deve-se ativar a janela “TimeLiner”, e na aba “Data Sources” selecionar o *software* que foi feito o cronograma, neste caso o *Microsoft Project 2013*, em seguida se adicionar o arquivo do cronograma de obra. Conforme exemplo a seguir:

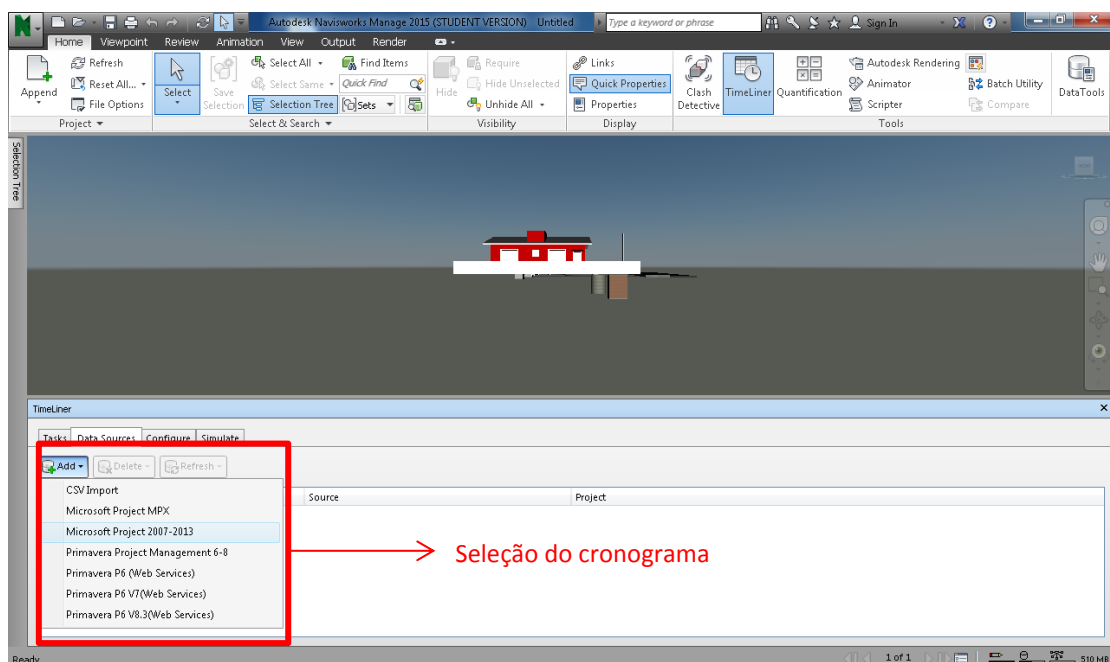


Figura 49: Inserindo cronograma de obra

Fonte: O autor

Em seguida, abrirá uma janela chamada “*Field Selector*”, nesta janela devem ser associados os tipos tarefa e a EAP com as colunas do cronograma. Para este roteiro foi criado três colunas no cronograma, uma do tipo “Texto 2” com o tipo de atividade, neste caso Construir (*construct*), outra do tipo “Texto 4” com a EAP do projeto e a última do tipo “Texto 6 com a orçamentação.

Essas colunas foram criadas para facilitar a leitura do *software*, visto que ele possibilita a associação dos tipos de tarefas e EAP com uma coluna do tipo “Texto” do *Microsoft Project 2013*.

A coluna “*Task Type*” deve ser associada ao “Texto 2” e a coluna “*User 1*” deve ser associada ao “Texto 4”, e o orçamento que foi inserido no “Texto 6” será associada com *Material Cost*, demonstrado na figura 50.

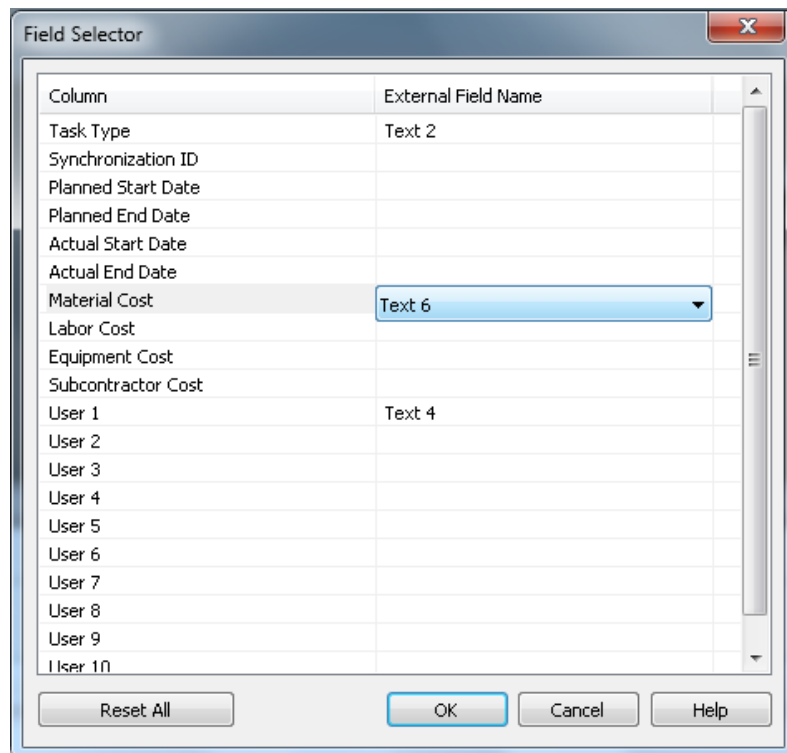


Figura 50: Associação do tipo de tarefa com o cronograma

Fonte: O autor

Para confirmar a associação dos tipos de tarefa com o cronograma, deve-se reconstruir a hierarquia das tarefas, através da aba *refresh* > *Select Data Source* > *Rebuild task hierarchy*, assim representado:

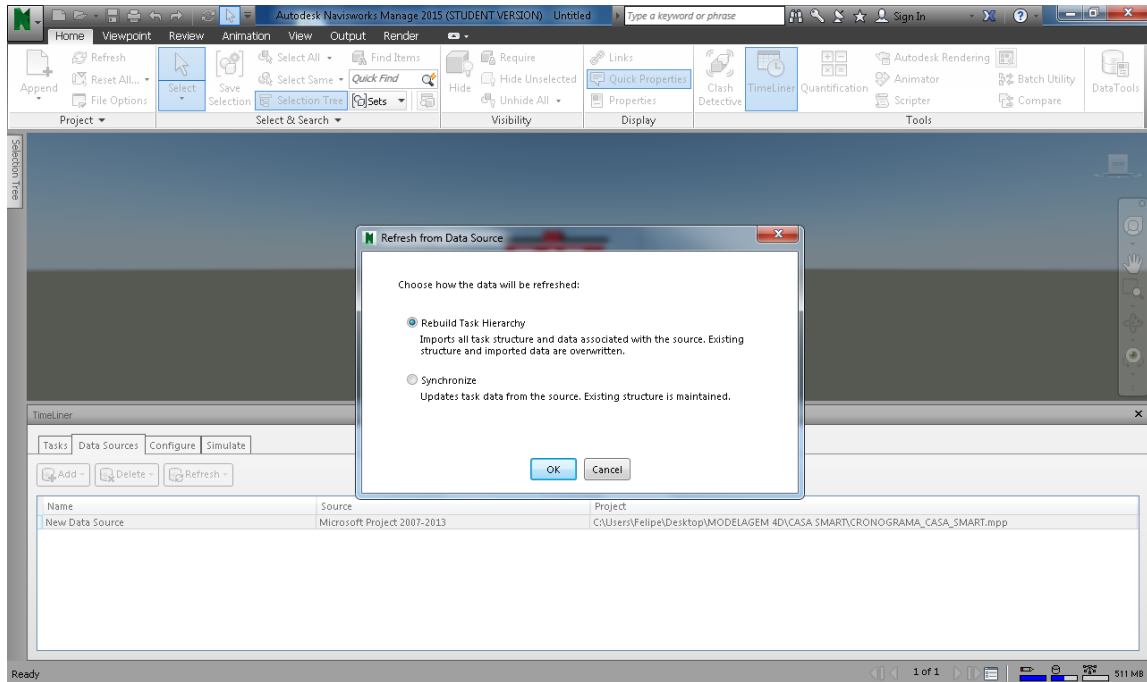


Figura 51: Confirmação da associação do tipo de tarefa com o cronograma.

Fonte: O autor

O próximo passo é fazer a associação dos elementos de projeto com os códigos EAP do cronograma. Para isso deve-se abrir a aba “*Selection Tree*” > *Properties* > *Element*. Demonstrado a seguir:

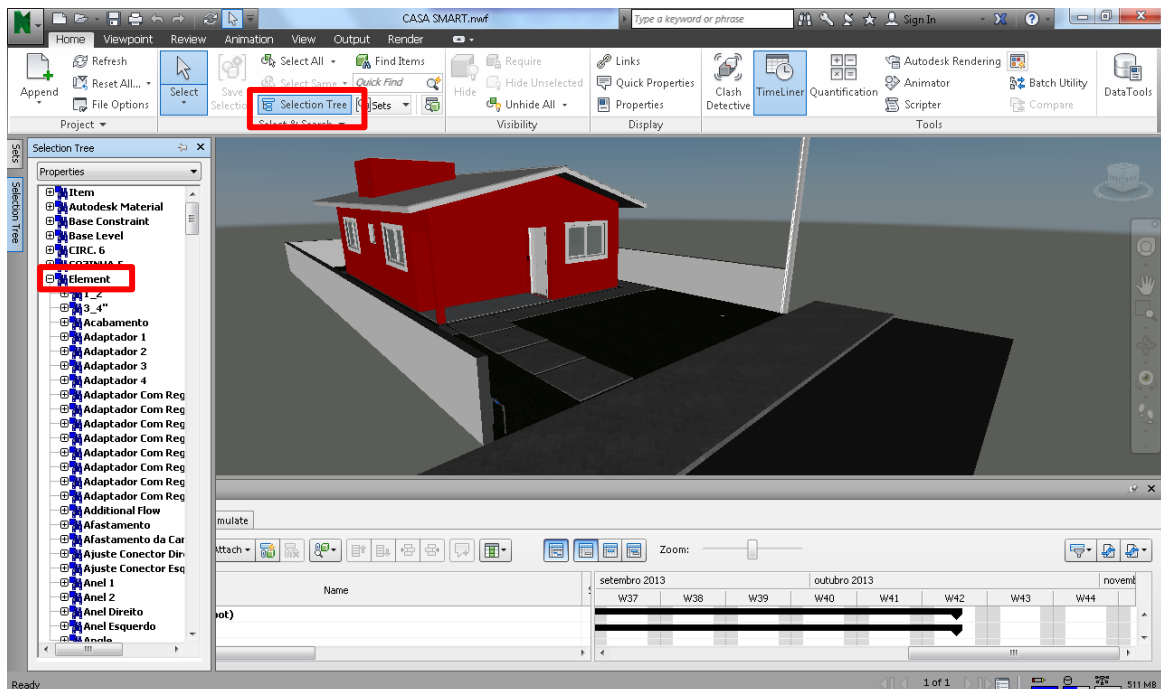


Figura 52: Associação dos elementos de projeto com o código EAP (1)

Fonte: O autor

Dentro da aba “*Element*” existe uma pasta chamada *Cód. EAP*, onde estão todos os códigos EAP que foram inseridos anteriormente no modelo BIM 3D.

No mesmo seletor da “*Selection Tree*” tem uma opção chamada “*Sets*”, esta deve ser aberta ao lado da janela “*Selection Tree*”, e todos os códigos EAP que constam na pasta “*Cód. EAP*” devem ser copiados para a janela “*Sets*”. Este procedimento de copiar consiste em criar novos *sets* com os mesmos códigos EAP, na mesma sequência que estão na pasta “*Cód. EAP*”, conforme a figura a seguir.

