



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Eduardo Antônio Anderle

**Análise do processo de modelagem 5D (BIM): Estudo de caso de uma
residência unifamiliar**

Florianópolis

2017

Eduardo Antônio Anderle

**ANÁLISE DO PROCESSO DE MODELAGEM 5D (BIM): ESTUDO DE CASO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito parcial
exigido pela Graduação em Engenharia
Civil.

Orientador: Prof. Norberto Hocheim

Florianópolis

2017

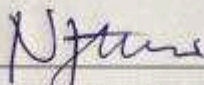
Eduardo Antonio Anderle

**ANÁLISE DO PROCESSO DE MODELAGEM 5D (BIM): ESTUDO DE CASO
DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 03 de julho de 2017.

Banca Examinadora:



Prof. Norberto Hoccheim
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Liseane Padilha Thives
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Cristine do Nascimento Mutti
Universidade Federal de Santa Catarina

A meu pai, Ademir Anderle, por ser o porto seguro que possibilitou minha formação; a minha mãe, Marisa Furlanetto Anderle, pelo carinho e amor incondicionais; a meu irmão, Rene Anderle, pela amizade e companheirismo; a minha irmã, Maria Eduarda Furlanetto Anderle, pela alegria e amorosidade; a minha namorada, Marina Marques Silveira, pela cumplicidade e amor.

*Na sabedoria, nada mais odioso que
julgar-se sábio.
(L. A. Sêneca).*

RESUMO

Diante da crise no setor da construção e da diminuição das margens de lucro, construtoras e incorporadoras buscam maior precisão e alinhamento entre o planejado e executado. É nesse cenário, que novas metodologias e processos que propõe maior precisão e controle dos empreendimentos, debutam no setor. O presente estudo tem por objetivo analisar o processo para obtenção de uma modelagem BIM 5 (cinco) dimensões. O estudo é realizado a partir de um modelo 3 (três) dimensões arquitetônico, de uma residência de 160 (cento e sessenta) metros quadrados, a partir da qual foram elaborados orçamento, planejamento e verificação de interferências para posterior integração com o modelo e obtenção de um projeto em 5D e uma simulação dos custos e etapas da construção. A partir disto, foi possível analisar os benefícios do processo como a extração de quantitativos com maior precisão e a verificação de interferências entre disciplinas de projeto. E constatar os benefícios finais das simulações 5D, entre eles: diagnosticar a viabilidade e eficiência do planejamento, controlar custos, administrar a logística do canteiro de obras e comparar cronogramas físico e financeiro. Durante o estudo, evidenciou-se a necessidade de processos claros para evitar retrabalhos dos profissionais envolvidos e obter os reais benefícios da modelagem.

Palavras Chave: Building Information modeling, Planejamento de Obras, Orçamento de obras com BIM, Projetos 5D

Lista de figuras

Figura 1 - Formatos para Identificação das atividades.....	24
Figura 2 – Diagrama de flechas	27
Figura 3 – Diagrama de blocos	27
Figura 4 - Caminho crítico no diagrama de flechas	28
Figura 5 - de Gantt	28
Figura 6 - Cronograma integrado Gantt-PERT/CPM.....	29
Figura 7 - Cronograma físico financeiro	30
Figura 8 - Curva S.....	31
Figura 9 - Comparação entre diferentes formatos de intercâmbio de dados.....	34
Figura 10 - Visão Geral de Gestão Pública de Projetos de AEC para Edificação.	36
Figura 11 - Processo de modelagem 4D BIM.....	38
Figura 12 - Comparação entre processo de orçamentação tradicional e baseado em BIM.....	39
Figura 13 - O empreendimento	42
Figura 14 - Projeto Hidrossanitario.....	43
Figura 15 - Projeto Estrutural	43
Figura 16 - Parede básica - Alvenaria.....	44
Figura 17 - Parede - Alvenaria, revestimento argamassado e pintura	44
Figura 18 - Parede Composta	45
Figura 19 - Adicionar Arquivo no Navisworks.....	46
Figura 20 - Modelo tridimensional	46
Figura 21 - Seleção das regras para teste de interferência.....	47
Figura 22 - Seleção dos projetos a serem comparados dentro do <i>Clash Detective</i> ..	47
Figura 23 - Resultados da Verificação de Interferência.....	48
Figura 24 - Layout ferramenta <i>Quantification</i>	49
Figura 25 – Criação de grupos na ferramenta <i>Quantification</i>	50
Figura 26 - Seleção do Item Pingadeira	51
Figura 27 - Salvar busca realizada na ferramenta <i>Find Items</i>	52
Figura 28 - Extração das quantidades.....	53
Figura 29 - Divisão da planilha orçamentaria em níveis	54
Figura 30 - Tabela de seleção dos níveis.....	55

Figura 31 – Tarefas MACRO do projeto	56
Figura 32 - Definição das durações das atividades	57
Figura 33 - Nível quatro do orçamento	58
Figura 34 - Importação dos dados do orçamento para <i>Ms Project</i>	58
Figura 35 - Alocação dos recursos	59
Figura 36 - Alterações do modelo 3D	61
Figura 37 - Layout da ferramenta <i>Timeliner</i>	62
Figura 38 - Importação do arquivo Ms Project.....	63
Figura 39 - Seleção dos dados importados pelo Naviswork.....	63
Figura 40 - EAP e Gantt na ferramenta <i>Timeliner</i>	64
Figura 41 - Atualizar dados importados.....	65
Figura 42 - Seleção do escoramento através da ferramenta <i>Find Items</i>	66
Figura 43 - Seleção dos elementos	67
Figura 44 - Integração entre elementos e cronograma	68
Figura 45 - Simulação da construção	69
Figura 46 - Nível um da primeira revisão do orçamento.....	71
Figura 47 - Item esquadrias e portas.....	73
Figura 48 - Item Forro Gesso	73
Figura 49 - Nível um da segunda revisão do orçamento	74
Figura 50 - Item Mão de Obra	75
Figura 51 - Nível um da terceira revisão do orçamento.....	76
Figura 52 - Primeira revisão do planejamento.....	77
Figura 53 - Segunda revisão do planejamento.....	79
Figura 54 - Curva S	80
Figura 55 - - Simulação da obra 16/05/2017	81
Figura 56 - - Simulação da obra 25/05/2017	82
Figura 57 - Simulação da obra 07/06/2017	83
Figura 58 - Simulação da obra 15/06/2017	84
Figura 59 - Simulação da obra 29/06/2017	85
Figura 60 - Simulação da obra 06/07/2017	86
Figura 61 - Simulação da obra 18/07/2017	87
Figura 62 - Simulação da obra 01/08/2017	88
Figura 63 - Simulação da obra 11/08/2017	89
Figura 64 - Simulação da obra 18/08/2017	90

Figura 65 - Simulação da obra 02/09/2017	91
Figura 66 - Simulação da obra 08/09/2017	92
Figura 67 - Simulação da obra 29/09/2017	93
Figura 68 - Simulação da obra 06/10/2017	94

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Composição analítica.....	21
Tabela 2 – Duração das atividades	25
Tabela 3 – Quadro de sequenciação.....	26

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIA – *American Institute of Architects* (Instituto Americano dos Arquitetos)

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BIM – *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação na Construção)

CUB – Custo Unitário Básico

CAD – *Computer aided design* (Desenho Assistido por computador)

LOD – *Level of Development* (Nível de Desenvolvimento)

ND – Nível de Desenvolvimento

NBS – *National BIM Report*

5D – Cinco Dimensões

3D – Três Dimensões

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos.....	16
1.1.3	Estrutura do Trabalho	16
1.1.4	Delimitação do trabalho	17
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	ORÇAMENTO	18
2.1.1	Tipos de orçamento	18
2.1.2	Orçamento Analítico.....	19
2.1.3	Levantamento das Quantidades	20
2.1.4	Composições de Custos	20
2.2	PLANEJAMENTO	22
2.2.1	Método	23
2.2.2	Cronograma Físico e Financeiro.....	29
2.2.3	Curva S.....	30
2.3	BIM.....	31
2.3.1	Conceito.....	31
2.3.2	Objetos paramétricos	32
2.3.3	Coordenação Projetos	33
2.3.4	Interoperabilidade	33
2.3.5	Nível de Desenvolvimento	35
2.3.6	Benefícios	37
2.3.7	4D	37
2.3.8	5D	38

3.	Método.....	40
3.1	Softwares utilizados.....	40
3.1.1	Microsoft Excel.....	40
3.1.2	Microsoft Project	40
3.1.3	Autodesk Revit.....	40
3.1.4	Autodesk Navisworks.....	41
3.2	Sequência do estudo.....	41
3.3	O empreendimento.....	42
3.4	PREPARAÇÃO DO MODELO 3D	44
3.4.1	Detalhamento dos projetos para quantitativos	44
3.4.2	Compatibilização de Projetos.....	45
3.5	ORÇAMENTO	49
3.5.1	Extração de Quantidades.....	49
3.5.2	Planilha Orçamentaria.....	54
3.6	PLANEJAMENTO	55
3.7	FÍSICO E FINANCEIRO.....	57
3.8	MODELO 5D	60
3.8.1	Alterações do modelo 3D.....	60
3.8.2	Importação dos dados.....	61
3.8.3	Integração 3D, Tempo e Custo	66
3.8.4	Simulação	69
4.	RESULTADOS	70
4.1	Orçamento.....	70
4.1.1	Primeira Revisão.....	70
4.1.2	Segunda Revisão.....	72
4.1.3	Terceira Revisão	75
4.2	Planejamento	76

4.2.1	Primeira Revisão.....	77
4.2.2	Segunda Revisão.....	78
4.3	Cronograma físico e financeiro.....	79
4.4	Modelo 5D.....	80
5.	Análise do Processo.....	94
5.1	Análise do Processo Geral.....	94
5.2	Análise das Etapas de Estudo.....	95
5.2.1	Da preparação do modelo.....	95
5.2.2	Da etapa de orçamento.....	96
5.2.3	Da etapa de planejamento.....	97
5.2.4	Da etapa do cronograma físico e financeiro.....	97
5.2.5	Integração do Modelo 3D com cronograma físico e financeiro.....	97
6.	CONCLUSÕES.....	99
	Referências.....	101

1. INTRODUÇÃO

O sucesso na realização de um projeto de capital pressupõe sua conclusão no prazo pactuado e dentro do orçamento aprovado (MATTOS, 2013). O alinhamento entre prazo, orçamento e qualidade, premissa básica em grandes projetos da indústria, enfrenta uma enorme dificuldade quando inserido no envoltório da construção civil.

Exemplo recente, a obra da linha 4 do metrô do Rio de Janeiro, realizada no ano de 2016 para as olimpíadas, sofreu sucessivos atrasos, sendo entregue a um custo 92% (noventa e dois por cento) maior que orçado inicialmente: a obra custou R\$ 10.400.000.000,00 (dez bilhões e quatrocentos milhões de reais), enquanto o previsto era de R\$ 5.400.000.000,00 (cinco bilhões e quatrocentos milhões de reais).

Paralelamente às incertezas características do setor, o Brasil, desde o ano de 2015, enfrenta uma crise que assola todas as áreas da economia, com diminuição do poder de compra do consumidor e geração de grandes perdas no setor imobiliário.

Diante da baixa na demanda e da diminuição das margens de lucro, construtoras e incorporadoras, a título de sobrevivência, buscam maior precisão e alinhamento entre o planejado e executado.

É nesse cenário que a procura de métodos e plataformas BIM (*Building Information Modeling*) cresce de maneira exponencial. Com efeito, o método propõe, através da construção virtual, reduzir custos com retrabalhos e otimizar a realização do planejamento e extração das quantidades para orçamento.

O presente estudo utiliza o BIM na modelagem de uma construção em suas 5 (cinco) dimensões, isto é, as 3 (três) dimensões relativas à modelagem dos projetos arquitetônicos e complementares, o tempo e o custo.

Para tanto, será realizada a extração de quantidades, elaboração de orçamento, planejamento e cronograma físico-financeiro de uma residência unifamiliar.

A propósito, “planejar uma grande obra ou uma pequena reforma segue o mesmo roteiro o que muda é a escala” (MATTOS, 2010).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é demonstrar o processo de modelagem 5D BIM a partir de um modelo 3D BIM.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Extrair quantitativos de um modelo paramétrico 3D BIM e realizar orçamento;
2. Elaborar o planejamento da construção;
3. Integrar o modelo com o cronograma físico-financeiro através da ferramenta Autodesk Navisworks;
4. Simular a construção, com a criação de mídia em vídeo;
5. Analisar o processo de modelagem 5D.