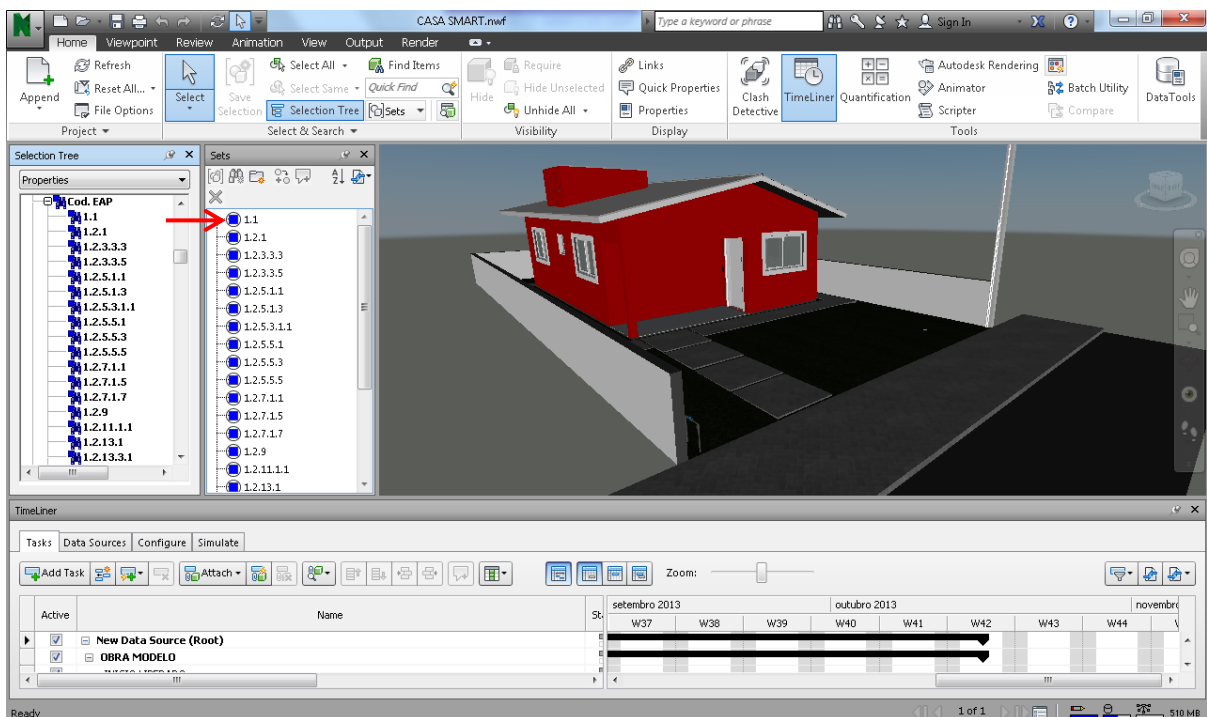


Figura 53: Associação dos elementos de projeto com o código EAP (2)

Fonte: O autor

O próximo passo é anexar os *Sets* ao cronograma, utilizando de regras, que podem ser definidas em: *Auto-Attach Using Rules > Edit*.

A regra que será usada é: *Map TimeLiner tasks from column User 1 to Selection Sets with the same name, Matching Case*, demonstrado na figura a seguir:

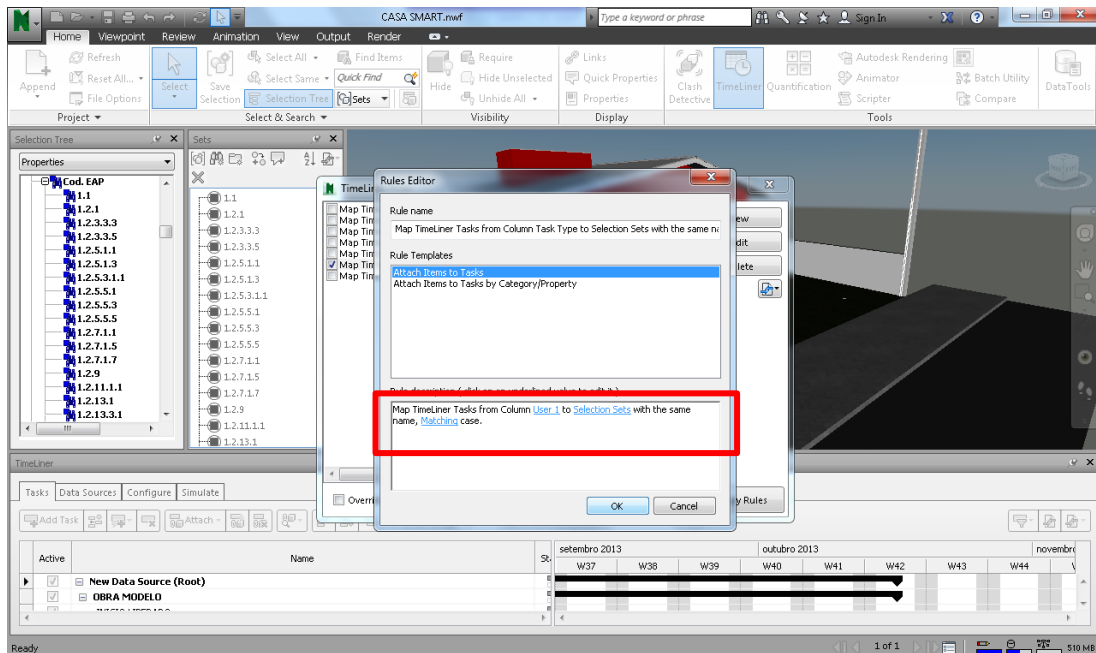


Figura 54: Anexando os *Sets* ao cronograma

Fonte: O autor

Para conferir se os *sets* foram realmente anexados ao cronograma, verifica-se, na aba *TimeLiner*, os *Sets* incluídos na coluna *Attached*.

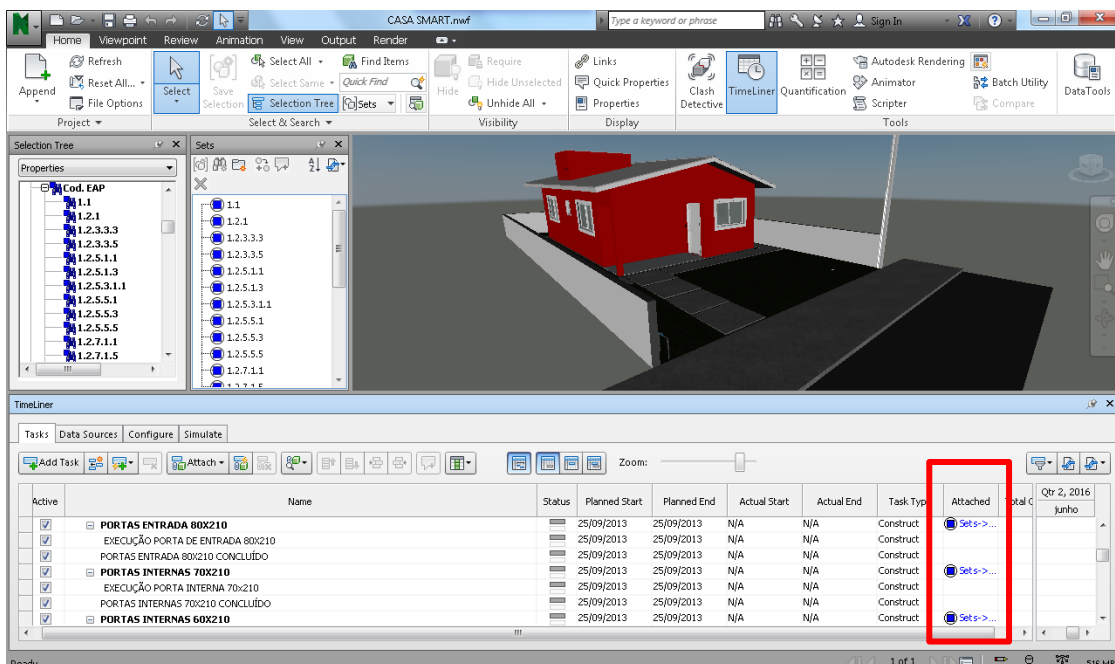


Figura 55: Verificação dos *Sets*

Fonte: O autor

Na aba “*Simulate*”, em “*Settings*”, deve-se selecionar “*Edit*” para acrescentar o item custo na simulação, através da seleção de “*Cost*” > “*Material Cost*”, assim, na simulação serão visualizados os dias, semanas, e a progressão do custo de execução da obra. Estes itens estão demonstrados na figura 56, a seguir:

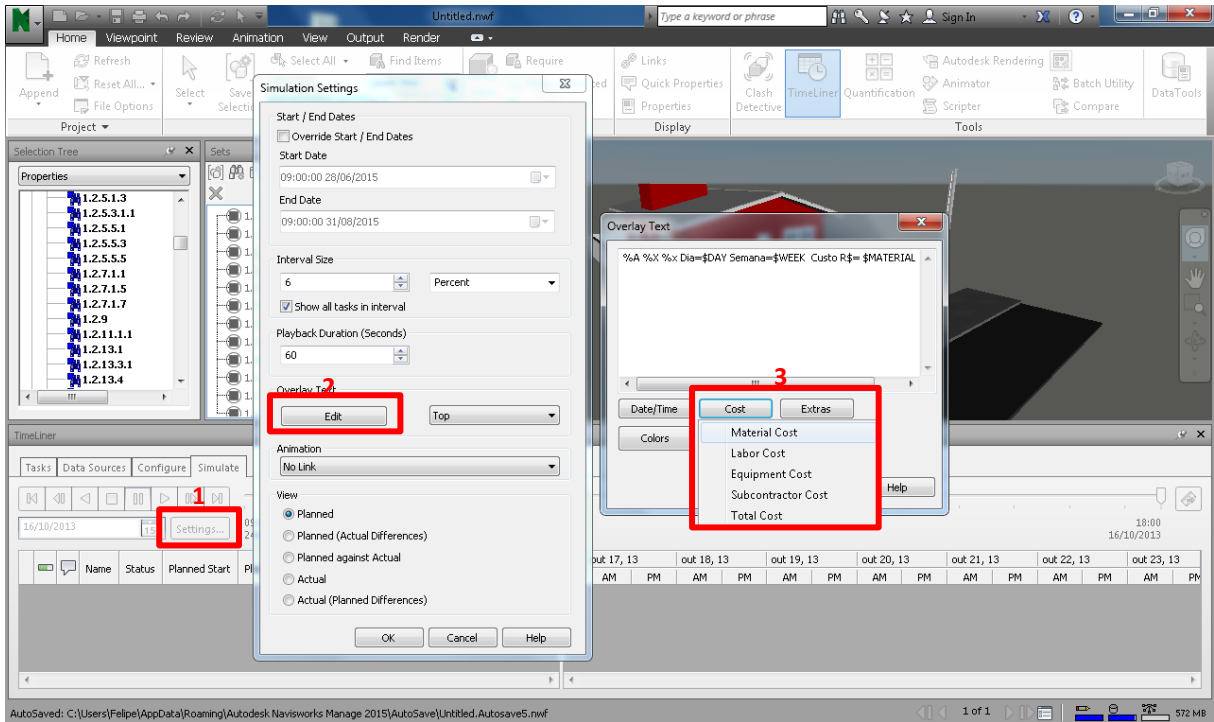


Figura 56: Acrescentando Custo para gerar a simulação 5D

Fonte: O autor

Desse modo, os arquivos estão prontos para dar início à simulação 5D, através da aba *Simulate* > *Play*, e pode ser salvo em arquivo de vídeo, na opção “*Export Animation*”.

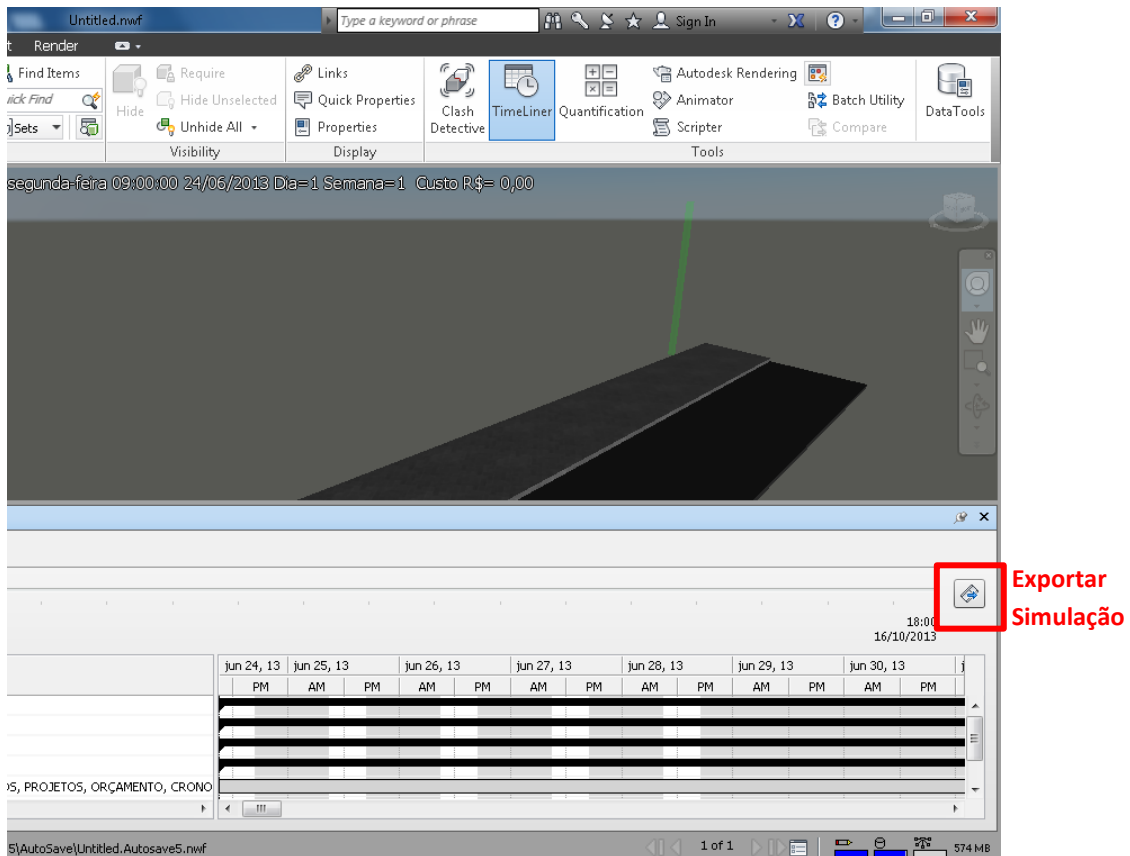


Figura 57: Simulação 5D

Fonte: O autor

### 5.2.5 Verificação da simulação 5D

Com a simulação realizada, faz-se necessário a análise desta junto com todos os envolvidos no projeto, a fim de detectar possíveis alterações a serem feitas. É nesta etapa que se verifica a necessidade de inserção de algum elemento faltante. Assim, os passos a seguir demonstram como se deve proceder para realizar as alterações.

#### a. Alteração de projeto

Ao se verificar a necessidade de inserção de um novo elemento de projeto, após a verificação da simulação 5D, faz-se da seguinte forma:

Para inserir esse novo elemento sem perder o trabalho que tiver sido feito, o arquiteto projetista deverá modelar o elemento no modelo BIM 3D e o planejador de obras insere o item correspondente ao final do cronograma de obra. Com isso, se evita a mudança de códigos

EAP dos outros elementos que já foram relacionados anteriormente, alterando somente a rede de precedências no cronograma.

Esta prática é importante, pois se não for explicitamente efetuada, o *Microsoft Project 2013* renumera todas as atividades e EAP, destruindo a codificação já inserida no modelo BIM 3D.

A figura a seguir, retirada do estudo de caso do presente trabalho, demonstra a inserção de um novo elemento não previsto anteriormente.

GRÁFICO DE GANTT

EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	
184	1.2.15	Não	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA		2 dias	
185	1.2.15.1	Não	SERVIÇOS DE CALAFATE E LIMPEZA FINAL		1 dia	
186	1.2.15.1.1	Não	EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE LIMPEZA	183	187	1 dia
187	1.2.15.2	Não	SERVIÇOS DE CALAFATE E LIMPEZA FINAL CONCLUÍDO	186	194;189;192	0 dias
188	1.2.15.3	Não	LIGAÇÕES - 'HABITE-SE'			1 dia
189	1.2.15.3.1	Não	OBRA	187	190	1 dia
190	1.2.15.4	Não	LIGAÇÕES - 'HABITE-SE' CONCLUÍDO	189	194	0 dias
191	1.2.15.5	Não	OUTROS			1 dia
192	1.2.15.5.1	Não	EXECUÇÃO DE OUTROS	187	193	1 dia
193	1.2.15.6	Não	OUTROS CONCLUÍDO	192	194	0 dias
194	1.2.16	Não	COMPLEMENTAÇÕES DA OBRA CONCLUÍDO	187;190;193	195	0 dias
195	1.3	Não	HABITAÇÃO CONCLUÍDO	8;32;59;75;194;9	206	0 dias
196	1.4	Não	ALTERAÇÕES E COMPLEMENTOS NO PROJETO			7 dias
197	1.4.1	Sim	SOLEIRA			2 dias
198	1.4.1.1	Sim	EXECUÇÃO DA SOLEIRA	124	199	1 dia
199	1.4.1.2	Sim	SOLEIRA CONCLUÍDA	198	128	1 dia
200	1.4.2	Sim	CALÇADA EXTERNA			7 dias
201	1.4.2.1	Sim	EXECUÇÃO CALÇADA EXTERNA	104	202;115	5 dias
202	1.4.2.2	Sim	CALÇADA EXTERNA CONCLUÍDA	201		2 dias
203	1.4.3	Sim	GRAMA			6 dias
204	1.4.3.1	Sim	EXECUÇÃO DO GRAMADO	106	205;115	4 dias
205	1.4.3.2	Sim	GRAMADO CONCLUÍDO	204	206	2 dias
206	2	Não	OBRA CONCLUÍDA	195;205		0 dias

Figura 58: Inserção de elemento não previsto anteriormente no cronograma

Fonte: O autor

Com as modificações realizadas, deve-se fazer novamente todo o processo de conferência do cronograma e do modelo BIM 3D além da preparação para a simulação 4D e 5D, descritos a partir da letra “c” do item 5.2.3.

Esse procedimento deve ser realizado sempre que houver alguma mudança de projeto, e se dará por concluído quando os envolvidos no projeto verificarem que o projeto está pronto para ser executado.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Com a pesquisa, tem-se que no capítulo 2 (Referencial teórico) foi possível verificar o funcionamento das interligações entre os *softwares* adotados para o desenvolvimento deste roteiro, que são: *Autodesk® Navisworks Manage 2015*, *Autodesk® Revit Architecture 2015* e *Microsoft® Project 2013*.

No capítulo 4, pôde-se documentar os métodos utilizados para a modelagem 5D através de um estudo de caso em uma construtora, evidenciando o processo de criação do modelo BIM 3D, do cronograma de obra e o desenvolvimento da orçamentação.

A modelagem BIM 5D proporcionou a percepção de elementos construtivos faltantes no modelo 3D e no cronograma de obra, antecipando assim a decisão de incluir estes elementos no escopo do trabalho. Dessa forma, verifica-se uma das principais vantagens de se realizar o planejamento 5D, que é antecipar a tomada de decisões, conforme demonstrado no item 4.6.1 do capítulo 4.

Ainda demonstrado no capítulo 4, o modelo 3D apresentou características similares às que seriam executadas e o cronograma compreendeu todas as etapas da obra, desde os serviços iniciais até a limpeza do terreno, itens estes que favoreceram uma orçamentação precisa.

Por fim, tem-se a criação de um roteiro de aplicação da modelagem BIM 5D. Com os métodos obtidos no estudo de caso e com a fundamentação teórica foi proposto um roteiro genérico de aplicação da modelagem BIM 5D, que inclui proposta de hierarquia para a equipe de trabalho e suas atribuições, e exemplificou o uso prático dos *softwares* adotados, conforme exposto no capítulo 5.

Este roteiro pode ser utilizado de forma imediata como roteiro prático para qualquer companhia de arquitetura, engenharia ou por um profissional liberal.

Como recomendações para futuras pesquisas, indica-se explorar as diversas ferramentas contidas no *software Autodesk® Navisworks Manage 2015* que não foram utilizadas no presente trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDOR, Miriam Roux A.; ALMEIDA CASTANHO, Miriam Dardes de; CAMBIAGHI, Henrique; DELATORRE, Joyse Paula Martin. NARDELLI, Eduardo Sampaio; OLIVEIRA, André Lompreta de. **Colocando o “i” no BIM**, Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, N.4, Segundo semestre de 2010. Disponível em: <[http://www.usjt.br/arq.urb/numero\\_04/arqurb4\\_06\\_miriam.pdf](http://www.usjt.br/arq.urb/numero_04/arqurb4_06_miriam.pdf)>. Acesso em: 01 Fev. 2015.

ANDRADE, Ludmila Santos de. **A Contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário de obras públicas: Estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina**. Universidade de Brasília. Brasília, fevereiro de 2012.

ARSENAULT, P.J.; **Building Information Modeling (BIM) and Manufactured Complementary Building Products, Integrating design, drawings, specifications, and shop drawings in a BIM model**. Dezembro de 2009. Disponível em: <[http://continuingeducation.construction.com/article\\_print.php?L=192&C=622](http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=192&C=622)>. Acesso em 22 jan. 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. Grupo técnico BIM. **Guia AsBEA, Boas práticas em BIM, fascículo I, 2015**. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/asbea/assuntos/manuais.asp>> Acesso em: 22 fev. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, AsBEA. **Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Arquitetura e Urbanismo, 2015**. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/asbea/assuntos/manuais.asp>> Acesso em: 20 fev. 2015.

AUTODESK. **Produtos**. 2015. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products>>. Acesso em 08 fev. 2015.

AUTODESK, **Parametric Building Modeling: BIM’s Foundation**, 2007 Disponível em: <[http://images.autodesk.com/latin\\_am\\_main/files/bim\\_parametric\\_building\\_modeling\\_jan07\\_1\\_.pdf](http://images.autodesk.com/latin_am_main/files/bim_parametric_building_modeling_jan07_1_.pdf)>. Acesso em 01 fev. 2015

AZEVEDO, Orlando J. M. de. **Metodologia BIM – BuildingInformationModeling na direção técnica de obras.** (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção). Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2009.

BEBER, Michele. Gerenciamento do projeto na ótica do gerenciamento da comunicação: Manual para escritórios de arquitetura. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – UFPR. Curitiba, 2008).

CECCO, Eduardo Belusso. **Gerenciamento de escopo de projeto utilizando a plataforma BIM (Building Information Modeling).** Monografia de Especialização (Especialização em Gerenciamento de Obras), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

CONCEIÇÃO, Luciana de Freitas. **Aplicação de sistema de planejamento 4D para o auxílio na gestão de projetos em obras de infraestrutura.** TCC. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2010

DISPENZA, Kristin. **The daily life of Building Information Modeling (BIM).** [29/06/2010], disponível em: <<http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>>. Acesso em: 11 jan. 2015.

DURANTE, Fábio Kischel. **Uso da metodologia BIM (BuildingInformationModeling) para gerenciamento de projetos: Gerente BIM.** Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, 2013

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM Handbook, A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** 2. ed. New Jersey; 648p. John Wiley & Sons, 2011.

FARIA, R. **Construção integrada.** Revistatechne, São Paulo: Pini, nº.127, outubro 2007. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/127/artigo64516-1.asp>> acesso em 01 fev.2015

FLORIO, Wilson, **Contribuições do BuildingInformationModelin no Processo de Projeto em Arquitetura.**

FRANCK, Frederico Dore. Gerenciamento do tempo do projeto aplicado a arranjo físico em uma empresa de usinagem de médio porte. Monografia (graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4ª ed. São Paulo. Editora Atlas S.A. 2002

GOES, Renata T. B. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. São Paulo: TCC, 142 p. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2011

GOUVÊA, L. B. de; PAULA, F. A. de; LORENZI, P. C. **Aplicação de CAD 4D/5D a partir do modelo integrado de informação para habitação unifamiliar**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Paraná, 2013.

KYMMEL, W. **BUILDING INFORMATION MODELING: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulation**. McGraw-Hill, 2008

LIMMER, Carl V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro, LTC, 1997.

LIMA, Claudia Campos. **Planejamento 4D com Navisworks a partir de um modelo criado no Revit**. Palestra. Publicado em: 2012. Disponível em: <[https://events.aubrasil.autodesk.com/sites/default/files/2012/AUBR-86\\_Apostila.pdf](https://events.aubrasil.autodesk.com/sites/default/files/2012/AUBR-86_Apostila.pdf)>. acesso em: 15 jan. 2015.

MATTEI, P. L. R.; **BIM e a informação no subsetor de edificações da indústria da construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. 1ª edição. São Paulo - SP - Brasil. Pini, 2010.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projetocolaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES.**Building Information Modeling (BIM)**.Disponívelem: <<http://www.wbdg.org/bim/bim.php>>. Acesso em 21 jan. 2015.

NAKAMURA, Juliana. **Planejamento Modelado**.RevistaTéchné, Edição 213, ano 22, p. 34 a 38. ; Dez. 2014.