1.1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos, com a seguinte estrutura:

Capítulo 1 (INTRODUÇÃO) no qual são apresentados a justificativa, os objetivos gerais e específicos do estudo e estrutura do trabalho.

Capítulo 2 (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA) contendo os principais conceitos e definições e processos de elaboração acerca dos temas pertinentes ao escopo do trabalho, entre eles: Orçamento, Planejamento e BIM.

Capítulo 3 (Método) apresenta o processo realizado no estudo de caso

Capítulo 4 (Resultados e Análise do processo) apresenta os resultados de cada etapa da realização do estudo de caso e descreve as recomendações e conclusões acerca da análise do processo desenvolvido.

Capítulo 5 (Conclusões) apresenta conclusões finais acerca dos objetivos do trabalho e sugestões para futuros trabalhos.

1.1.4 Delimitação do trabalho

Este estudo delimitou-se a desenvolver e analisar o processo da utilização de um modelo 3D para consecução da modelagem 5D. Com tal objetivo, projetos complementares foram elaborados e o projeto arquitetônico modificado. Não houve aprofundamento acerca de projetos e modelagem.

O Projeto complementar elétrico, não fez parte do trabalho em razão da percepção do autor de que a respectiva modelagem em BIM não traria relevantes diferenças para o processo e para os resultados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORÇAMENTO

Segundo Cardoso (2009), orçamento é uma estimativa de custos que visa a balizar o investimento a ser despendido em uma obra, é um dado característico e específico de cada construção. As condições previamente estabelecidas na elaboração do mesmo não se limitam aos materiais, quantitativos e dimensões retiradas de projetos, estendendo-se também para região da execução, mão de obra disponível no local, tempo e dificuldade de cada tarefa.

Mattos (2006) reitera que além de prever o custo da obra, o orçamento tem o intuito de fornecer suporte para a compra de materiais e medições de serviços, bem como obter índices de produtividade, dimensionar equipes, balizar o planejamento, realizar simulações e gerar cronogramas físicos e financeiros.

Sob essa ótica, percebe-se que o orçamento abrange informações pertencentes a todos os projetos e tem fundamental importância a todo ciclo de construção.

Nesse sentido, Cardoso (2009) exalta a importância da absoluta credibilidade do orçamento perante gerentes e técnicos, permitindo a utilização da grande quantidade de informações geradas para a tomada de decisões e controle dos custos e planejamento da obra

2.1.1 Tipos de orçamento

Os orçamentos podem variar em função das condicionantes previamente estabelecidas, informações de projetos e de sua finalidade. Segundo TISAKA (2011), pode-se considerar os seguintes tipos de orçamento de obra:

- Estimativa de Custo – Análise obtida através de dados genéricos como o preço em relação ao metro quadrado da construção. Empresas com histórico de construções atingem maior precisão nesse tipo de orçamento.

- Orçamento Preliminar – Análise obtida através do levantamento dos quantitativos de materiais, serviços e equipamentos de maneira pouco precisa. Usualmente feito a partir do anteprojeto da obra.
- Orçamento Estimativo – Avaliação do projeto global da obra, obtida através dos projetos básicos.
- Orçamento Analítico ou detalhado – Avaliação do preço final com alto nível de precisão, representando da forma mais adequada possível os custos da execução
- Orçamento Sintético ou Resumido – Resumo do orçamento detalhado, com valores parciais expressos em etapas ou grupos de serviço.

Considerando o objetivo deste trabalho, o tipo de orçamento que mais se encaixa é o “orçamento analítico”, visto que objetiva-se atingir maior precisão nos custos.

2.1.2 Orçamento Analítico

Conforme descrito por TISAKA (2011), o orçamento analítico deve ser o mais minucioso e preciso, sendo este o orçamento definitivo que virá a ser utilizado na execução do projeto.

Um projeto bem detalhado contendo tantas informações quanto possível é de fundamental importância, pois somente assim será possível atingir-se previsões próximas da realidade (COELHO, 2001).

Para Cardoso (2009), o orçamento analítico deve ser atingido por meio do método do custo unitário, de forma a dividir os serviços a executar em níveis elementares. Os números atingidos nesse método são resultados dos produtos das quantidades dos serviços pelos seus respectivos preços unitários.

Sendo assim, o orçamento será tão mais exato, quanto melhor aferidos os quantitativos dos serviços e quanto mais próximos os preços reais estiverem dos preços unitários nas composições de custos.

2.1.3 Levantamento das Quantidades

Mattos (2006) apresenta as etapas que devem ser cumpridas para atingir um quantitativo de qualidade, elencando o levantamento das quantidades como a primeira delas.

O levantamento das quantidades pode ser feito de maneira manual ou a partir de programas de computação (TISAKA, 2011).

No caso dos projetos arquitetônicos, usualmente utilizam-se os desenhos fornecidos pelos projetistas para extração das quantidades de maneira manual, o que torna o processo ainda mais vulnerável a erros.

Para os projetos complementares, verifica-se grande uso de extração de quantidades de maneira automática, isto porque os softwares da área costumam fornecer as tabelas de quantidades.

Na literatura, cada autor apresenta métodos diferentes para o levantamento de quantitativos analisando projetos.

Coelho (2001) salienta que o responsável técnico normalmente apresenta método próprio e em decorrência disso dificilmente orçamentos realizados por profissionais diferentes chegam aos mesmos custos.

2.1.4 Composições de Custos

Composição de custos se resume à especificação de todos os custos incorridos na execução de um serviço ou atividade, devendo levar em consideração mão de obra, materiais utilizados e equipamentos (MATTOS, 2006).

Cardoso (2009) afirma que a confecção das composições deve ser trabalhada em conformidade com as práticas e cultura da empresa. Só assim será possível conferir a precisão e grau de confiabilidade necessários ao orçamento e esse poderá desempenhar seu papel de documento mais importante do ponto de vista gerencial.

TISAKA (2011) exemplifica fichas de composição analíticas que expressam os quantitativos de materiais e taxas horárias de pessoal e equipamentos sugeridos pela “TABELA DE COMPOSIÇÕES DE PREÇOS PARA ORÇAMENTOS”(TCPO). O exemplo pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 – Composição analítica

Alvenaria de Vedação		
ALVEN. TIJOLO COMUM C/ ARG. MISTA C/ CAL VIRGEM 1:4 E=5CM		
Componentes	un	Consumo
Pedreiro	h	0,9
Servente	h	1,12
Tijolo comum	un	46
Cimento	kg	1,25
Cal virgem em pó	kg	1,39
Areia média	m ³	0,0101

Fonte: Adaptado de Tisaka (2011).

Apesar de a TCPO apresentar parâmetros de quantidades, produtividade e consumo de materiais bastante próximos à realidade, cada empresa deve avaliá-los, criar e atualizar a própria Composição Analítica de Custos da Obra (TISAKA, 2011).

Para o custo de cada insumo é possível utilizar-se de tabelas como o SINAPI fornecida pela Caixa Econômica Federal, porém – da mesma forma que para as composições – os custos devem retratar a realidade da empresa o tanto quanto possível.

O orçamentista deve conhecer bem os materiais existentes no comércio, a realidade da empresa e os custos praticados (COELHO, 2001).

2.2 PLANEJAMENTO

Planejamento é o processo de ordenar e delimitar as características das atividades que serão desenvolvidas, determinando duração, custo e a atribuição do responsável por atividade (ÁVILA E JUNGLES, 2013).

Para Mattos (2010), planejamento envolve um conjunto amplo do gerenciamento do empreendimento: orçamento, compras, gestão de pessoas, processos e controle.

É planejando que o profissional responsável adquire profundo conhecimento acerca do projeto.

Mattos (2010) elenca e disserta sobre os principais benefícios que o planejamento traz:

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

2.2.1 Método

Mattos (2010) defende que o planejamento de obras deve seguir passos bem definidos e o compara com uma receita de bolo, que cresce a cada passo do trabalho. O mesmo autor reitera: para fazer a reforma de um casarão ou construir uma usina hidrelétrica, é obedecido o mesmo roteiro, contendo os seguintes passos:

- A) Identificação das atividades
- B) Definição das durações
- C) Definição da precedência
- D) Montagem do diagrama de rede
- E) Identificação do caminho crítico
- F) Geração do cronograma e cálculo das folgas

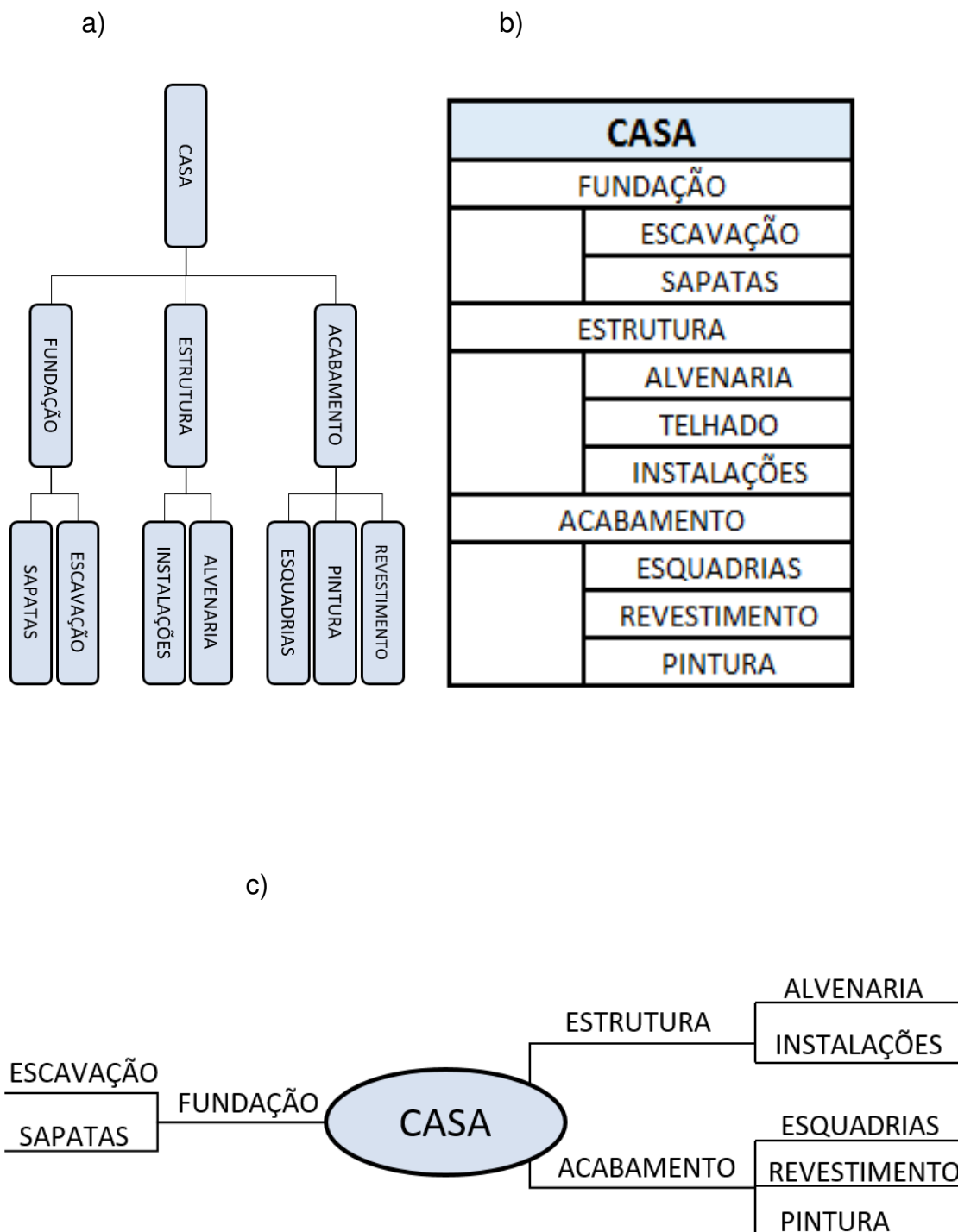
A) Identificação das atividades

A etapa de identificação de atividades deve ser executada por meio da elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que entrega o sequenciamento de atividades respeitando a disposição cronológica e lógica de execução.

Mattos (2010) define formatos para facilitar a identificação das atividades e suas predecessoras. A figura 32 exhibe os formatos apresentados por Mattos (2010) entre eles:

- a) Formato em árvore;
- b) Formato analítico;
- c) Mapa Mental.

Figura 1 - Formatos para Identificação das atividades



Fonte: Adaptado de Mattos (2010)

B) Definição das durações

As atividades discriminadas na EAP serão associadas a durações e relacionadas com a quantidade de serviço, a produtividade e aos recursos alocados (MATTOS, 2010).

O profissional responsável deve estar em alinhamento com a cultura da empresa e conhecer as práticas a fim de definir as relações prazos/equipe mais práticas e convenientes.

Ao levar em consideração as produtividades estabelecidas no orçamento na definição das durações, o profissional inicia a integração orçamento-planejamento (MATTOS, 2010).

Tabela 2 – Duração das atividades

Quadro de sequenciação	
ATIVIDADE	DURAÇÃO
FUNDAÇÃO	
ESCAVAÇÃO	1
SAPATAS	3
ESTRUTURA	
ALVENARIA	5
TELHADO	2
INSTALAÇÕES	9
ACABAMENTO	
ESQUADRIAS	1
REVESTIMENTO	3
PINTURA	2

Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

C) Definição da Precedência

Nesta etapa é definido o inter-relacionamento entre as atividades (quem vem antes de quem). Diz-se que uma atividade é dependente da outra quando necessita da conclusão da mesma para ser iniciada (ÁVILA E JUNGLES, 2013).

Cada serviço deve ser analisado com cuidado, considerando a cultura de execução da empresa e plano de ataque para obra, a fim de que a sequência construtiva se torne exequível e próxima da realidade (MATTOS, 2010).

A sequenciação deve levar em conta a mão de obra disponível, a necessidade de execução de um serviço anterior e a chegada dos materiais.

No geral, são atribuídas atividades predecessoras imediatas considerando a relação término início na qual uma atividade só pode começar após o término da outra.

Tabela 3 – Quadro de sequenciação

Quadro de sequenciação		
ATIVIDADE	DURAÇÃO	PREDECESSORA
FUNDAÇÃO		
ESCAVAÇÃO	1	-
SAPATAS	3	Escavação
ESTRUTURA		
ALVENARIA	5	Sapatas
TELHADO	2	Alvenaria
INSTALAÇÕES	9	Sapatas
ACABAMENTO		
ESQUADRIAS	1	Alvenaria
REVESTIMENTO	3	Telhado, Instalações
PINTURA	2	Esquadrias, Revestimento

Fonte: Autor, 2016.

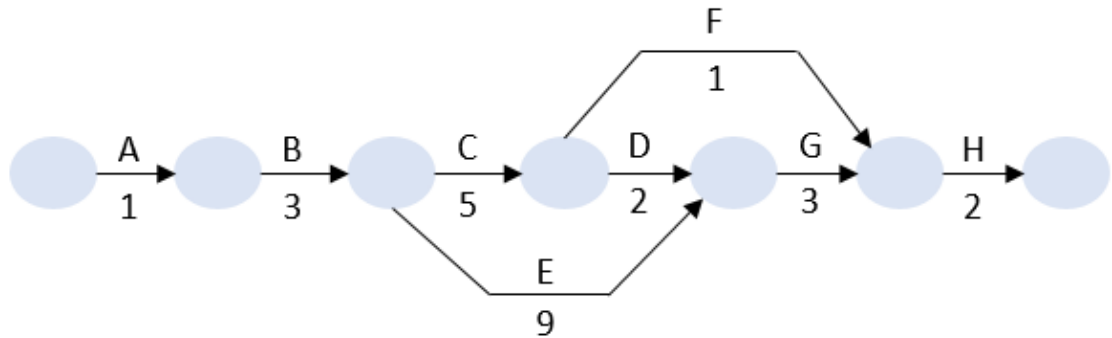
D) Montagem do diagrama de rede

A fim de proporcionar uma forma lúdica de entendimento do sequenciamento de atividades é criado o diagrama de rede, que também serve de matriz para o cálculo do caminho crítico e das folgas.

Mattos (2010) apresenta dois métodos que costumam ser utilizados na elaboração do diagrama:

I Métodos das Flechas: As flechas representam atividades entre dois eventos.

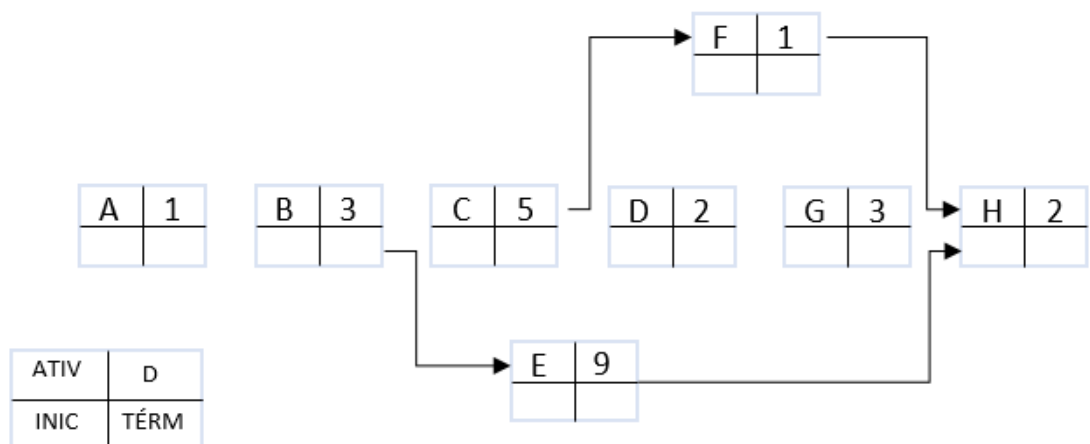
Figura 2 – Diagrama de flechas



Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

II Método dos blocos: Os blocos representam as atividades e as flechas suas ligações de dependência.

Figura 3 – Diagrama de blocos



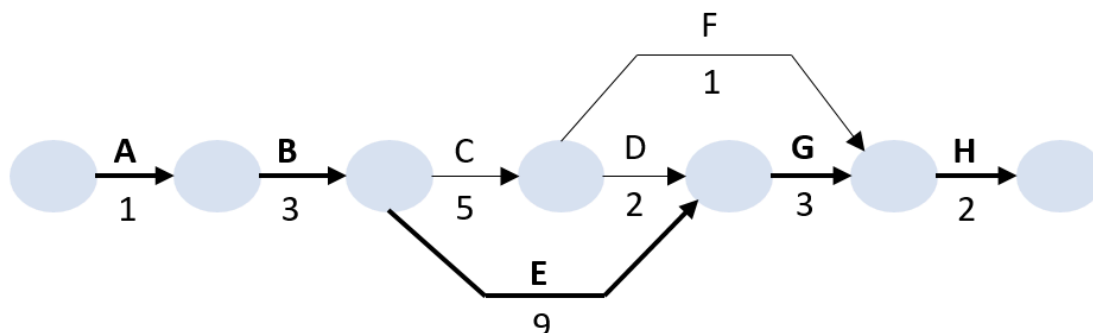
Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

E) IDENTIFICAÇÃO DO CAMINHO CRÍTICO

Ao concluir o diagrama, passa-se à fase de cálculos das durações totais do projeto. A sequência de atividades amarrada que necessita de tempo mais longo para conclusão é chamada de caminho crítico.

No diagrama de flechas abaixo o caminho crítico está representado em negrito:

Figura 4 - Caminho crítico no diagrama de flechas



Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

Em resumo, a duração final do projeto é dependente do caminho crítico. Logo, objetivando-se a antecipação do projeto, faz-se necessária a redução da duração de alguma atividade crítica. Do mesmo modo, o atraso de uma atividade do caminho crítico posterga a duração final do projeto.

F) Geração do Cronograma e Cálculo de Folgas

A entrega do planejamento é feita através do cronograma, representado pelo gráfico de Gantt (MATTOS, 2010).

Figura 5 - de Gantt

Gantt		DIA																		
SERVIÇO	DUR (dias)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ESCAVAÇÃO	1	█																		
SAPATAS	3		█	█	█															
ALVENARIA	5					█	█	█	█	█										
TELHADO	2										█	█								
INSTALAÇÕES	9					█	█	█	█	█	█	█	█							
ESQUADRIAS	1										█									
REVESTIMENTO	3														█	█	█			
PINTURA	2																		█	█

Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

Pode-se notar que as atividades que não fazem parte do caminho crítico, representadas em azul-claro, podem deslizar entre datas sem modificar o caminho crítico, logo sem alterar a duração do projeto.

O tempo que a atividade pode utilizar além da sua duração é chamado de folga.

Ao representar as folgas, pontilhadas na figura 6, encontra-se o cronograma integrado Gantt-PERT/CPM.

Figura 6 - Cronograma integrado Gantt-PERT/CPM

Gantt - PERT/CPM																				
SERVIÇO	DUR (dias)	DIA																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ESCAVAÇÃO	1	■																		
SAPATAS	3		■	■	■															
ALVENARIA	5					■	■	■	■	■										
TELHADO	2									■	■									
INSTALAÇÕES	9					■	■	■	■	■	■	■	■							
ESQUADRIAS	1										■									
REVESTIMENTO	3															■	■	■		
PINTURA	2																		■	■

Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

2.2.2 Cronograma Físico e Financeiro

Concluída a elaboração do orçamento e cronograma físico da obra é possível realizar-se o cronograma físico e financeiro.

O cronograma físico e financeiro (Figura 7) entrega uma estimativa das atividades e custos ao longo do tempo que ocorrerão no projeto. Deve ser dotado das informações de tempo de duração de cada atividade, quantidade de serviço a ser executado e recursos financeiros a serem alocados. Ao somar as quantidades de cada período, tem-se o fluxo de caixa do empreendimento (ÁVILA E JUNGLES, 2013).

Figura 7 - Cronograma físico financeiro

Atividade	Custo (x R\$ 1000)	Mês											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Terraplanagem	20	20											
Fundação	60		30	30									
Estrutura	150				50	50	50						
Instalações	60						20	20	20				
Acabamento	160							40	40	40	40		
Fachada	30											30	
Limpeza Final	20												20
TOTAL	500	20	30	30	50	50	70	60	60	40	40	30	20
ACUMULADO		20	50	80	130	180	250	310	370	410	450	480	500

Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

Ao alocar os responsáveis pelas atividades, o cronograma físico-financeiro pode ser utilizado como ferramenta a nível tático (ÁVILA E JUNGLES, 2013).

2.2.3 Curva S

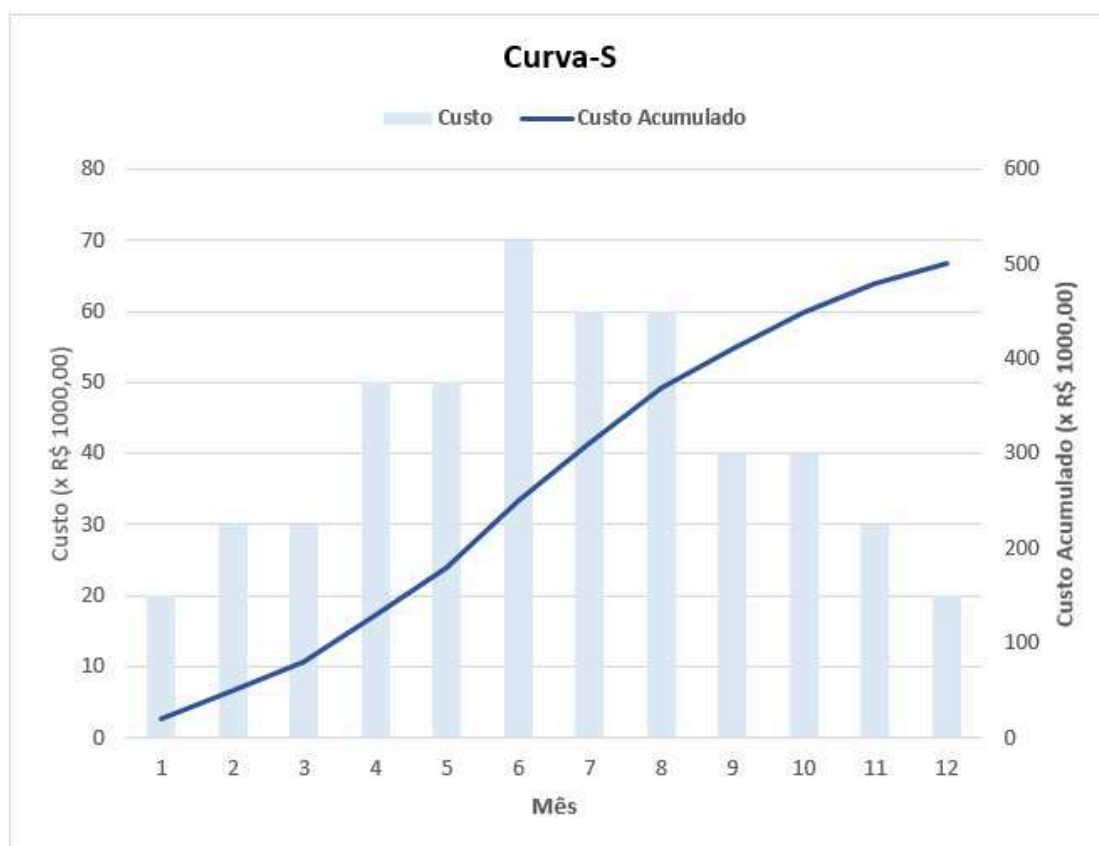
Para obter uma ferramenta que permita identificar e acompanhar os avanços das atividades segundo um mesmo referencial, é utilizada a Curva S. Seguindo o referencial trabalho acumulado ou custo acumulado em relação ao tempo podemos ter um instrumento de acompanhamento planejado x executado do projeto (MATTOS, 2010).