NBC – Referencial Brasileiro de Competências. Referencial de competências. Rio de Janeiro. IPMA Brasil 2012. 2012

NBR 5674. Manutenção de edificações – Procedimentos. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 1999.

PMBOK. Project Management Institute, INC. Guia PMBok 4ª edição, Newton Square, Pennsylvania, EUA, 2008.

SAMPAIO, Marcio Eduardo Corrêa. **O que é Planejamento**. Publicado em: 04 Jan. 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/o-que-e-planejamento/39381/>> Acesso em 04 Fev. 2015.

SANTI, Nichollas Veadrigo. **Desenvolvimento de orçamento de custos via BIM 5D integrado com a elaboração de projetos e cronograma em BIM 3D e 4D – Um estudo de caso**. Monografia de Especialização (Especialização em Gerenciamento de Obras), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

SANTOS, Adriano Balduino dos; MACHADO, Gabriel Augusto Meyer; CARVALHO, Leonardo Bispo. **Criação de uma ferramenta para obtenção de composições de custo a partir da leitura de projetos e levantamento de quantidades em um modelo BIM (arquitetônico, estrutural, hidráulico e elétrico)**. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2013.

SILVEIRA, Samuel João da; **Programa para interoperabilidade entre software de planejamento e editoração gráfica para o desenvolvimento do planejamento 4D.** Dissertação de Mestrado. UFSC. Florianópolis/SC. 2005.

STAUB-FRENCH, S., KHANZODE, A. **3D and 4D modeling for design and construction coordination: issues and lessons learned.** ITcon Vol. 12, 2007.

SUERMAN, Patrick C. **Evaluation the impact of Building Information Modeling (BIM) on construction.** Florida: University of Florida, 2009.

TAKASH, A. **3-D technology transforms design process.” U.S. Army Engineering and.** Disponível em: < <http://www.hq.usace.army.mil/cemp/milcontrans/bim.htm>> , acesso em 10 fev. 2015.

WILLE, Silvio A. C. **Fundamentos do MS Project 2013.** Manual de Treinamento. Projexpert. Set. 2014

WITICOVSKI, L. C. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM).** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – UFPR/PPGECC. Curitiba, 2011.

YIN, Robert, K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos.** 2ª ed. Porto Alegre. Editora Bookman, 2001

## APÊNDICE A

### Convocações das reuniões

00-00

CONVOCAÇÃO PARA REUNIÃO

REUNIÃO 1

**INFORMAÇÕES**

**OBJETIVOS:** Apresentação do Projeto

**LOCAL:**

**DATA:** 15/01/2015

**HORÁRIO:** 14:00

**ENDEREÇO:**

**AGENDA**

1. Definição do projeto
2. Proposta de desenvolvimento em BIM - Softwares, compatibilidades, ferramentas;
3. Plano de comunicação - Arquiteto;
4. Desenvolvimento do modelo 3D - Arquiteto;
5. Desenvolvimento do cronograma - Planejador de obra;
6. Desenvolvimento complementares - Engenheiro;
7. Desenvolvimento de orçamento - Orçamentista
7. Responsabilidades dos envolvidos;
8. Nível de detalhe a ser alcançado;
9. Expectativas das partes envolvidas;
10. Contratos.

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO	E-MAIL	TELEFONE
Arquiteto		
Construtor		
Engenheiro		
Planejador		

**ATIVIDADES PREPARATÓRIAS PARA A REUNIÃO**

1. Criar formulário de programa de necessidades - Arquiteto
2. Estimativa de custo/tempo - Todos
3. Verificar incompatibilidades iniciais - Todos
4. Criar plano de comunicações - Arquiteto

**CONVOCADO POR:** Investidor



00-00

CONVOCAÇÃO PARA REUNIÃO

REUNIÃO 2

**INFORMAÇÕES**

**OBJETIVOS:** Apresentação Preliminar do Modelo BIM e Cronograma

**LOCAL:**

**DATA:** 26/01/2015

**HORÁRIO:** 14:00

**ENDEREÇO:**

**AGENDA**

1. Apresentação do projeto preliminar modelado em BIM 3D;
2. Apresentação da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) modelo, pelo construtor;
3. Avaliar conflitos;
4. Solução dos conflitos;

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO	E-MAIL	TELEFONE
Arquiteto		
Construtor		
Engenheiro		
Planejador		

**ATIVIDADES PREPARATÓRIAS PARA A REUNIÃO**

1. Arquiteto deve iniciar modelagem 3D
2. Novas soluções.

**CONVOCADO POR:** Arquiteto

00-00

CONVOCAÇÃO PARA REUNIÃO

REUNIÃO 3

**INFORMAÇÕES**

**OBJETIVOS:** Apresentação dos Ajustes

**LOCAL:**

**DATA:** 15/02/2015

**HORÁRIO:** 14:00

**ENDEREÇO:**

**AGENDA**

1. Apresentação do modelo 3D BIM ajustado;
2. Apresentação da EAP ajustada;
3. Duração das atividades do cronograma;
4. Fechamento dos arquivos;
5. Compatibilização modelo BIM 3D com cronograma de obra
5. Planejamento 4D
6. EAP e tabela de quantitativos é repassada ao orçamentista

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO	E-MAIL	TELEFONE
Arquiteto		
Construtor		
Engenheiro		
Planejador		

**ATIVIDADES PREPARATÓRIAS PARA A REUNIÃO**

1. Arquiteto deve evoluir na modelagem 3D
2. Planejador deve desenvolver EAP

**CONVOCADO POR:** Arquiteto

00-00

CONVOCAÇÃO PARA REUNIÃO

REUNIÃO 4

**INFORMAÇÕES**

**OBJETIVOS:** Alteração do projeto e cronograma

**LOCAL:**

**DATA:** 19/05/2015

**HORÁRIO:** 09:30

**ENDEREÇO:**

**AGENDA**

1. Apresentação da modelagem 4D preliminar

2. Alteração do projeto

3. Alteração do cronograma

4. Reconhecimento das dificuldades

5. Tomada de decisões

6. Gerenciamento final do projeto

7. entrega da orçamentação da obra

8. Como será a entrega final

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO

E-MAIL

TELEFONE

Arquiteto

Construtor

Engenheiro

Planejador

**ATIVIDADES PREPARATÓRIAS PARA A REUNIÃO**

1. Planejador de obra deve desenvolver modelagem 4D preliminar

2. Orçamentista deve entregar orçamento finalizado

**CONVOCADO POR:** Arquiteto

00-00

CONVOCAÇÃO PARA REUNIÃO

REUNIÃO 5

**INFORMAÇÕES**

**OBJETIVOS:** Planejamento 4D

**LOCAL:**

**DATA:** 29/05/2015

**HORÁRIO:** 14:00

**ENDEREÇO:**

**AGENDA**

1. Entrega da modelagem BIM 3D pelo arquiteto + arquivos impressos
2. Entrega do cronograma de obra + modelagem BIM 5D pelo planejador de obra em arquivos digitais e impressos
3. Visualização do vídeo demonstrativo de execução da obra

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO	E-MAIL	TELEFONE
Arquiteto		
Construtor		
Engenheiro		
Planejador		

**ATIVIDADES PREPARATÓRIAS PARA A REUNIÃO**

1. Arquiteto deverá finalizar produtos para entrega
2. Planejador de obra deverá finalizar produtos para entrega
3. Planejador deverá fazer a modelagem 5D

**CONVOCADO POR:** Arquiteto

## APÊNDICE B

### Protocolo de coleta de dados

## PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

### DADOS DA EMPRESA

Nome da empresa	
Endereço	
Ano de início das atividades	
Cidade	Curitiba / PR
Fone de contato	
E-mail	
Web site	
Nome do entrevistado	
Profissão	
Função na empresa	

SERVIÇOS	SIM	NÃO
CONSULTORIA EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS	X	
TERCEIRIZAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS	X	
TREINAMENTOS NA ÁREA DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS	X	
MONTADORA DE OBRAS	X	

### COLETA DE DADOS

PERGUNTAS		SIM	NÃO
1	A decomposição do cronograma em grupos de trabalho é realizada a fim de atender a Planilha de Levantamento de Serviços (PLS) padrão do agente financiador da obra?	X	
2	A estimativa de duração das atividades de execução da obra é feita com base na sua decomposição e no histórico da construtora?	X	
3	O administrador do cronograma participa efetivamente da obra?	X	
4	A atualização do cronograma é feita periodicamente? Marque a periodicidade (Dias)	7 Dias X	
5	É feita a comparação do previsto e realizado da execução de obra?	X	
6	O cronograma é utilizado para fazer histograma (alocar recursos)?		X
7	O cronograma é utilizado para gerir Custos	X	

8	O arquiteto projetista é responsável por todos os projetos (arquitetônico e complementares)?		X
9	O projeto BIM é modelado a fim de atender as necessidades das etapas posteriores a essa, ou seja, planejamento e orçamento?	X	
10	Existe cronograma oficial (linha base)	X	
11	Identificado desvio no cronograma, são tomadas ações corretivas?	X	
12	As ações são implementadas gerando cronograma reprogramado?	X	

Outras questões abordadas pelo entrevistado	

APÊNDICE C

Atas das reuniões



**INFORMAÇÕES****OBJETIVOS:** Apresentação do Projeto**LOCAL:****DATA:** 15/01/2015**HORÁRIO:** 14:00**ENDEREÇO:****RELATO DOS ASSUNTOS TRATADOS**

1. Reunião iniciada com todos os convocados presentes;
2. Os envolvidos no projeto são: construtor, arquiteto projetista, planejador de obras e orçamentista;
3. Todos os envolvidos devem participar de todas as etapas de desenvolvimento do projeto;
4. Desenvolvimento no modelo BIM representa trabalho em grupo;
5. foi criada uma matriz de responsabilidades prévia para definir as atividades de cada um dos participantes (anexo);
6. O Gerente das Comunicações ou Líder BIM será o Arquiteto, é dele a responsabilidade de compatibilizar os projetos e disponibilizar os arquivos finais para execução;
7. É apresentado o plano de comunicações pelo arquiteto;
8. O produto a ser desenvolvido é uma residencia de aproximadamente 54m<sup>2</sup> ;
9. Arquiteto projetista documenta o programa de necessidades para o projeto em formulário próprio (anexo);
10. O nível de detalhe a ser adotado na modelagem 3D, no cronograma de obra e no orçamento deve ser compatível ao fornecido pelo agente financiador da obra e também adaptado ao nível solicitado pelo construtor;
11. Os softwares de desenvolvimento devem ser compatíveis com a plataforma IFC;
12. Os softwares escolhidos foram o Autodesk Revit 2015 para a modelagem 3D e o Autodesk Navisworks para a modelagem 4D;
13. Para o cronograma de obra, será utilizado o software Microsoft Project 2013;
14. O arquiteto se responsabiliza em fazer a modelagem 3D preliminar;
15. Construtor se responsabiliza em apresentar para próxima reunião uma proposta de EAP;
16. As expectativas dos envolvidos se resume em proporcionar um gerenciamento de projeto de alta qualidade para sua construção;
17. Assinatura dos contratos ok;
18. Liberado o compartilhamento da pasta do projeto;
19. Reunião finalizada.

Obs: detalhes do projeto a ser desenvolvido:

o projeto compreende uma sala, cozinha, dois quartos e banheiro, a ser construída em Steel frame. A estrutura será radier armado, a construção da residencia compreende uma estrutura em steel-frame, com revestimentos interno das paredes de placa OSB, manda acustica, gesso, pintura e azulejos nas áreas molhadas. Para o revestimento externo será utilizado placa OSB, película de proteção, placa cimentícea e pintura. A residencia terá esquadrias metálicas com

vidros simples e portas de madeira. A cobertura será composta por manta térmica, placa OSB e telhas tipo shingle. A pavimentação será cerâmica com rejunte. A hidráulica será executada somente com água fria e sistema de esgoto. No banheiro será previsto vaso sanitário com caixa acoplada e bancada com cuba e um tanque na área externa.

### CONCLUSÕES

A primeira reunião é fundamental a participação de todos os envolvidos no projeto, para que tenham a mesma percepção e proporção do desenvolvimento.

O trabalho em grupo é consolidado nesta reunião como ponto chave para um gerenciamento de qualidade. O gerenciamento do projeto em BIM tem como objetivo antecipar, reconhecer, avaliar e controlar os processos de um projeto.

### PARTICIPANTES

NOME/CARGO	ASSINATURA
Arquiteto	
Construtor	
Orçamentista	
Planejador	

**INFORMAÇÕES****OBJETIVOS:** Apresentação Preliminar do Modelo BIM e Cronograma**LOCAL:****DATA:** 26/01/2015**HORÁRIO:** 14:00**ENDEREÇO:****RELATO DOS ASSUNTOS TRATADOS**

1. Reunião iniciada com todos os convocados presentes
2. É apresentado o projeto arquitetônico preliminar modelado em BIM e é detectado conflitos entre o projeto arquitetônico e complementares já nesta fase;
3. É proposto redimensionamento da residência para diminuir o desperdício de cerâmicas e otimizar a aplicação;
4. Foi verificado que deveriam ser incluídos elementos no modelo BIM 3D como calha, rufo, soleiras e ferragem do radier, pois são elementos que o construtor exige ser modelado, pois são necessários para a etapa de orçamentação, o cronograma deverá ser aprimorado;
5. É apresetantado pelo construtor a EAP (Estrutura Analítica de Projeto)-sem prazos;
6. Construtor deverá verificar a possibilidade da utilização do steel frame no cronograma consultando o agente financiador;
7. Arquiteto deverá modelar a residência em drywall a nível de anteprojeto, já redimensionando a residência como proposto;
8. Planejador deverá readequar o cronograma para execução em steel frame, em acordo com as exigencias do agente financiador da obra;
9. Arquivos atualizados deveram estar postados e devidamente nomeados nas pastas de cada responsável;
10. Reunião finalizada.

**CONCLUSÕES**

Concluimos que o cronograma e o modelo arquitetônico vão sofrer ajustes, aprimorando o nível de detalhe desde que atenda o agente financiador, as alterações serão apresentadas na próxima reunião.

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO

ASSINATURA

Arquiteto  
Construtor  
Orçamentista  
Planejador

**INFORMAÇÕES****OBJETIVOS:** Apresentação dos Ajustes e fechamento do modelo BIM e cronograma de obra**LOCAL:****DATA:** 15/02/2015**HORÁRIO:** 14:00**ENDEREÇO:****RELATO DOS ASSUNTOS TRATADOS**

1. Reunião iniciada com todos os convocados presentes
2. Arquiteto apresenta o modelo 3D BIM, com os ajustes (calhas rufos e ferragem do radier)
- 3 É apresentada a EAP ajustada com a execução de steel frame
4. É definido junto com o construtor, a duração de todas as atividades do cronograma;
5. É definido a rede de precedencias do cronograma de obra
6. É inserido uma coluna sinalizadora no cronograma, para marcar as atividades que estão ou não modeladas em BIM 3D, para facilitar a visualização destas;
7. O cronograma de obra é finalizado ;
8. A modelagem BIM 3D é aprovada;
9. É verificada a compatibilização do cronograma com o modelo;
10. Arquiteto irá inserir códigos EAP correspondentes ao cronograma no modelo BIM 3D
11. Será feito o planejamento 4D preliminar pelo planejador para a próxima reunião
12. Orçamentista recebe os códigos EAP e a tabela de quantitativos do projeto
13. Arquivos atualizados deveram estar postados e devidamente nomeados nas pastas de cada responsável.
14. reunião finalizada

**CONCLUSÕES**

Os produtos foram finalizados para dar inicio na modelagem BIM 4D.

Ficou decidido que antes da entrega final dos produtos, será feita uma modelagem BIM 4D preliminar, para verificar eventuais elementos faltantes no projeto ou no cronograma. Essa modelagem será apresentada na próxima reunião

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO

ASSINATURA

Arquiteto

Construtor

Orçamentista

Planejador

00-00

ATA DE REUNIÃO

REUNIÃO 4

### INFORMAÇÕES

**OBJETIVOS:** Modelagem BIM 4D preliminar

**LOCAL:**

**DATA:** 19/05/2015

**HORÁRIO:** 14:00

**ENDEREÇO:**

### RELATO DOS ASSUNTOS TRATADOS

1. Reunião inicia com todos os convocados presentes
2. É apresentado a modelagem BIM 4D preliminar pelo planejador, em forma de vídeo.
3. Construtor verifica a falta do elemento soleira no modelo BIM 3D e no cronograma de obra
4. Arquiteto verifica a falta do elemento grama e calçada externa no terreno.
5. Fica decidido que o arquiteto irá inserir os elemento faltantes no modelo 3D e o planejador de obra irá inserir no cronograma para desenvolver a modelagem BIM 4D final.
6. Orçamentista entrega o orçamento da obra que deverá ser inserido na modelagem 5D
7. Arquivos devem ser atualizados na pasta compartilhada;
8. Reunião finalizada.

### CONCLUSÕES

A presente reunião teve como objetivo analisar a modelagem 4D preliminar e verificar eventuais mudanças de projeto ou de cronograma.

Foram detectados os elementos faltantes que serão incluídos no cronograma e no modelo 3D

### PARTICIPANTES

NOME/CARGO

ASSINATURA

Arquiteto  
Construtor  
Orçamentista  
Planejador

00-00

ATA DE REUNIÃO

REUNIÃO 5

**INFORMAÇÕES**

**OBJETIVOS:** Entrega dos produtos

**LOCAL:**

**DATA:** 29/05/2015

**HORÁRIO:** 14:00

**ENDEREÇO:**

**RELATO DOS ASSUNTOS TRATADOS**

1. Reunião iniciada com todos os convocados presentes
2. É apresentado a modelagem 4D em forma de vídeo pelo planejador de obras;
2. É oficializada a entrega da modelagem BIM 3D pelo arquiteto projetista, com todos os projetos arquitetônicos e complementares em forma de arquivo digital e impressos;
3. É entregue o cronograma de obra final pelo planejador em formato digital e em formato impresso em folha tamanho A3, bem como a entrega do vídeo demonstrativo da apresentação 5D em DVD.
4. Reunião finalizada

**CONCLUSÕES**

A modelagem BIM 4D foi apresentada com os ajustes previstos anteriormente e com a aprovação do construtor, foram finalizados os trabalhos, e realizou-se a entrega da modelagem BIM 3D final, do cronograma de execução de obra e da modelagem BIM 5D.

**PARTICIPANTES**

NOME/CARGO

ASSINATURA

Arquiteto  
Construtor  
Orçamentista  
Planejador

## APÊNDICE D

## Matriz de responsabilidades

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES DO PROJETO

ENTREGA / ATIVIDADE \ PAPEL / RESPONSÁVEL	CONSTRUTOR	ARQUITETO	PLANEJADOR	ORÇAMENTISTA
Determinar nível de detalhe a ser adotado no modelo BIM, cronograma de obra e orçamento	E			
Desenvolver projeto arquitetônico		E		
Desenvolver Cronograma de obra			E	
Desenvolver Orçamento da obra				E
Liderar reuniões de trabalho		E		
Compatibilizar projetos		E		

E: Executa (realiza a atividade)



## APÊNDICE E

Cronograma de obra

Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
1	<b>1</b>	<b>Não</b>	<b>CASA</b>			<b>83 dias</b>	<b>Seg 13/07/15</b>	<b>Qua 04/11/15</b>
2	1.1	Não	INICIO LIBERADO		5;6;7	0 dias	Seg 13/07/15	Seg 13/07/15
3	<b>1.2</b>	<b>Não</b>	<b>HABITAÇÃO</b>			<b>83 dias</b>	<b>Seg 13/07/15</b>	<b>Qua 04/11/15</b>
4	<b>1.2.1</b>	<b>Não</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS</b>			<b>20 dias</b>	<b>Seg 13/07/15</b>	<b>Sex 07/08/15</b>
5	1.2.1.1	Não	SERVIÇOS TÉCNICOS - LEVANTAMENTOS TOPOGRAFICOS, PROJETO, ORÇAMENTO, CRONOGRAMA	2	8;12	10 dias	Seg 13/07/15	Sex 24/07/15
6	1.2.1.2	Não	DESPESAS INICIAIS - CÓPIAS, LICENÇAS, TAXAS E IMPOSTOS	2	8	10 dias	Seg 13/07/15	Sex 24/07/15
7	1.2.1.3	Não	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS - TAPUMES, BARRACÃO, ÁGUA, LUZ, ESGOTO	2	8	20 dias	Seg 13/07/15	Sex 07/08/15
8	1.2.2	Não	SERVIÇOS PRELIMINARES E GERAIS CONCLUÍDO	5;6;7	195	0 dias	Sex 07/08/15	Sex 07/08/15
9	<b>1.2.3</b>	<b>Não</b>	<b>INFRA-ESTRUTURA</b>			<b>11 dias</b>	<b>Seg 27/07/15</b>	<b>Seg 10/08/15</b>
10	<b>1.2.3.1</b>	<b>Não</b>	<b>TRABALHOS EM TERRA</b>			<b>7 dias</b>	<b>Seg 27/07/15</b>	<b>Ter 04/08/15</b>
11	<b>1.2.3.1.1</b>	<b>Não</b>	<b>ESCAVAÇÕES MECÂNICAS</b>			<b>5 dias</b>	<b>Seg 27/07/15</b>	<b>Sex 31/07/15</b>
12	1.2.3.1.1.1	Não	EXECUÇÃO DE ESCAVAÇÕES MECÂNICAS	5	13	5 dias	Seg 27/07/15	Sex 31/07/15
13	1.2.3.1.2	Não	ESCAVAÇÕES MECÂNICAS CONCLUÍDO	12	17;15;32	0 dias	Sex 31/07/15	Sex 31/07/15
14	<b>1.2.3.1.3</b>	<b>Não</b>	<b>LOCAÇÃO DA OBRA</b>			<b>2 dias</b>	<b>Seg 03/08/15</b>	<b>Ter 04/08/15</b>
15	1.2.3.1.3.1	Não	EXECUÇÃO DA LOCAÇÃO DA OBRA	13	16	2 dias	Seg 03/08/15	Ter 04/08/15
16	1.2.3.1.4	Não	LOCAÇÃO DA OBRA CONCLUÍDO	15	17	0 dias	Ter 04/08/15	Ter 04/08/15
17	1.2.3.2	Não	TRABALHOS EM TERRA CONCLUÍDO	13;16	32;20;157	0 dias	Ter 04/08/15	Ter 04/08/15
18	<b>1.2.3.3</b>	<b>Não</b>	<b>FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS</b>			<b>4 dias</b>	<b>Qua 05/08/15</b>	<b>Seg 10/08/15</b>
19	<b>1.2.3.3.1</b>	<b>Sim</b>	<b>RADIER - FORMA</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 05/08/15</b>	<b>Qua 05/08/15</b>
20	1.2.3.3.1.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER FORMA	17	21;23;165;168	1 dia	Qua 05/08/15	Qua 05/08/15
21	1.2.3.3.2	Sim	RADIER - FORMA CONCLUÍDO	20	31;32	0 dias	Qua 05/08/15	Qua 05/08/15
22	<b>1.2.3.3.3</b>	<b>Sim</b>	<b>RADIER - ARMAÇÃO</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 06/08/15</b>	<b>Qui 06/08/15</b>
23	1.2.3.3.3.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER ARMAÇÃO	20	24;26	1 dia	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
24	1.2.3.3.4	Sim	RADIER - ARMAÇÃO CONCLUÍDO	23	31;32	0 dias	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
25	<b>1.2.3.3.5</b>	<b>Sim</b>	<b>RADIER - CONCRETAGEM</b>			<b>1 dia</b>	<b>Sex 07/08/15</b>	<b>Sex 07/08/15</b>
26	1.2.3.3.5.1	Sim	EXECUÇÃO RADIER CONCRETAGEM	23;165;168	27	1 dia	Sex 07/08/15	Sex 07/08/15
27	1.2.3.3.6	Sim	RADIER - CONCRETAGEM CONCLUÍDO	26	31;32;29	0 dias	Sex 07/08/15	Sex 07/08/15
28	<b>1.2.3.3.7</b>	<b>Sim</b>	<b>RADIER - RETIRADA DE FORMA</b>			<b>1 dia</b>	<b>Seg 10/08/15</b>	<b>Seg 10/08/15</b>
29	1.2.3.3.7.1	Sim	EXECUÇÃO DE RETIRADA DE FORMA	27	30	1 dia	Seg 10/08/15	Seg 10/08/15

Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
30	1.2.3.3.8	Sim	RADIER - RETIRADA DE FORMA CONCLUÍDO	29	31;32	0 dias	Seg 10/08/15	Seg 10/08/15
31	1.2.3.4	Sim	FUNDAÇÕES E OUTROS SERVIÇOS CONCLUÍDO	21;24;27;30	32	0 dias	Seg 10/08/15	Seg 10/08/15
32	1.2.4	Sim	INFRA-ESTRUTURA CONCLUÍDO	17;31;13;21;2	195;39T+2 dia	0 dias	Seg 10/08/15	Seg 10/08/15
33	1.2.5	Sim	<b>PAREDES E PAINÉIS</b>			<b>47 dias</b>	<b>Ter 11/08/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
34	1.2.5.1	Sim	<b>ALVENARIAS</b>			<b>30 dias</b>	<b>Ter 11/08/15</b>	<b>Seg 21/09/15</b>
35	1.2.5.1.1	Sim	<b>MURO</b>			<b>30 dias</b>	<b>Ter 11/08/15</b>	<b>Seg 21/09/15</b>
36	1.2.5.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE MURO	32	37	30 dias	Ter 11/08/15	Seg 21/09/15
37	1.2.5.1.2	Sim	MURO CONCLUÍDO	36	59	0 dias	Seg 21/09/15	Seg 21/09/15
38	1.2.5.1.3	Sim	<b>STELL FRAME</b>			<b>10 dias</b>	<b>Qui 13/08/15</b>	<b>Qua 26/08/15</b>
39	1.2.5.1.3.1	Sim	EXECUÇÃO STEEL FRAME	32T+2 dias	40;63	10 dias	Qui 13/08/15	Qua 26/08/15
40	1.2.5.2	Sim	STEEL FRAME CONCLUÍDO	39	136;160;59	0 dias	Qua 26/08/15	Qua 26/08/15
41	1.2.5.3	Sim	<b>ESQUADRIAS METÁLICAS</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
42	1.2.5.3.1	Sim	<b>ALUMÍNIO</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
43	1.2.5.3.1.1	Sim	<b>JANELAS COM VIDRO</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
44	1.2.5.3.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE JANELAS COM VIDRO	95	45	1 dia	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
45	1.2.5.3.1.2	Sim	JANELAS COM VIDRO CONCLUÍDO	44	46;47	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
46	1.2.5.3.2	Sim	ALUMÍNIO CONCLUÍDO	45	47	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
47	1.2.5.4	Sim	ESQUADRIAS METÁLICAS CONCLUÍDO	46;45	59	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
48	1.2.5.5	Sim	<b>ESQUADRIAS DE MADEIRA</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
49	1.2.5.5.1	Sim	<b>PORTAS ENTRADA 80X210</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
50	1.2.5.5.1.1	Sim	EXECUÇÃO PORTA DE ENTRADA 80X210	95	51	1 dia	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
51	1.2.5.5.2	Sim	PORTAS ENTRADA 80X210 CONCLUÍDO	50	58;59	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
52	1.2.5.5.3	Sim	<b>PORTAS INTERNAS 70X210</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
53	1.2.5.5.3.1	Sim	EXECUÇÃO PORTA INTERNA 70X210	95	54	1 dia	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
54	1.2.5.5.4	Sim	PORTAS INTERNAS 70X210 CONCLUÍDO	53	58;59	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
55	1.2.5.5.5	Sim	<b>PORTAS INTERNAS 60X210</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 14/10/15</b>	<b>Qua 14/10/15</b>
56	1.2.5.5.5.1	Sim	EXECUÇÃO PORTA INTERNA 60X210	95	57	1 dia	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
57	1.2.5.5.6	Sim	PORTAS INTERNAS 60X210 CONCLUÍDO	56	58	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
58	1.2.5.6	Sim	ESQUADRIAS DE MADEIRA CONCLUÍDO	51;54;57	59	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
59	1.2.6	Sim	PAREDES E PAINÉIS CONCLUÍDO	47;58;40;51;5	195;139;174;1	0 dias	Qua 14/10/15	Qua 14/10/15
60	1.2.7	Sim	<b>COBERTURAS E PROTEÇÕES</b>			<b>24 dias</b>	<b>Qui 27/08/15</b>	<b>Ter 29/09/15</b>

Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
61	<b>1.2.7.1</b>	<b>Sim</b>	<b>TELHADOS</b>			<b>24 dias</b>	<b>Qui 27/08/15</b>	<b>Ter 29/09/15</b>
62	<b>1.2.7.1.1</b>	<b>Sim</b>	<b>ESTRUTURA PARA TELHADO</b>			<b>10 dias</b>	<b>Qui 27/08/15</b>	<b>Qua 09/09/15</b>
63	1.2.7.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE ESTRUTURA PARA TELHADO	39	64	10 dias	Qui 27/08/15	Qua 09/09/15
64	1.2.7.1.2	Sim	ESTRUTURA PARA TELHADO CONCLUÍDO	63	74;75;66;69	0 dias	Qua 09/09/15	Qua 09/09/15
65	<b>1.2.7.1.3</b>	<b>Sim</b>	<b>MANTA TÉRMICA</b>			<b>7 dias</b>	<b>Qui 10/09/15</b>	<b>Sex 18/09/15</b>
66	1.2.7.1.3.1	Sim	EXECUÇÃO DE MANTA TÉRMICA	64	67	7 dias	Qui 10/09/15	Sex 18/09/15
67	1.2.7.1.4	Sim	MANTA TÉRMICA CONCLUÍDA	66	74;75	0 dias	Sex 18/09/15	Sex 18/09/15
68	<b>1.2.7.1.5</b>	<b>Sim</b>	<b>PLACA OSB</b>			<b>7 dias</b>	<b>Qui 10/09/15</b>	<b>Sex 18/09/15</b>
69	1.2.7.1.5.1	Sim	EXECUÇÃO DE PLACA OSB	64	70	7 dias	Qui 10/09/15	Sex 18/09/15
70	1.2.7.1.6	Sim	PLACA OSB CONCLUÍDO	69	72;74;75	0 dias	Sex 18/09/15	Sex 18/09/15
71	<b>1.2.7.1.7</b>	<b>Sim</b>	<b>TELHA SHINGLE</b>			<b>7 dias</b>	<b>Seg 21/09/15</b>	<b>Ter 29/09/15</b>
72	1.2.7.1.7.1	Sim	EXECUÇÃO DE TELHA SHINGLE	70	73	7 dias	Seg 21/09/15	Ter 29/09/15
73	1.2.7.1.8	Sim	TELHA SHINGLE CONCLUÍDA	72	74;75	0 dias	Ter 29/09/15	Ter 29/09/15
74	1.2.7.2	Sim	TELHADOS CONCLUÍDO	64;73;67;70	75;88;85	0 dias	Ter 29/09/15	Ter 29/09/15
75	1.2.8	Sim	COBERTURAS E PROTEÇÕES CONCLUÍDO	74;64;67;70;71;95		0 dias	Ter 29/09/15	Ter 29/09/15
76	<b>1.2.9</b>	<b>Sim</b>	<b>REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA</b>			<b>37 dias</b>	<b>Seg 31/08/15</b>	<b>Ter 20/10/15</b>
77	<b>1.2.9.1</b>	<b>Sim</b>	<b>REVESTIMENTOS INTERNOS</b>			<b>36 dias</b>	<b>Seg 31/08/15</b>	<b>Seg 19/10/15</b>
78	<b>1.2.9.1.1</b>	<b>Sim</b>	<b>MANTA ACÚSTICA</b>			<b>2 dias</b>	<b>Seg 31/08/15</b>	<b>Ter 01/09/15</b>
79	1.2.9.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE MANTA ACÚSTICA	136;160	80	2 dias	Seg 31/08/15	Ter 01/09/15
80	1.2.9.1.2	Sim	MANTA ACÚSTICA CONCLUÍDO	79	82;90	0 dias	Ter 01/09/15	Ter 01/09/15
81	<b>1.2.9.1.3</b>	<b>Sim</b>	<b>PLACA OSB EM PAREDES</b>			<b>5 dias</b>	<b>Qua 02/09/15</b>	<b>Ter 08/09/15</b>
82	1.2.9.1.3.1	Sim	EXECUÇÃO DE PLACA OSB	80	98;83	5 dias	Qua 02/09/15	Ter 08/09/15
83	1.2.9.1.4	Sim	PLACA OSB CONCLUÍDO	82	90	0 dias	Ter 08/09/15	Ter 08/09/15
84	<b>1.2.9.1.5</b>	<b>Sim</b>	<b>GESSO EM PAREDES</b>			<b>7 dias</b>	<b>Qua 30/09/15</b>	<b>Qui 08/10/15</b>
85	1.2.9.1.5.1	Sim	EXECUÇÃO DE GESSO EM PAREDES	74	86;88;93	7 dias	Qua 30/09/15	Qui 08/10/15
86	1.2.9.1.6	Sim	GESSO EM PAREDES CONCLUÍDO	85	90	0 dias	Qui 08/10/15	Qui 08/10/15
87	<b>1.2.9.1.7</b>	<b>Sim</b>	<b>GESSO EM TETOS</b>			<b>7 dias</b>	<b>Sex 09/10/15</b>	<b>Seg 19/10/15</b>
88	1.2.9.1.7.1	Sim	EXECUÇÃO DE GESSO EM TETOS	74;85	89	7 dias	Sex 09/10/15	Seg 19/10/15
89	1.2.9.1.8	Sim	GESSO EM TETOS CONCLUÍDOS	88	112;90	0 dias	Seg 19/10/15	Seg 19/10/15
90	1.2.9.2	Sim	REVESTIMENTOS INTERNOS CONCLUÍDO	89;86;80;83	195	0 dias	Seg 19/10/15	Seg 19/10/15


Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
91	<b>1.2.9.3</b>	<b>Sim</b>	<b>AZULEJOS</b>			<b>3 dias</b>	<b>Sex 09/10/15</b>	<b>Ter 13/10/15</b>
92	<b>1.2.9.3.1</b>	<b>Sim</b>	<b>AZULEJO COM REJUNTAMENTO</b>			<b>3 dias</b>	<b>Sex 09/10/15</b>	<b>Ter 13/10/15</b>
93	1.2.9.3.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE AZULEJO COM REJUNTAMENTO	85	94	3 dias	Sex 09/10/15	Ter 13/10/15
94	1.2.9.3.2	Sim	AZULEJO COM REJUNTAMENTO CONCLUÍDO	93	95	0 dias	Ter 13/10/15	Ter 13/10/15
95	1.2.9.4	Sim	AZULEJOS CONCLUÍDO	94	50;53;56;118;	0 dias	Ter 13/10/15	Ter 13/10/15
96	<b>1.2.9.5</b>	<b>Sim</b>	<b>REVESTIMENTOS EXTERNOS</b>			<b>12 dias</b>	<b>Qua 09/09/15</b>	<b>Qui 24/09/15</b>
97	<b>1.2.9.5.1</b>	<b>Sim</b>	<b>PLACA OSB EM PAREDES</b>			<b>3 dias</b>	<b>Qua 09/09/15</b>	<b>Sex 11/09/15</b>
98	1.2.9.5.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE PLACA OSB EM PAREDES EXTERNAS	82	99	3 dias	Qua 09/09/15	Sex 11/09/15
99	1.2.9.5.2	Sim	PLACA OSB CONCLUÍDO	98	106;101	0 dias	Sex 11/09/15	Sex 11/09/15
100	<b>1.2.9.5.3</b>	<b>Sim</b>	<b>PELÍCULA</b>			<b>2 dias</b>	<b>Seg 14/09/15</b>	<b>Ter 15/09/15</b>
101	1.2.9.5.3.1	Sim	EXECUÇÃO DE PELÍCULA	99	102	2 dias	Seg 14/09/15	Ter 15/09/15
102	1.2.9.5.3.2	Sim	PELÍCULA CONCLUÍDA	101	104;106	0 dias	Ter 15/09/15	Ter 15/09/15
103	<b>1.2.9.5.4</b>	<b>Sim</b>	<b>PLACA CIMENTÍCEA</b>			<b>7 dias</b>	<b>Qua 16/09/15</b>	<b>Qui 24/09/15</b>
104	1.2.9.5.4.1	Sim	EXECUÇÃO DE PLACA CIMENTÍCEA	102	105;201	7 dias	Qua 16/09/15	Qui 24/09/15
105	1.2.9.5.5	Sim	PLACA CIMENTÍCEA CONCLUÍDO	104	106	0 dias	Qui 24/09/15	Qui 24/09/15
106	1.2.9.6	Sim	REVESTIMENTOS EXTERNOS CONCLUÍDO	99;105;102	115;118;123;1	0 dias	Qui 24/09/15	Qui 24/09/15
107	<b>1.2.9.7</b>	<b>Sim</b>	<b>PINTURAS</b>			<b>18 dias</b>	<b>Sex 25/09/15</b>	<b>Ter 20/10/15</b>
108	<b>1.2.9.7.1</b>	<b>Sim</b>	<b>TINTA LÁTEX SOBRE PAREDES</b>			<b>1 dia</b>	<b>Sex 25/09/15</b>	<b>Sex 25/09/15</b>
109	1.2.9.7.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE TINTA LÁTEX SOBRE PAREDES	106	110	1 dia	Sex 25/09/15	Sex 25/09/15
110	1.2.9.7.2	Sim	TINTA LÁTEX SOBRE PAREDES CONCLUÍDO	109	117	0 dias	Sex 25/09/15	Sex 25/09/15
111	<b>1.2.9.7.3</b>	<b>Não</b>	<b>TINTA LÁTEX SOBRE TETOS</b>			<b>1 dia</b>	<b>Ter 20/10/15</b>	<b>Ter 20/10/15</b>
112	1.2.9.7.3.1	Não	EXECUÇÃO DE TINTA LÁTEX SOBRE TETOS	89	113	1 dia	Ter 20/10/15	Ter 20/10/15
113	1.2.9.7.4	Não	TINTA LÁTEX SOBRE TETOS CONCLUÍDO	112	117	0 dias	Ter 20/10/15	Ter 20/10/15
114	<b>1.2.9.7.5</b>	<b>Sim</b>	<b>PINTURA EXTERNA</b>			<b>1 dia</b>	<b>Sex 02/10/15</b>	<b>Sex 02/10/15</b>
115	1.2.9.7.5.1	Sim	EXECUÇÃO DE PINTURA EXTERNA	106;201;204	116	1 dia	Sex 02/10/15	Sex 02/10/15
116	1.2.9.7.6	Sim	PINTURA EXTERNA CONCLUÍDO	115	117	0 dias	Sex 02/10/15	Sex 02/10/15
117	1.2.9.8	Sim	PINTURAS CONCLUÍDO	110;113;116	118	0 dias	Ter 20/10/15	Ter 20/10/15

Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
118	1.2.10	Sim	REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA CONCLUÍDO	117;106;95	122	0 dias	Ter 20/10/15	Ter 20/10/15
119	1.2.11	Sim	PAVIMENTAÇÃO			24 dias	Qui 24/09/15	Qua 28/10/15
120	1.2.11.1	Sim	CERÂMICA			22 dias	Qui 24/09/15	Seg 26/10/15
121	1.2.11.1.1	Sim	PISO-CERÂMICA ESMALTA COM REJUNTE			4 dias	Qua 21/10/15	Seg 26/10/15
122	1.2.11.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE PISO-CERÂMICA ESMALTA COM REJUNTE	118	128	4 dias	Qua 21/10/15	Seg 26/10/15
123	1.2.11.1.2	Sim	PISO-CERÂMICA ESMALTA COM REJUNTE CONCLUÍDO	106	124;132	0 dias	Qui 24/09/15	Qui 24/09/15
124	1.2.11.2	Sim	CERÂMICA CONCLUÍDO	123	132;198	0 dias	Qui 24/09/15	Qui 24/09/15
125	1.2.11.3	Sim	RODAPÉS			2 dias	Ter 27/10/15	Qua 28/10/15
126	1.2.11.3.1	Não	RODAPÉS			2 dias	Ter 27/10/15	Qua 28/10/15
127	1.2.11.3.1.1	Não	CERÂMICA ESMALTADA			2 dias	Ter 27/10/15	Qua 28/10/15
128	1.2.11.3.1.1.1	Não	EXECUÇÃO RODAPE DE CERAMICA ESMALTADA	122;199	129	2 dias	Ter 27/10/15	Qua 28/10/15
129	1.2.11.3.1.2	Não	CERÂMICA ESMALTADA CONCLUÍDO	128	130	0 dias	Qua 28/10/15	Qua 28/10/15
130	1.2.11.3.2	Não	RODAPÉS CONCLUÍDO	129	131	0 dias	Qua 28/10/15	Qua 28/10/15
131	1.2.11.4	Não	RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS CONCLUÍDO	130	132	0 dias	Qua 28/10/15	Qua 28/10/15
132	1.2.12	Não	PAVIMENTAÇÃO CONCLUÍDA	131;124;123	139	0 dias	Qua 28/10/15	Qua 28/10/15
133	1.2.13	Sim	INSTALAÇÕES E APARELHOS			64 dias	Qua 05/08/15	Seg 02/11/15
134	1.2.13.1	Sim	ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS			48 dias	Qui 27/08/15	Seg 02/11/15
135	1.2.13.1.1	Sim	TUBULAÇÕES E CAIXAS NAS ALVENARIAS			2 dias	Qui 27/08/15	Sex 28/08/15
136	1.2.13.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE TUBULAÇÕES E CAIXAS NO STEEL FRAME	40	137;79	2 dias	Qui 27/08/15	Sex 28/08/15
137	1.2.13.1.2	Sim	TUBULAÇÕES E CAIXAS NO STEEL FRAME CONCLUÍDO	136	183	0 dias	Sex 28/08/15	Sex 28/08/15
138	1.2.13.1.3	Não	ENFIAÇÃO ÁREAS PRIVATIVAS			1 dia	Qui 29/10/15	Qui 29/10/15
139	1.2.13.1.3.1	Não	EXECUÇÃO DE EMFIAÇÃO	59;132	140	1 dia	Qui 29/10/15	Qui 29/10/15
140	1.2.13.1.4	Não	ENFIAÇÃO ÁREAS PRIVATIVAS CONCLUÍDO	139	142;151;145;1	0 dias	Qui 29/10/15	Qui 29/10/15
141	1.2.13.1.5	Sim	TOMADAS, INTERRUPTORES E DISJUNTORES			1 dia	Sex 30/10/15	Sex 30/10/15
142	1.2.13.1.5.1	Sim	EXECUÇÃO DE TOMADAS, INTERRUPTORES E DISJUNTORES	140	143	1 dia	Sex 30/10/15	Sex 30/10/15

Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
143	1.2.13.1.6	Sim	TOMADAS, INTERRUPTORES E DISJUNTORES CONCLUÍDO	142	183	0 dias	Sex 30/10/15	Sex 30/10/15
144	<b>1.2.13.1.7</b>	<b>Sim</b>	<b>QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO</b>			<b>1 dia</b>	<b>Sex 30/10/15</b>	<b>Sex 30/10/15</b>
145	1.2.13.1.7.1	Sim	EXECUÇÃO DE QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO	140	146	1 dia	Sex 30/10/15	Sex 30/10/15
146	1.2.13.1.8	Sim	QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO CONCLUÍDO	145	183	0 dias	Sex 30/10/15	Sex 30/10/15
147	<b>1.2.13.1.9</b>	<b>Não</b>	<b>QUADRO MEDIÇÃO/ENTRADA DE ENERGIA</b>			<b>1 dia</b>	<b>Sex 30/10/15</b>	<b>Sex 30/10/15</b>
148	1.2.13.1.9.1	Não	EXECUÇÃO DE QUADRO DE MEDIÇÃO/ENTRADA DE ENERGIA	140	149	1 dia	Sex 30/10/15	Sex 30/10/15
149	1.2.13.1.10	Não	QUADRO MEDIÇÃO/ENTRADA DE ENERGIA CONCLUÍDO	148	151;183	0 dias	Sex 30/10/15	Sex 30/10/15
150	<b>1.2.13.1.11</b>	<b>Não</b>	<b>LUMINÁRIAS</b>			<b>1 dia</b>	<b>Seg 02/11/15</b>	<b>Seg 02/11/15</b>
151	1.2.13.1.11.1	Não	EXECUÇÃO DE LUMINÁRIAS	140;149	152	1 dia	Seg 02/11/15	Seg 02/11/15
152	1.2.13.1.12	Não	LUMINÁRIAS CONCLUÍDO	151	153	0 dias	Seg 02/11/15	Seg 02/11/15
153	1.2.13.2	Sim	ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS CONCLUÍDO	152	183	0 dias	Seg 02/11/15	Seg 02/11/15
154	<b>1.2.13.3</b>	<b>Sim</b>	<b>HIDRÁULICAS, GÁS E INCÊNDIO</b>			<b>18 dias</b>	<b>Qua 05/08/15</b>	<b>Sex 28/08/15</b>
155	<b>1.2.13.3.1</b>	<b>Sim</b>	<b>ÁGUA FRIA</b>			<b>18 dias</b>	<b>Qua 05/08/15</b>	<b>Sex 28/08/15</b>
156	<b>1.2.13.3.1.1</b>	<b>Sim</b>	<b>CAVALETE-HIDROM.</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 05/08/15</b>	<b>Qua 05/08/15</b>
157	1.2.13.3.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE HIDROM.	17	158	1 dia	Qua 05/08/15	Qua 05/08/15
158	1.2.13.3.1.2	Sim	CAVALETE-HIDROM. CONCLUÍDO	157	162	0 dias	Qua 05/08/15	Qua 05/08/15
159	<b>1.2.13.3.1.3</b>	<b>Sim</b>	<b>DISTRIBUIÇÃO</b>			<b>2 dias</b>	<b>Qui 27/08/15</b>	<b>Sex 28/08/15</b>
160	1.2.13.3.1.3.1	Sim	DISTRIBUIÇÃO ÁGUA FRIA	40	161;79	2 dias	Qui 27/08/15	Sex 28/08/15
161	1.2.13.3.1.4	Sim	DISTRIBUIÇÃO CONCLUÍDO	160	162	0 dias	Sex 28/08/15	Sex 28/08/15
162	1.2.13.3.2	Sim	ÁGUA FRIA CONCLUÍDO	158;161	195	0 dias	Sex 28/08/15	Sex 28/08/15
163	<b>1.2.13.4</b>	<b>Sim</b>	<b>ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 06/08/15</b>	<b>Qui 06/08/15</b>
164	<b>1.2.13.4.1</b>	<b>Sim</b>	<b>REDE TÉRREO-ESGOTO</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 06/08/15</b>	<b>Qui 06/08/15</b>
165	1.2.13.4.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE REDE TÉRREO-ESGOTO	20	166;26	1 dia	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
166	1.2.13.4.2	Sim	REDE TÉRREO-ESGOTO CONCLUÍDO	165	170	0 dias	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
167	<b>1.2.13.4.3</b>	<b>Sim</b>	<b>REDE TÉRREO-PLUVIAL</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 06/08/15</b>	<b>Qui 06/08/15</b>
168	1.2.13.4.3.1	Sim	EXECUÇÃO DE REDE TÉRREO-PLUVIAL	20	169;26	1 dia	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
169	1.2.13.4.4	Sim	REDE TÉRREO-PLUVIAL CONCLUÍDO	168	170	0 dias	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
170	1.2.13.5	Sim	ESGOTO E ÁGUAS PLUVIAIS CONCLUÍDO	166;169	183	0 dias	Qui 06/08/15	Qui 06/08/15
171	<b>1.2.13.6</b>	<b>Sim</b>	<b>APARELHOS</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 15/10/15</b>	<b>Qui 15/10/15</b>

Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
172	<b>1.2.13.6.1</b>	<b>Sim</b>	<b>LOUÇAS E METAIS</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 15/10/15</b>	<b>Qui 15/10/15</b>
173	<b>1.2.13.6.1.1</b>	<b>Sim</b>	<b>VASO SANITÁRIO C/ CX ACOPLADA</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 15/10/15</b>	<b>Qui 15/10/15</b>
174	1.2.13.6.1.1.1	Sim	EXECUÇÃO DE VASO SANITÁRIO C/ CX ACOPLADA	59	175	1 dia	Qui 15/10/15	Qui 15/10/15
175	1.2.13.6.1.2	Sim	VASO SANITÁRIO C/ CX ACOPLADA CONCLUÍDO	174	182	0 dias	Qui 15/10/15	Qui 15/10/15
176	<b>1.2.13.6.1.3</b>	<b>Sim</b>	<b>TANQUE</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 15/10/15</b>	<b>Qui 15/10/15</b>
177	1.2.13.6.1.3.1	Sim	TANQUE	59	178	1 dia	Qui 15/10/15	Qui 15/10/15
178	1.2.13.6.1.4	Sim	TANQUE CONCLUÍDO	177	182	0 dias	Qui 15/10/15	Qui 15/10/15
179	<b>1.2.13.6.1.5</b>	<b>Sim</b>	<b>BANCADA COM CUBA</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qui 15/10/15</b>	<b>Qui 15/10/15</b>
180	1.2.13.6.1.5.1	Sim	EXECUÇÃO BANCADA COM CUBA	59	181	1 dia	Qui 15/10/15	Qui 15/10/15
181	1.2.13.6.1.6	Sim	BANCADA COM CUBA CONCLUÍDO	180	182	0 dias	Qui 15/10/15	Qui 15/10/15
182	1.2.13.6.2	Sim	LOUÇAS E METAIS CONCLUÍDO	175;178;181	183	0 dias	Qui 15/10/15	Qui 15/10/15
183	1.2.14	Sim	INSTALAÇÕES E APARELHOS CONCLUÍDO	170;153;182;186		0 dias	Seg 02/11/15	Seg 02/11/15
184	<b>1.2.15</b>	<b>Não</b>	<b>COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA</b>			<b>2 dias</b>	<b>Ter 03/11/15</b>	<b>Qua 04/11/15</b>
185	<b>1.2.15.1</b>	<b>Não</b>	<b>SERVIÇOS DE CALAFATE E LIMPEZA FINAL</b>			<b>1 dia</b>	<b>Ter 03/11/15</b>	<b>Ter 03/11/15</b>
186	1.2.15.1.1	Não	EXECUÇÃO DE SERVIÇOS DE LIMPEZA	183	187	1 dia	Ter 03/11/15	Ter 03/11/15
187	1.2.15.2	Não	SERVIÇOS DE CALAFATE E LIMPEZA FINAL CONCLUÍDO	186	194;189;192	0 dias	Ter 03/11/15	Ter 03/11/15
188	<b>1.2.15.3</b>	<b>Não</b>	<b>LIGAÇÕES - 'HABITE-SE'</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 04/11/15</b>	<b>Qua 04/11/15</b>
189	1.2.15.3.1	Não	OBRA	187	190	1 dia	Qua 04/11/15	Qua 04/11/15
190	1.2.15.4	Não	LIGAÇÕES - 'HABITE-SE' CONCLUÍDO	189	194	0 dias	Qua 04/11/15	Qua 04/11/15
191	<b>1.2.15.5</b>	<b>Não</b>	<b>OUTROS</b>			<b>1 dia</b>	<b>Qua 04/11/15</b>	<b>Qua 04/11/15</b>
192	1.2.15.5.1	Não	EXECUÇÃO DE OUTROS	187	193	1 dia	Qua 04/11/15	Qua 04/11/15
193	1.2.15.6	Não	OUTROS CONCLUÍDO	192	194	0 dias	Qua 04/11/15	Qua 04/11/15
194	1.2.16	Não	COMPLEMENTAÇÕES DA OBRA CONCLUÍDO	187;190;193	195	0 dias	Qua 04/11/15	Qua 04/11/15
195	1.3	Não	HABITAÇÃO CONCLUÍDO	8;32;59;75;19;206		0 dias	Qua 04/11/15	Qua 04/11/15
196	<b>1.4</b>	<b>Sim</b>	<b>ALTERAÇÕES E COMPLEMENTOS NO PROJETO</b>			<b>7 dias</b>	<b>Sex 25/09/15</b>	<b>Seg 05/10/15</b>
197	<b>1.4.1</b>	<b>Sim</b>	<b>SOLEIRA</b>			<b>2 dias</b>	<b>Sex 25/09/15</b>	<b>Seg 28/09/15</b>
198	1.4.1.1	Sim	EXECUÇÃO DA SOLEIRA	124	199	1 dia	Sex 25/09/15	Sex 25/09/15
199	1.4.1.2	Sim	SOLEIRA CONCLUÍDA	198	128	1 dia	Seg 28/09/15	Seg 28/09/15
200	<b>1.4.2</b>	<b>Sim</b>	<b>CALÇADA EXTERNA</b>			<b>7 dias</b>	<b>Sex 25/09/15</b>	<b>Seg 05/10/15</b>
201	1.4.2.1	Sim	EXECUÇÃO CALÇADA EXTERNA	104	202;115	5 dias	Sex 25/09/15	Qui 01/10/15



Id	EDT	Sinalizador1	Nome da tarefa	Predecessoras	Sucessoras	Duração	Início	Término
202	 1.4.2.2	Sim	CALÇADA EXTERNA CONCLUÍDA	201		2 dias	Sex 02/10/15	Seg 05/10/15
203	1.4.3	<b>Sim</b>	<b>GRAMA</b>			<b>6 dias</b>	<b>Sex 25/09/15</b>	<b>Sex 02/10/15</b>
204	1.4.3.1	Sim	EXECUÇÃO DO GRAMADO	106	205;115	4 dias	Sex 25/09/15	Qua 30/09/15
205	1.4.3.2	Sim	GRAMADO CONCLUÍDO	204	206	2 dias	Qui 01/10/15	Sex 02/10/15
206	2	Não	OBRA CONCLUÍDA	195;205		0 dias	Qua 04/11/15	Qua 04/11/15

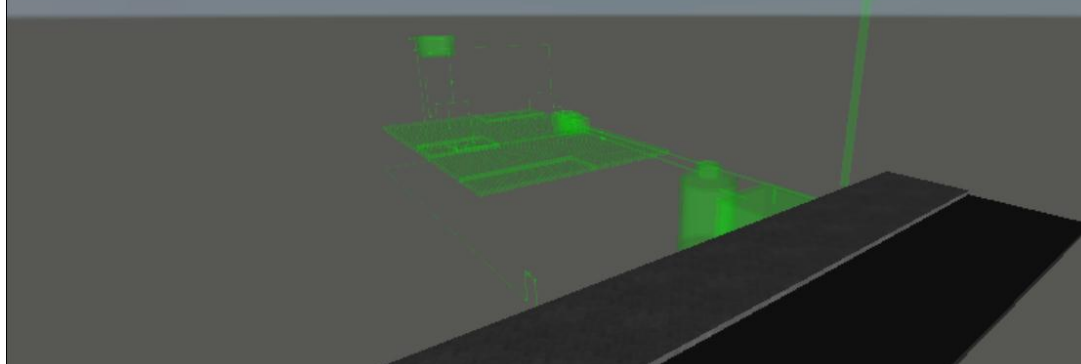
## APÊNDICE F

## Simulação 5D

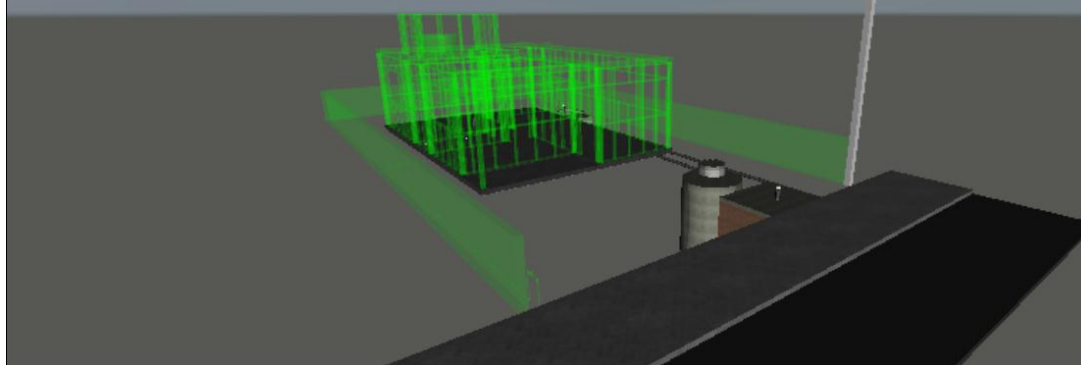
segunda-feira 09:00:00 24/06/2013 Dia=1 Semana=1 Custo R\$= 0,00



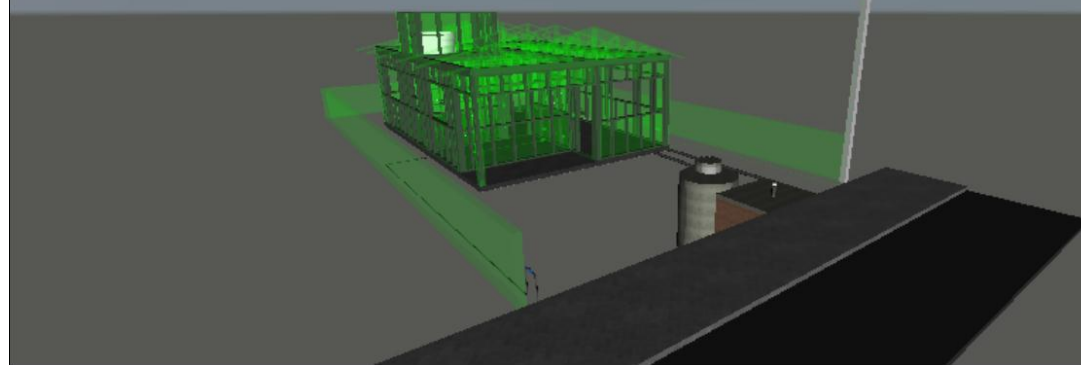
sábado 19:39:00 13/07/2013 Dia=20 Semana=3 Custo R\$= 11161,84



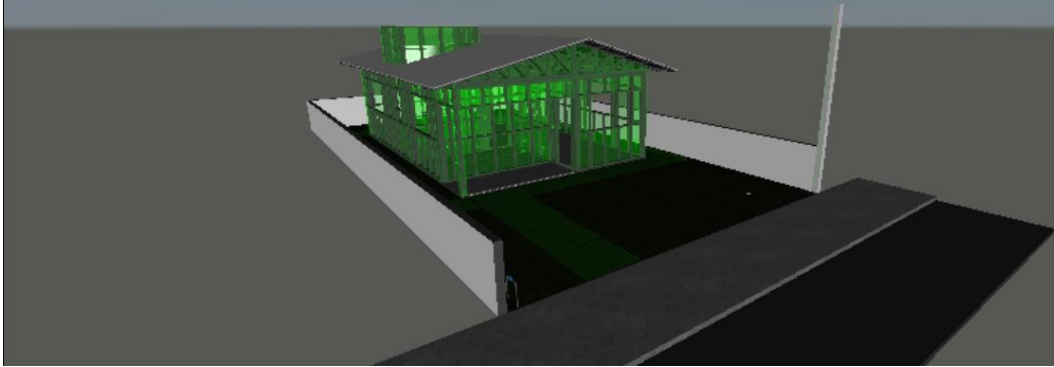
quarta-feira 00:52:12 24/07/2013 Dia=30 Semana=5 Custo R\$= 22976,46



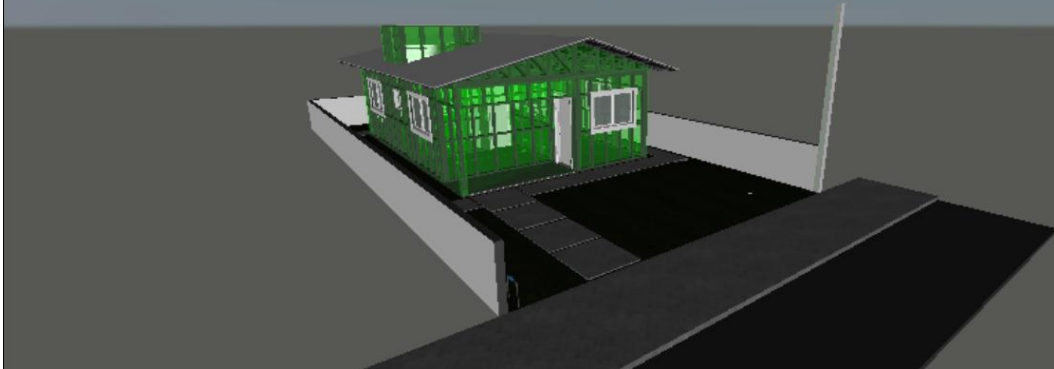
segunda-feira 13:21:00 12/08/2013 Dia=50 Semana=8 Custo R\$= 47866,08



segunda-feira 13:19:11 16/09/2013 Dia=85 Semana=13 Custo R\$= 92168,18



segunda-feira 19:31:47 30/09/2013 Dia=99 Semana=15 Custo R\$= 105041,95



quinta-feira 07:55:11 03/10/2013 Dia=101 Semana=15 Custo R\$= 106926,89



quarta-feira 17:59:59 16/10/2013 Dia=115 Semana=17 Custo R\$= 115033,44