ÁVILA E JUNGLES (2013) listam as atribuições da ferramenta da curva S, dentre as quais colhe-se:

- Definir limites de desprendimento de recursos financeiros.
- Auxiliar no acompanhamento da evolução do projeto.
- Evidenciar necessidades de replanejamento

Para obter a curva S de custos (Figura 8), ÁVILA E JUNGLES (2013) sugerem a utilização dos dados expressos no cronograma físico-financeiro como base, plotando o acumulado dos custos em relação ao tempo em um gráfico.

Figura 8 - Curva S



Fonte: Adaptado de MATTOS (2010).

2.3 BIM

2.3.1 Conceito

A indústria da construção civil aposta cada vez mais no BIM, tecnologia de modelagem tridimensional que carrega todas as informações para gestão de projeto, obra e vida útil do edifício (MATTOS, 2014).

Segundo Eastman (2014), BIM não é um objeto ou um tipo de software, mas uma série de processos de atividade humana que, associados a uma tecnologia de modelagem, possibilita produzir, analisar e comunicar modelos de construção.

O autor traz a definição da construtora M.A Monterson Company, que define BIM como “uma simulação inteligente da arquitetura” que permite implementação integrada entre as diversas disciplinas.

Para melhor entendimento do BIM, Eastman (2014) elenca duas propriedades essenciais nas plataformas que serão utilizadas nos respectivos processos: a primeira é a orientação à objetos paramétricos e a segunda o suporte à colaboração da equipe do empreendimento, a interoperabilidade. Os objetos paramétricos serão discutidos no capítulo abaixo, enquanto a interoperabilidade será tema do capítulo subsequente.

2.3.2 Objetos paramétricos

A espinha dorsal para o entendimento do BIM são os objetos paramétricos. Objetos BIM paramétricos são definidos por Eastman (2014) da seguinte maneira:

- Definições geométricas com atributos de objetos, isto é, dados e regras que permitem análises.
- Geometria integrada, não permitindo inconsistências entre diversas vistas.
- As regras associadas a cada objeto são integradas automaticamente as geometrias associadas, “Uma porta se ajusta automaticamente a uma parede”.
- Objetos definidos em diferentes níveis de agregação, ao definir uma parede com seus respectivos componentes e existir alteração na informação de um destes componentes, o nível hierárquico parede deve ser modificado também. “Se a espessura de reboco for alterada, a espessura da parede deve ser alterada”.
- As regras de objeto devem verificar viabilidade. “Um interruptor não pode ser alocado flutuando”.
- Objetos devem possibilitar exportar e agregar atributos.

2.3.3 Coordenação Projetos

Coordenação de projetos é peça chave para o BIM. Os benefícios advindos do uso da tecnologia são, em grande parte, embasados na colaboração entre disciplinas de projeto. (STEHLING, 2012)

Segundo Manzione (2013) a utilização do BIM requer transformação no fluxo dos trabalhos. As informações dos orçamentos, interferências entre projetos e planejamento devem ser analisadas de forma parametrizada na mesma plataforma.

Atualmente as empresas estão em diferentes níveis de maturidade dentro do BIM, o *National BIM Report* publicado anualmente, na Inglaterra divide a maturidade das empresas em 3 níveis:

Nível 1 – Projetos são executados em ferramentas BIM, porém não existe colaboração entre projetistas, o gerenciamento das informações em comum é normalmente de responsabilidade do contratante.

Nível 2 – Nível marcado pela colaboração entre projetistas, permitindo troca de informações durante o projeto, não necessariamente no mesmo modelo, mas essencialmente dotado de compatibilidade.

Nível 3 – Nível onde todos os projetistas utilizam o mesmo arquivo, permitindo que todas as partes envolvidas no projeto possam acessar o mesmo modelo e trabalhar simultaneamente, este nível é raridade na indústria Brasileira.

2.3.4 Interoperabilidade

Para que o fluxo de informações entre os diversos profissionais seja possível, é necessária interoperabilidade entre as diversas ferramentas utilizadas na AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção Civil).

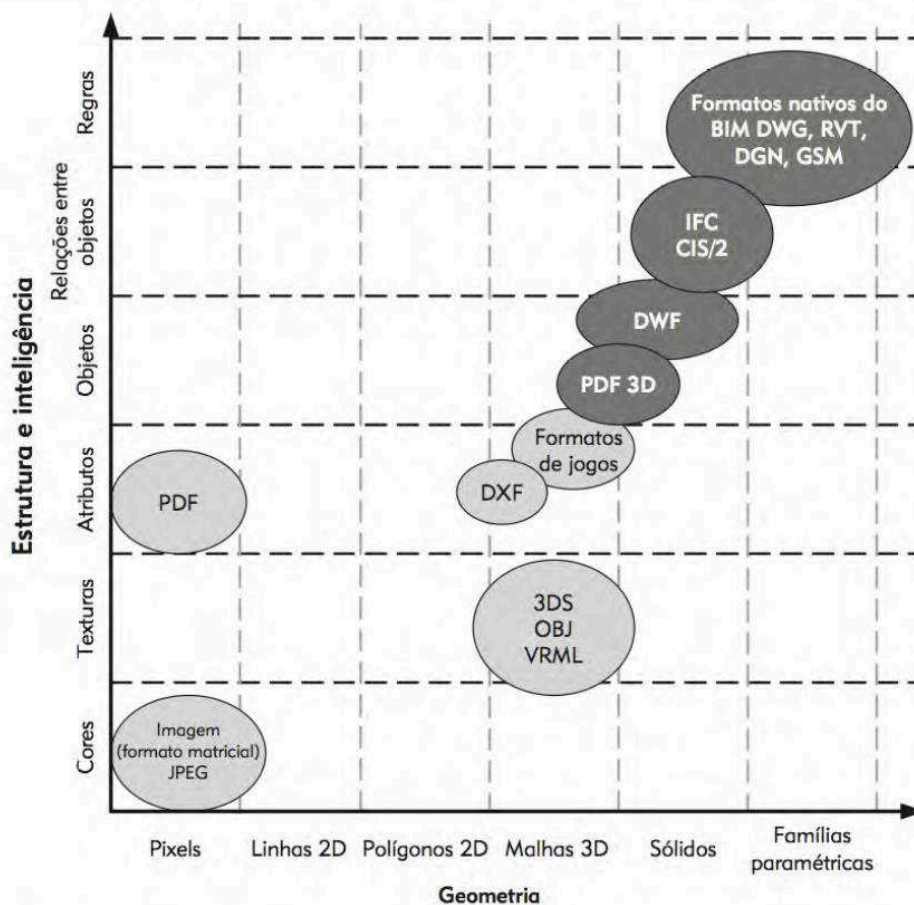
O habitual na atual conjuntura das empresas é que a integração entre softwares BIM seja realizada de duas maneiras, a primeira usando somente produtos de um mesmo fornecedor, a segunda usando arquivos que possibilitam intercambiar dados entre diversos softwares.

Utilizar aplicativos do mesmo fornecedor permite uma integração muito mais intensa entre os produtos, fornecendo relações paramétricas entre objetos com alto grau de informação.

Já para intercambiar entre softwares de diferentes fornecedores utiliza-se, usualmente, o formato Industry Foundation Classes (IFC), modelo de dados extensível e orientado a objetos, que fornece relação entre objetos e geometrias sólidas para integração entre softwares BIM.

Em sua obra Eastman (2014) resume em uma imagem a relação entre formatos de colaboração e estrutura importada (Figura 9).

Figura 9 - Comparação entre diferentes formatos de intercâmbio de dados



Fonte: EASTMAN (2014).

2.3.5 Nível de Desenvolvimento

A fim de balizar a coordenação das disciplinas pertencentes ao projeto, alinhar esforço necessário com realizado e evitar retrabalhos desnecessários, utiliza-se o Level of Development (LOD). (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2015)

O Level of Development foi desenvolvido pelo AIA (Instituto Americano de Arquitetos), e será tratado como Nível de Desenvolvimento (ND). Abaixo as definições de ND especificadas no documento “*Project Building Information Modeling Protocol Form*” de 2013, do Instituto:

ND 100 – Os elementos do projeto devem ser graficamente representados no modelo, através de símbolos ou representações genéricas.

ND 200 – Os elementos do projeto devem ser graficamente representados, através de parametrizações genéricas com aproximações de quantidade, forma, localização e orientação.

ND 300 – Os elementos do projeto devem ser graficamente representados, através de parametrizações com características de quantidade, forma, localização e orientação.

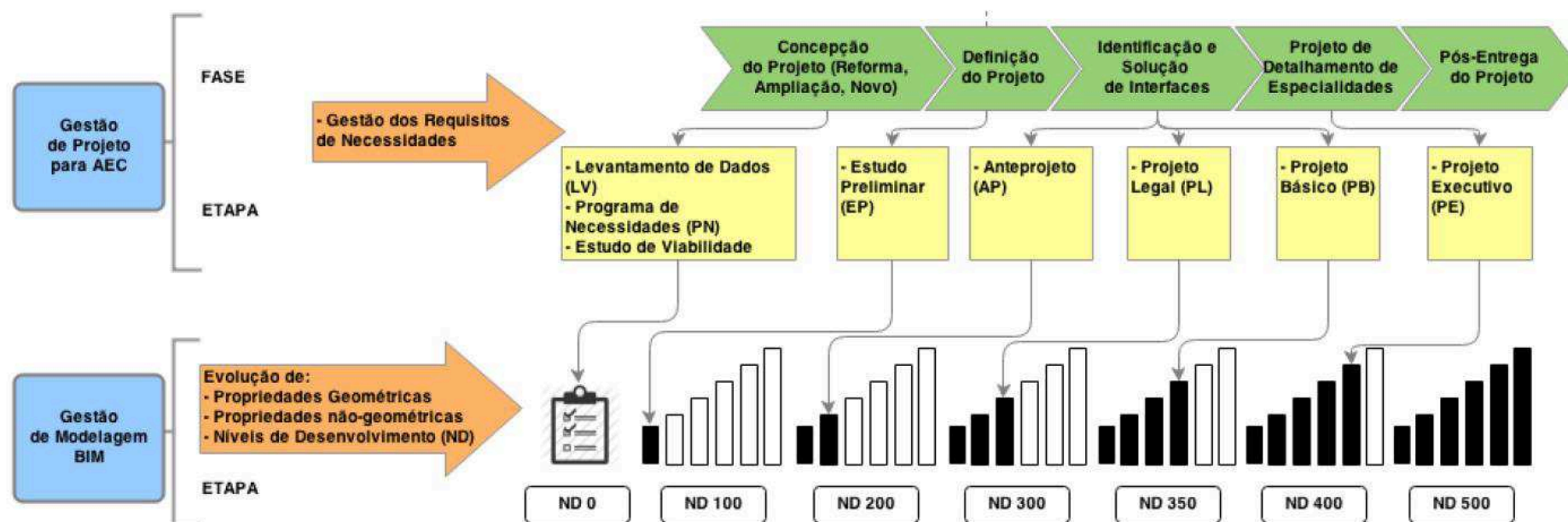
ND 400 – Conforme ND 300 acrescentando detalhamento, fabricação, montagem e informações de instalação.

ND 500 – Os elementos são modelados com fidelidade máxima à realidade.

O caderno de apresentação de projetos em BIM (2015), publicado pelo Governo de Santa Catarina, traz para o Nível de Desenvolvimento um conceito diferente do desenvolvido pelos seus criadores.

O caderno relaciona o Nível de Desenvolvimento com a etapa de projeto, conceitua o ND 100 como fase de concepção até o ND 400, descrito como projeto concluído, detalhado e preparado para execução, o ND 500 é caracterizado como construído (“as built”). A Figura 10, foi obtida no caderno e exemplifica o conceito.

Figura 10 - Visão Geral de Gestão Pública de Projetos de AEC para Edificação.



Fonte: Santa Catarina (2015).

2.3.6 Benefícios

A utilização do BIM fornece benefícios amplos e variados, favorecendo diversos *stakeholders* envolvidos no empreendimento. Considerando o objeto de estudo deste trabalho, a análise dos ganhos ficará restrita à etapa de projeto e planejamento da construção. Registre-se, porém, que a aplicação do modelo em todo ciclo de vida da edificação gera uma ampla gama de benefícios, não se limitando aos aqui descritos.

Em sua obra, Eastman (2014) explana ganhos relacionados a utilização da tecnologia, os que se moldam ao escopo deste trabalho:

- Sincronização entre planejamento e modelo permite simular o processo de construção e mostra eventuais discrepâncias entre tarefas. A simulação realizada do modelo no tempo é chamada de 4D e será descrita no próximo capítulo.
- Detecção de interferências entre as disciplinas, uma vez que os projetos são analisados na mesma plataforma, é possível verificar interferências e conflitos entre disciplinas.
- Precisão nas quantidades de material, ao modelar os objetos com fidelidade dispõe-se de uma base de dados que pode ser utilizada de suporte para a realização do orçamento.

2.3.7 4D

Há décadas planejadores utilizam distinção através de cores e parcerias com profissionais de design para criar modelos 4D manuais e ilustrar o andamento da obra ao logo do tempo. Apesar do apelo visual gerado, dificilmente as simulações manuais são úteis para a programação. Dotadas de difícil alteração e atualização, limitam-se a um produto de marketing (EASTMAN, 2014).

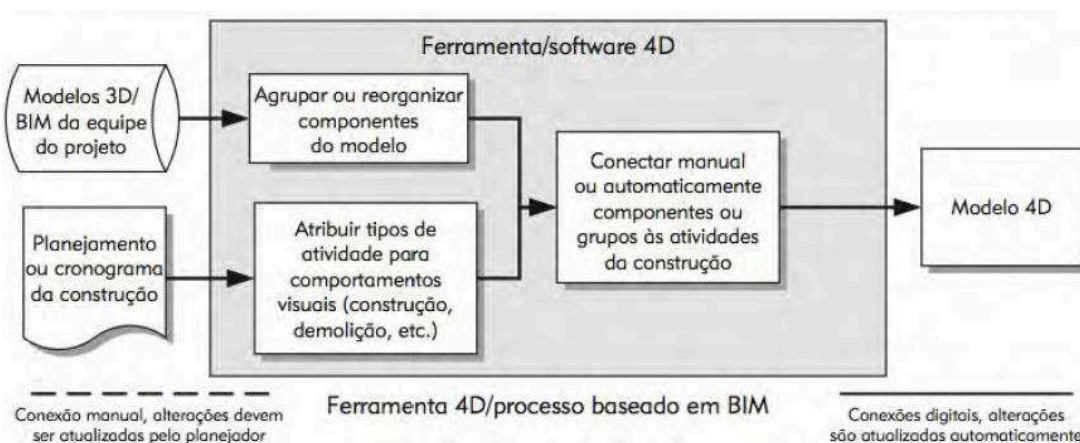
O BIM viabiliza alterações e revisões mais frequentes ao modelo 4D. Por meio de conexões automáticas entre geometrias 3D do modelo com o planejamento, tem-

se mais uma ferramenta para dar suporte ao planejamento da construção (EASTMAN, 2014).

Para Eastman (2014), os principais benefícios na utilização do modelo 4D giram em torno da comunicação, já que através das simulações geradas pode-se verificar a viabilidade e eficiência do planejamento, apresentar ferramenta lúdica para leigos, administrar a logística do canteiro de obras, coordenar fluxo entre trabalhos e disciplinas e comparar cronogramas.

Eastman apresenta ainda processos de modelagem 4D BIM (Figura 11).

Figura 11 - Processo de modelagem 4D BIM



Fonte: EASTMAN (2014).

2.3.8 5D

A modelagem 5D consiste na adição dos custos à modelagem 4D, sendo assim a ferramenta ou simulação resultante deve integrar o modelo 3D, o cronograma físico e os custos ao longo do tempo.

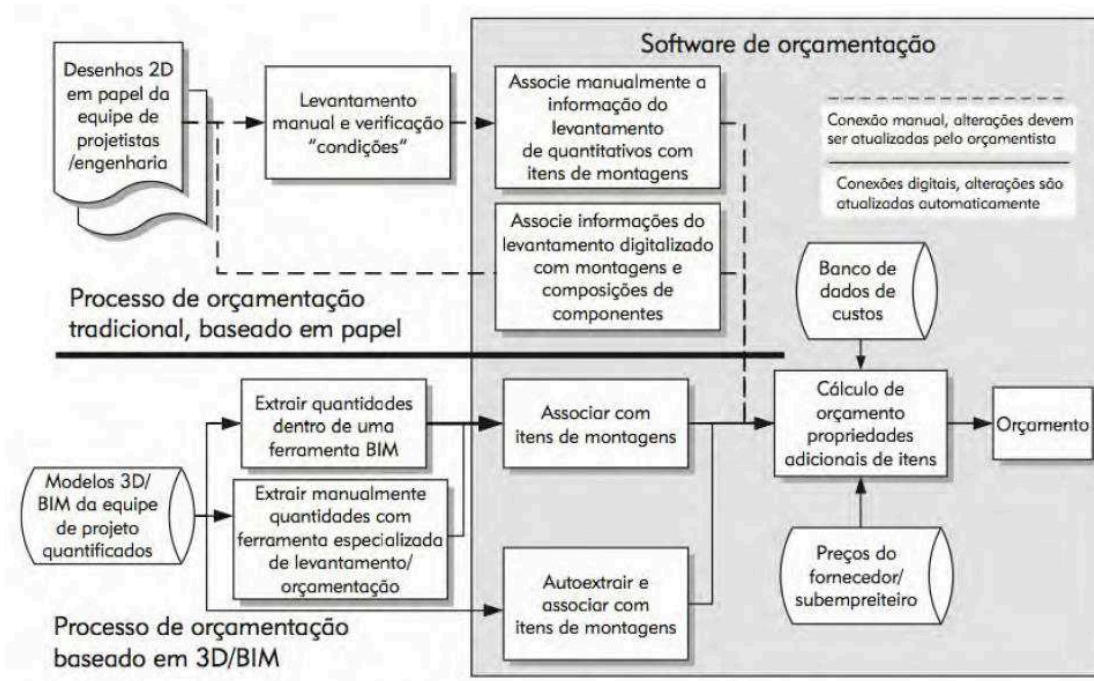
Em resumo, seria um cronograma físico-financeiro atribuído às formas geométricas, parametrizadas em softwares BIM.

Os benefícios gerados por uma modelagem 5D são incorporados durante seu processo, destacando-se a etapa de extração de quantidades para orçamentação.

Ao extrair quantidades de modelos BIM com adequado grau de fidelidade, tem-se maior precisão nas medidas concebendo um orçamento mais preciso (EASTMAN, 2014).

O autor faz uma comparação entre o processo de orçamentação tradicional e o baseado em BIM (Figura 12).

Figura 12 - Comparação entre processo de orçamentação tradicional e baseado em BIM



Fonte: EASTMAN (2014).

Entre os benefícios gerados pela utilização da simulação 5D estão:

- Atualização automática das estimativas de custo, quando existirem alterações;
- Maior controle dos custos;
- Apresentação de cronograma físico-financeiro para leigos;
- Projeção e comparação entre cenários;
- Ferramenta para tomada de decisão.

3. Método

3.1 Softwares utilizados

Para cada etapa do trabalho foram utilizados softwares específicos. A escolha do software foi realizada considerando dois aspectos: utilização dentro da construção civil e interoperabilidade entre dados.

3.1.1 Microsoft Excel

O Excel é um editor de planilhas. Será utilizado para etapa de orçamento do projeto e posteriormente seus dados serão base para elaboração do cronograma físico e financeiro da obra.

3.1.2 Microsoft Project

O Project é utilizado para gerenciamento de projetos, possui recursos de tempo, geração de gráfico de Gantt, diagrama de rede, custos e uma variedade de relatórios. Será utilizado para etapa de planejamento e seus dados serão base para o software NavisWorks.

3.1.3 Autodesk Revit

O Revit é um software desenvolvido especificamente para modelagem de informação na construção (BIM), inclui recursos para projetos de arquitetura e engenharia. Será utilizado para modelagem dos projetos complementares, detalhamento do projeto arquitetônico e fornecerá dados do modelo 3D e especificações parametrizadas de cada elemento de projeto para o software Navisworks.

3.1.4 Autodesk Navisworks

O Navisworks é um software BIM de análise de projetos. Entre outras atribuições, permite revisão e gerenciamento de dados, detecção de interferências, simulações e animação de modelos. Será utilizado para integrar os dados gerados nos softwares Excel, Project e Revit para gerar a modelagem 5D contendo representações tridimensionais, informações de custo e tempo.

3.2 Sequência do estudo

O presente estudo de caso tem como objetivo atingir um modelo virtual 5D e analisar os benefícios gerados na sua elaboração.

Para tanto, primeiramente será feita a apresentação do modelo 3D em questão, assim como da empresa EC2 Engenharia, responsável pelo projeto.

Em seguida se realizará a extração das quantidades diretamente do modelo, proporcionando maior precisão para a etapa seguinte de desenvolvimento do orçamento.

Após a elaboração do orçamento será feita a etapa de planejamento físico da edificação, apresentando o cronograma de longo prazo do empreendimento.

Concluído o cronograma físico do empreendimento e seu orçamento, colocar-se-á em prática a associação entre planejamento e orçamento, concebendo-se o cronograma físico e-financeiro da obra.

Por fim, será feita a integração entre modelo 3D e o cronograma físico e financeiro da obra, atingindo-se a modelagem 5D.

3.3 O empreendimento

O estudo de caso foi realizado sobre projeto de responsabilidade da EC2 Engenharia, empresa na qual o autor realiza estágio. Localizada em Florianópolis – SC, a empresa é especializada em administração de obras e utilização de tecnologias BIM.

O empreendimento se trata de uma residência de 163,02m² localizada em Biguaçu – SC, que será incorporada para venda pela empresa (Figura 13).

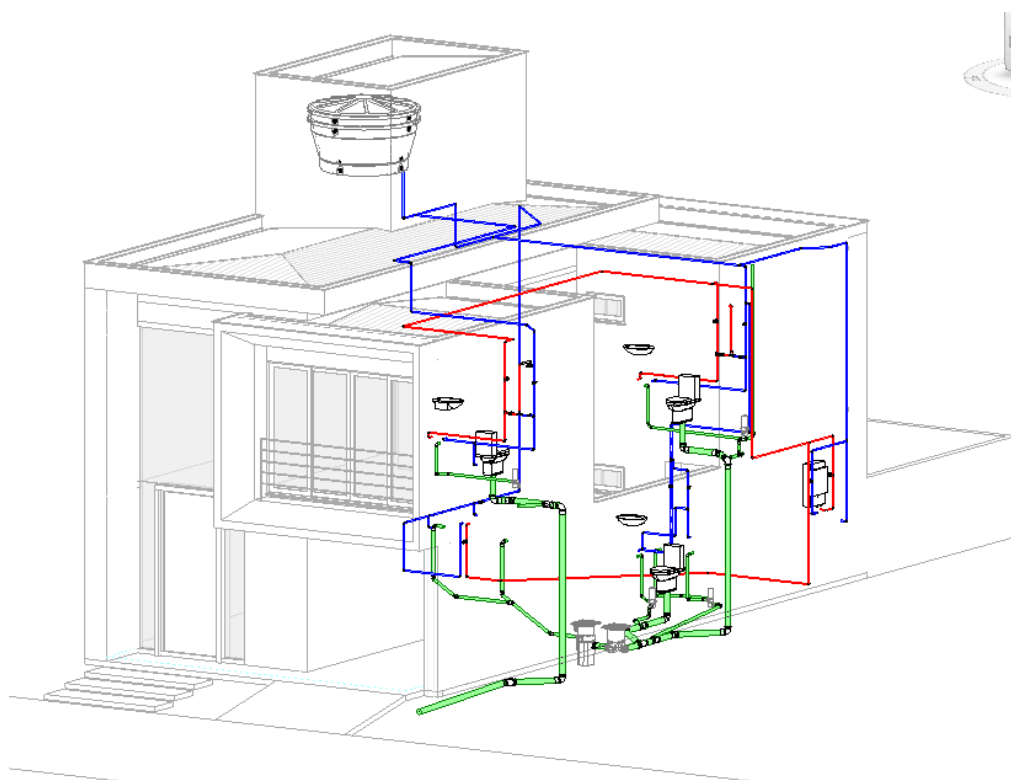
O projeto de autoria do profissional de Arquitetura Thiago Dorini, foi elaborado e entregue na ferramenta Revit. O complementar hidrossanitário foi elaborado pelo autor na ferramenta Revit (Figura 14) e contou com o auxílio do engenheiro Guilherme Pinheiro. O complementar estrutural foi terceirizado, elaborado em CAD e posteriormente modelado pelo autor na ferramenta Revit (Figura 15), para a etapa de compatibilização.

Figura 13 - O empreendimento



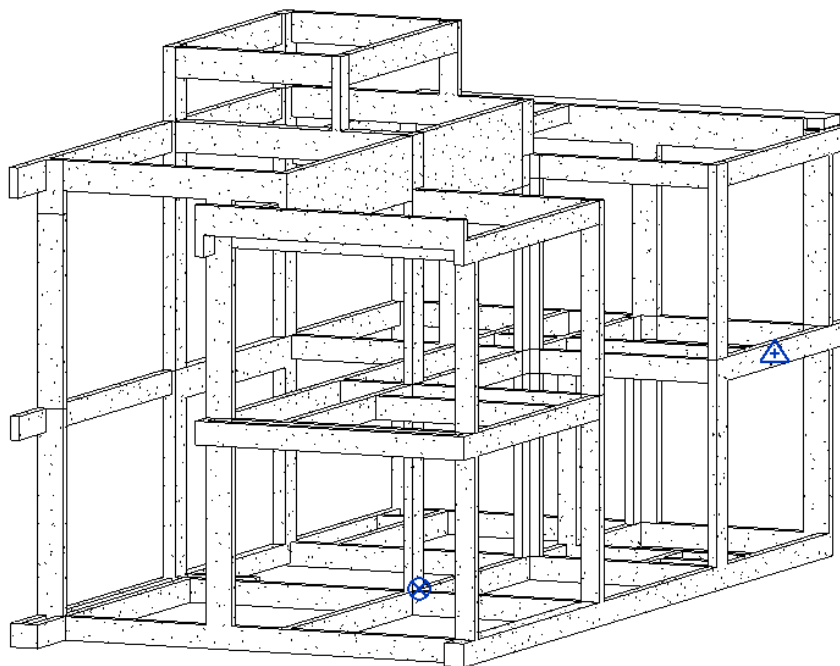
Autor, 2017.

Figura 14 - Projeto Hidrossanitario



Autor, 2017.

Figura 15 - Projeto Estrutural



Autor, 2017.

3.4 PREPARAÇÃO DO MODELO 3D

Apesar de o escritório de arquitetura, responsável pelo projeto arquitetônico, entregar os projetos em Revit os modelos careciam de maior detalhamento e preparação para extração de quantitativos. Além disso, a compatibilização entre projetos deve ser etapa anterior a realização do orçamento, evitando retrabalhos.

3.4.1 Detalhamento dos projetos para quantitativos

A adequação do modelo de arquitetura para extração das quantidades envolveu detalhamento de elementos. Como exemplos:

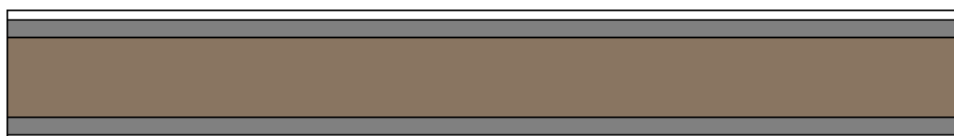
- Modelagem de soleiras, pingadeiras e rodapés
- Alteração da nomenclatura dos pisos, inferior e superior
- Mudança nas paredes, até então modeladas com apenas uma camada “alvenaria” (Figura 16), para paredes compostas com as camadas conforme construção (Figura 17 e 18).

Figura 16 - Parede básica - Alvenaria



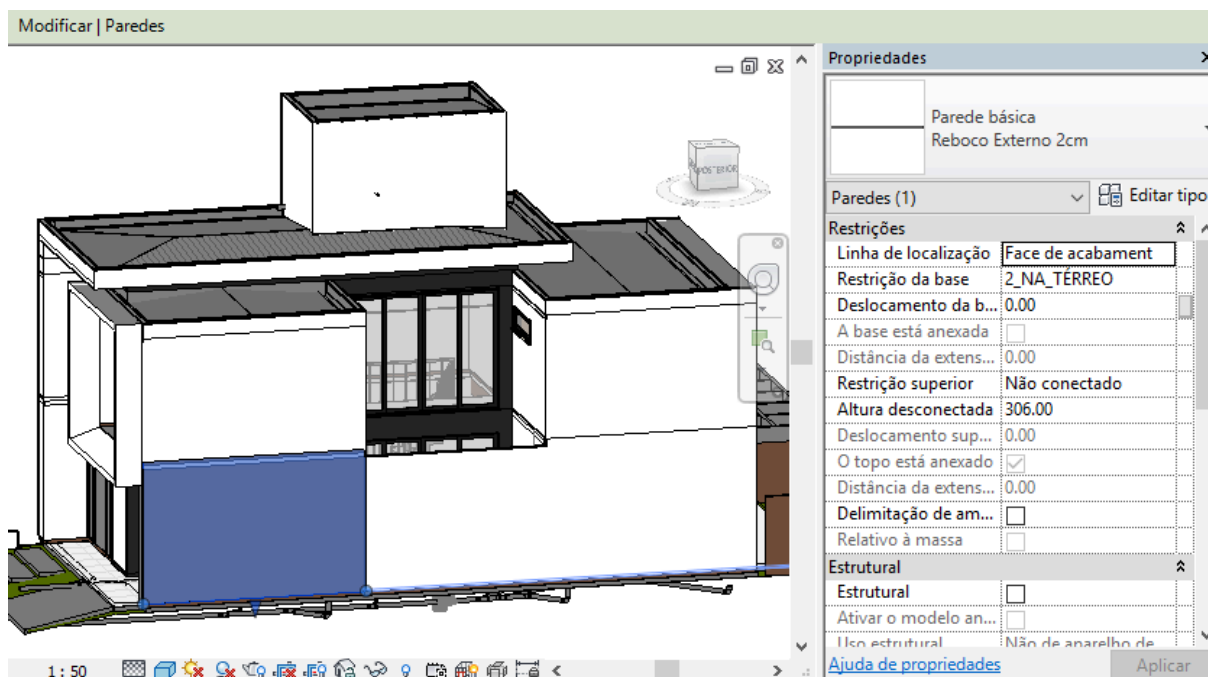
Autor, 2017

Figura 17 - Parede - Alvenaria, revestimento argamassado e pintura



Autor, 2017

Figura 18 - Parede Composta



Autor, 2017

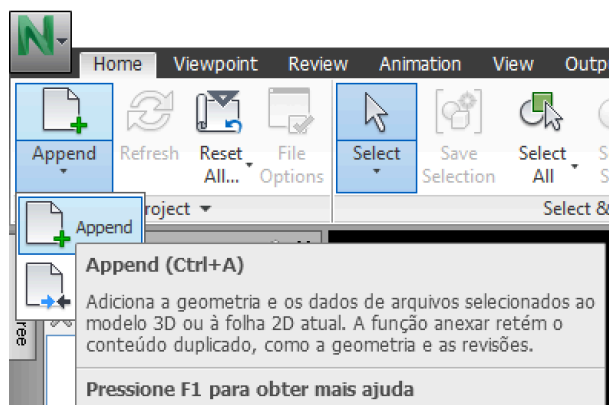
3.4.2 Compatibilização de Projetos

Previamente à etapa de orçamento fez-se a compatibilização, a qual consistiu na integração entre os projetos e verificação de interferências através da utilização do software Navisworks.

Para utilização do software foi necessário abrir os projetos elaborados na ferramenta Revit (.rvt), no programa Navisworks (.nws). A interoperabilidade entre os dois softwares é facilitada e de qualidade, já que são softwares do mesmo fornecedor (Autodesk).

O primeiro passo foi importar os arquivos, isto se deu através da ferramenta *append* conforme Figura 19. Os arquivos selecionados foram os nativos .rvt.

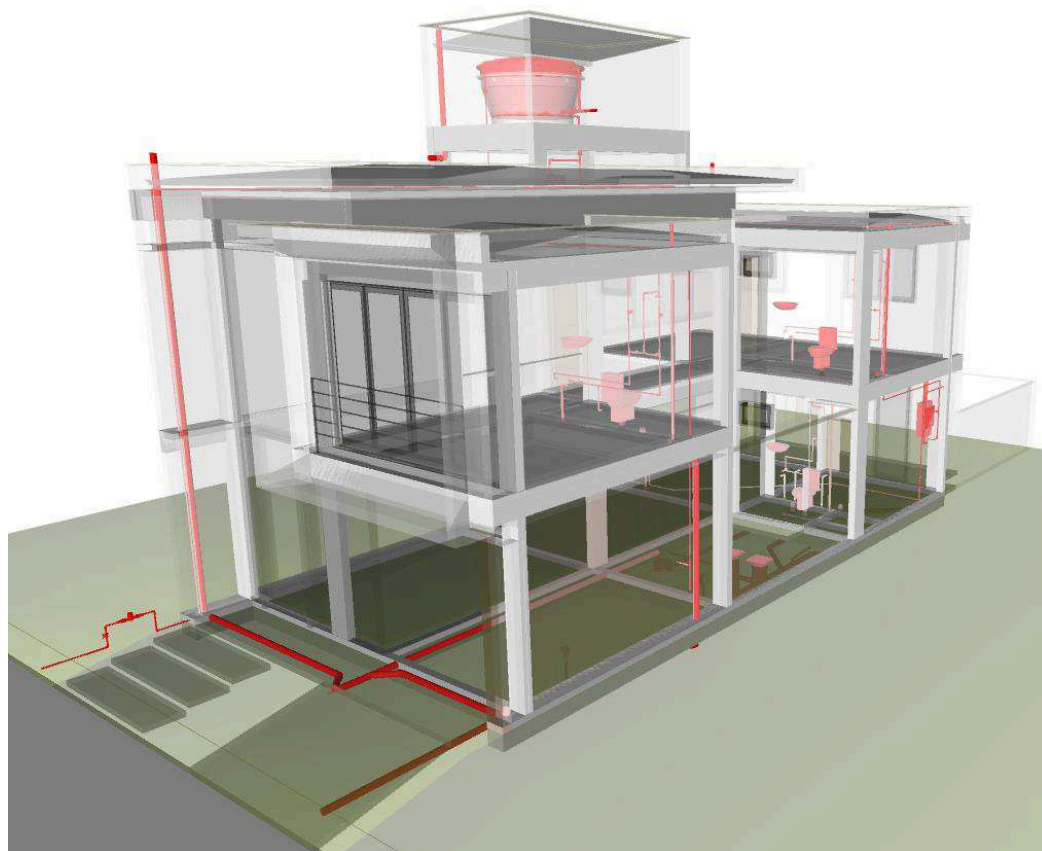
Figura 19 - Adicionar Arquivo no Navisworks



Autor, 2017

Após este processo, o modelo contendo projeto arquitetônico, hidrossanitário e estrutural, já está inserido no Navisworks e pode ser visto na figura 20.

Figura 20 - Modelo tridimensional



Autor, 2017

Visando a identificar interferências entre diferentes projetos fez-se o uso da ferramenta *Clash Detective*, capaz de detectar elementos ocupando o mesmo espaço físico.

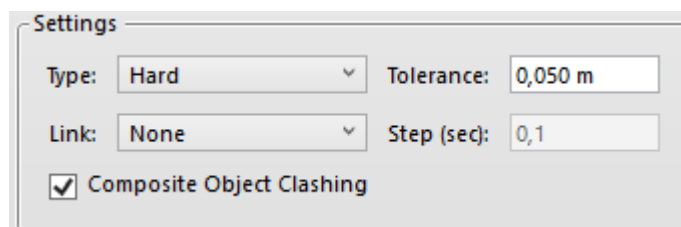
O fluxo de trabalho dentro da ferramenta *Clash Detective* consistiu em:

1 – Adicionar teste de interferência, ao clicar no botão



2 – Definir regras para o teste, no caso a opção Type: *hard* (Figura 21), que identifica interferências geométricas.

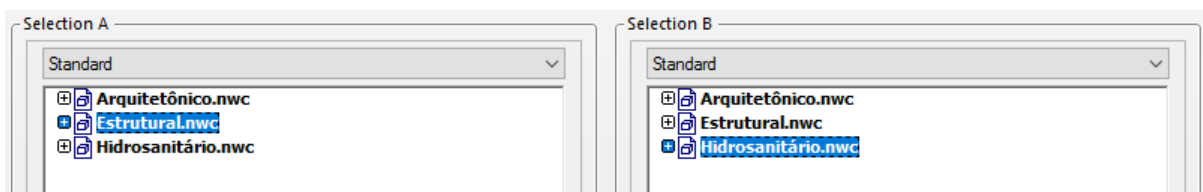
Figura 21 - Seleção das regras para teste de interferência



Autor, 2017

3 – Selecionar os projetos a serem comparados (Figura 22)

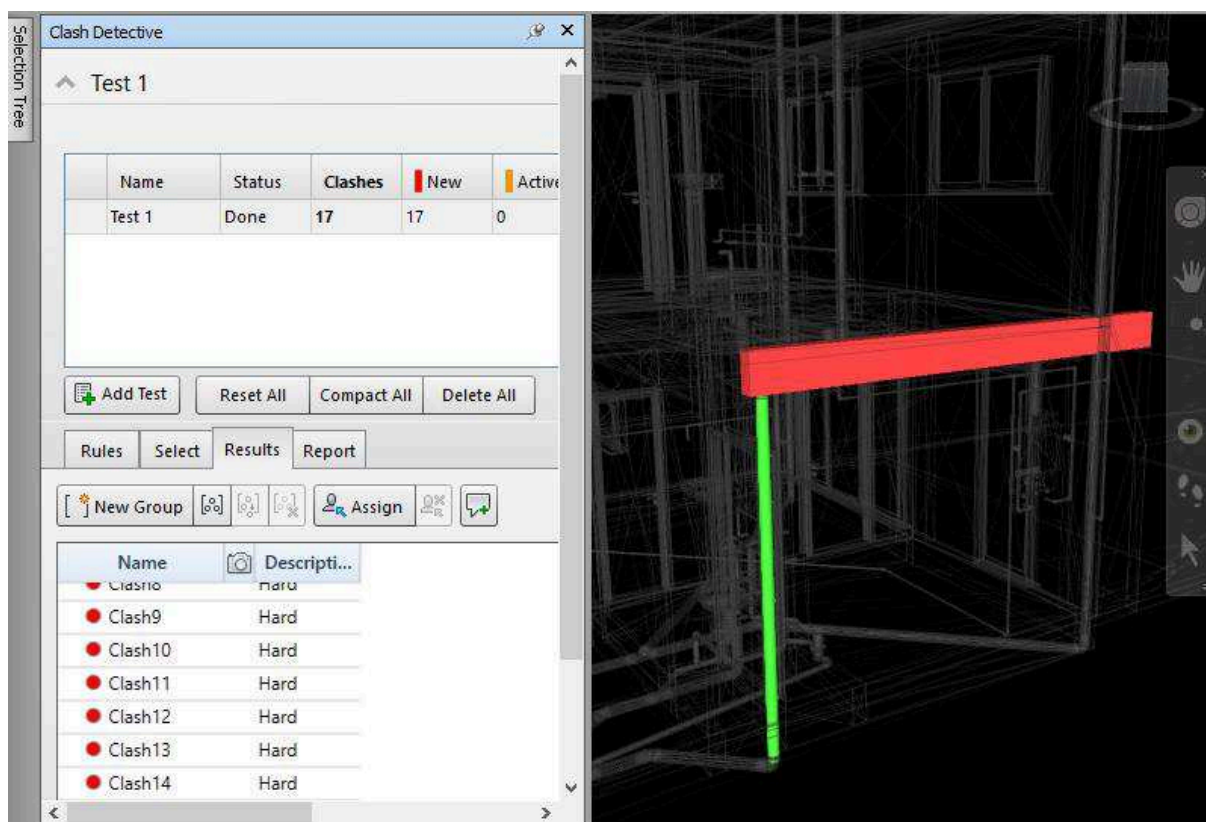
Figura 22 - Seleção dos projetos a serem comparados dentro do *Clash Detective*



Autor, 2017

4 – Visualizar os resultados da interferência (Figura 23)

Figura 23 - Resultados da Verificação de Interferência



Autor, 2017

A análise entre os projetos Arquitetônico X Estrutural e Arquitetônico X Hidrossanitário não detectou interferências que exigissem modificação nos projetos. A análise entre os projetos Hidrossanitário x Estrutural apontou uma série de interferências, porém apenas duas exigiram modificação nos projetos. Ambas interferências foram causadas pelo mesmo tubo de queda em duas vigas, superior e inferior, conforme figura 23. Para solucionar a interferência, o tubo que descia do banheiro do pavimento superior mudou sua posição e uma “*mocheta*” foi prevista para sua descida.

3.5 ORÇAMENTO

De posse do modelo executivo, compatibilizado e contendo as diversas disciplinas, iniciou-se a etapa de orçamento.

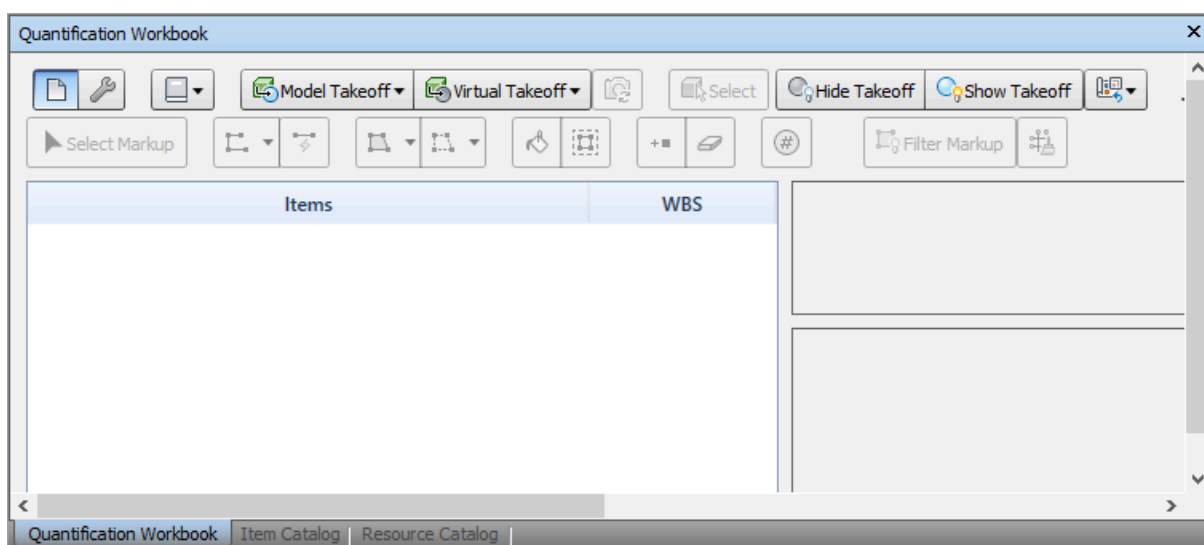
O tipo de orçamento realizado foi o orçamento analítico, elaborado utilizando composições da própria construtora e uma mescla entre preços do acervo da construtora e orçamentos técnicos. As quantidades de serviços foram extraídas diretamente das modelagens 3D conforme Capítulo 3.5.1.

3.5.1 Extração de Quantidades

Com o intuito de obter precisamente as quantidades necessárias para o orçamento, o autor quantificou os materiais diretamente do modelo 3D, com o auxílio do software Navisworks.

Seguindo o mesmo processo descrito no item 3.4.2, o modelo foi importado para o software Navisworks. Na sequência, utilizou-se a ferramenta *Quantification* (figura 24) para extração das quantidades.

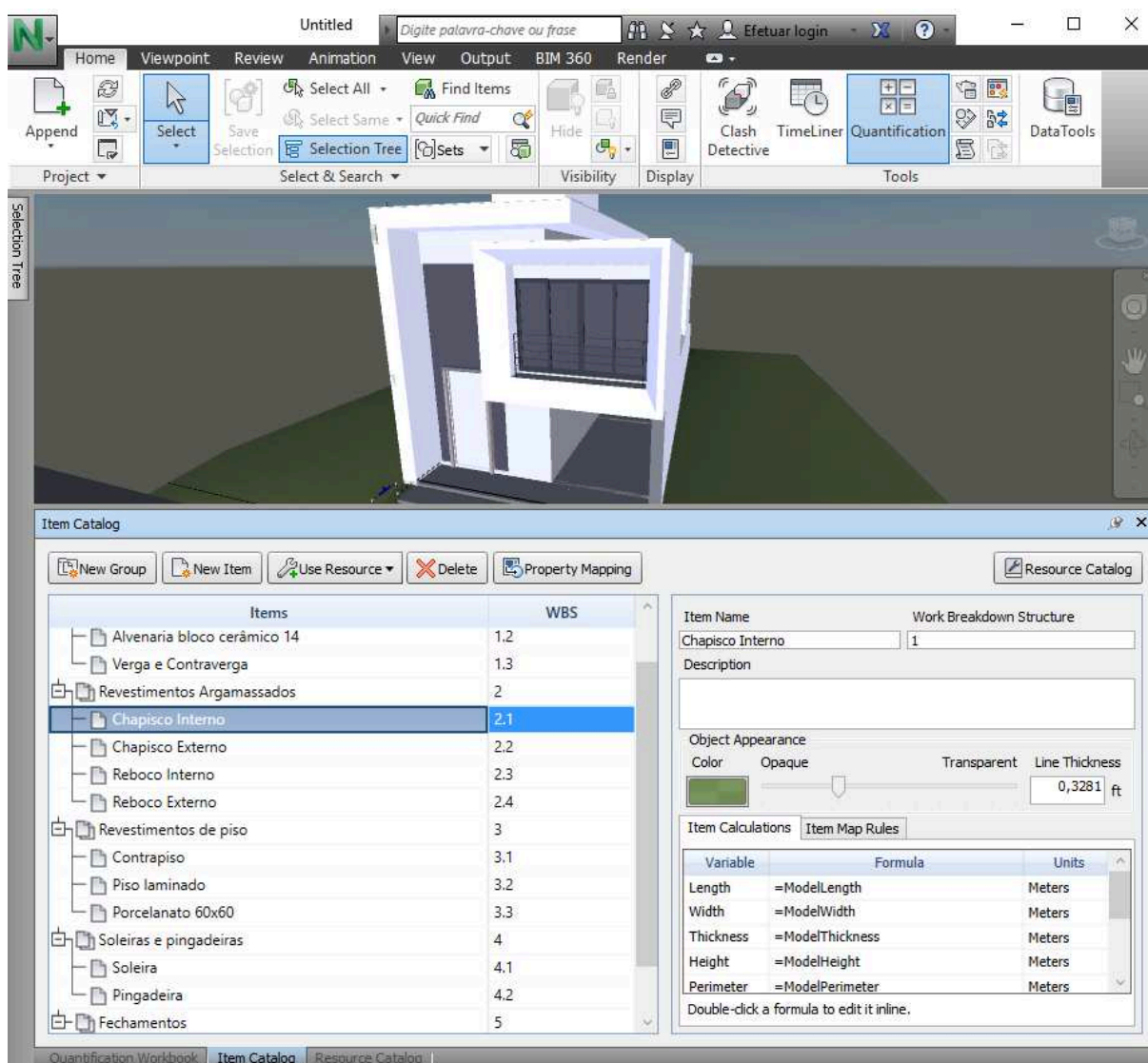
Figura 24 - Layout ferramenta *Quantification*



Autor, 2017.

A ferramenta *Quantification* permite a criação de grupos e itens para organização dos materiais aferidos. Para facilitar a integração com o orçamento, cada item quantificado foi separado em grupos análogos aos utilizados na planilha orçamentaria, conforme figura 25.

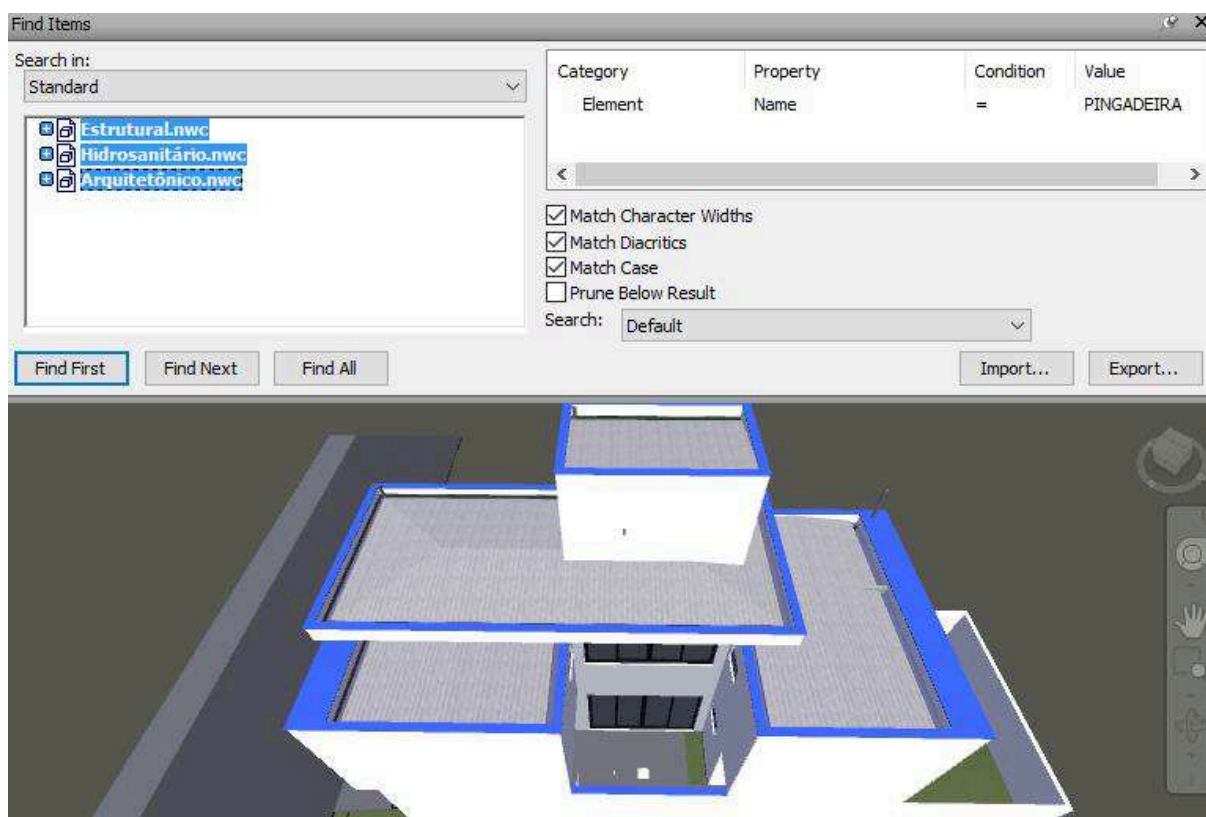
Figura 25 – Criação de grupos na ferramenta *Quantification*



Autor, 2017

Criados os itens, restou selecionar seus respectivos elementos dentro do modelo. Para tanto, utilizou-se outra importante ferramenta do software, chamada *Find Items*. Com esta ferramenta foi possível selecionar itens com as mesmas propriedades, como material ou nome. Na figura 26, exemplifica-se a seleção do item pingadeira, na janela à esquerda indica-se em quais projetos se deseja realizar a busca e na janela à direita determinam-se os parâmetros da busca.

Figura 26 - Seleção do Item Pingadeira



Autor, 2017

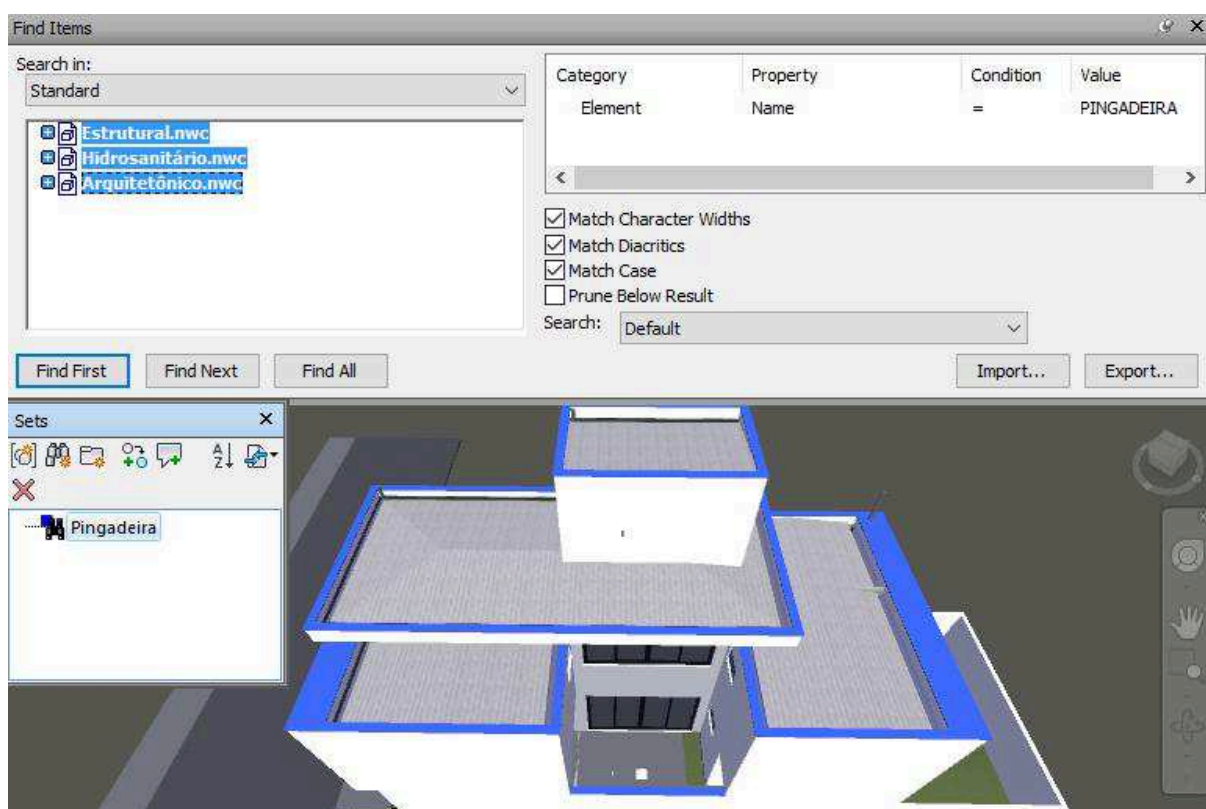
Após a seleção, é possível seguir dois processos para extração das quantidades. O primeiro consiste em selecionar o item criado na janela *quantification* e solicitar a extração das quantidades. O segundo envolve salvar a busca realizada na ferramenta *Find items* (Figura 27) e posteriormente solicitar a extração das quantidades no item desejado.

A diferença entre os dois processos está na continuidade dos dados. Ao salvar a busca realizada na ferramenta *Find items*, o *software* Navisworks fornece ao usuário

a facilidade de atualizar suas buscas quando o projeto é modificado. Isto é, caso alterações sejam realizadas dentro do programa REVIT os elementos adicionados ou removidos do projeto serão computados na busca facilitando a revisão das quantidades.

Para este trabalho, foi utilizado o segundo processo.

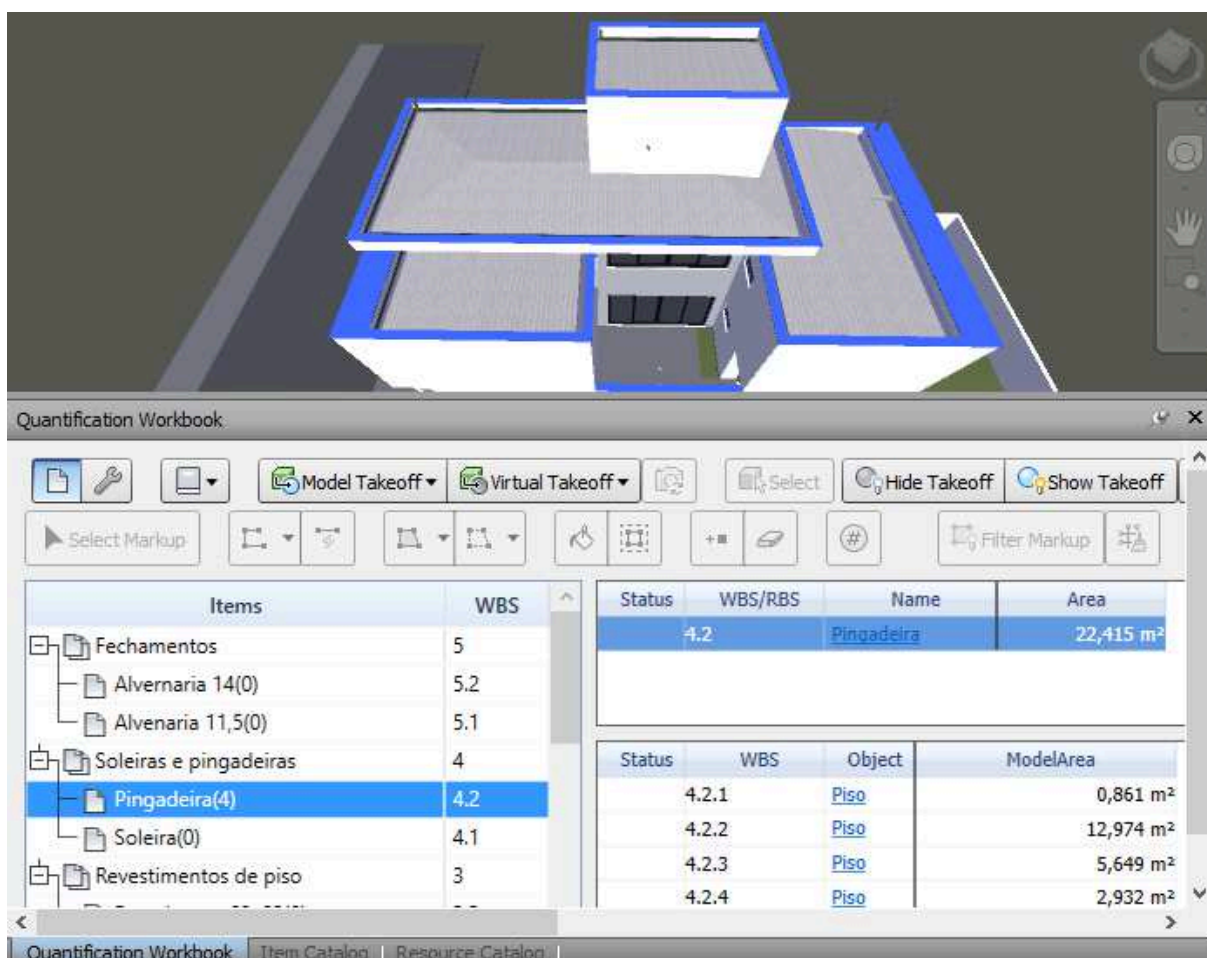
Figura 27 - Salvar busca realizada na ferramenta *Find Items*



Autor, 2017

Selecionados os elementos a serem quantificados e seu respectivo item na ferramenta *Quantification*, solicitou-se a extração das quantidades, cujo resultado está na figura 28. Na aba direita têm-se duas janelas: a superior representa o resumo e soma das quantidades dos elementos selecionados e a inferior a discriminação de cada elemento.

Figura 28 - Extração das quantidades



Autor, 2017

Seguiu-se o mesmo processo para todos os itens que se desejava obter quantidades e ao finalizar os dados foram exportados para uma planilha Excel através da opção *export catalogs* da ferramenta *Quantification*.

3.5.2 Planilha Orçamentaria

Com o intuito de organização e para facilitar posterior vínculo com o planejamento, os insumos da planilha foram separados em 5 níveis conforme figura 29.

Figura 29 - Divisão da planilha orçamentaria em níveis

Nível	Item	Serviço	Unidade	Composiç	Quantidade	Custo Uni	Custo Total
1	4	Fechamentos					R\$9.527,84
2	4.1	Alvenaria					R\$9.155,42
3	4.1.1	Alvenaria Bloco Cerâmico					R\$9.155,42
4	4.1.1.1	Alvenaria Bloco Cerâmico 11,5x19x19cm	m ²		430		R\$8.541,81
5	4.1.1.1.1	Tijolo Ceramico Furado 11,5x19x19	un	36	15480	R\$0,42	R\$6.501,60
5	4.1.1.1.2	Argamassa para assentamento	m ³	0,035	15,05	R\$68,00	R\$1.023,40
5	4.1.1.1.3	Cimento	kg	4,75	2042,5	R\$0,48	R\$976,32
5	4.1.1.1.4	Impermeabilizante Sika 1 18l	un	0,001666667	0,716666667	R\$56,50	R\$40,49
4	4.1.1.2	Alvenaria Bloco Cerâmico 14x19x19cm	m ²		25		R\$613,62
5	4.1.1.2.1	Tijolo Ceramico Furado 14x19x19	un	36	900	R\$0,55	R\$495,00
5	4.1.1.2.2	Argamassa para assentamento	m ³	0,035	0,875	R\$68,00	R\$59,50
5	4.1.1.2.3	Cimento	kg	4,75	118,75	R\$0,48	R\$56,76
5	4.1.1.2.4	Impermeabilizante Sika 1 18l	un	0,001666667	0,041666667	R\$56,50	R\$2,35
0							
2	4.2	Verga e Contraverga					R\$372,42
3	4.2.1	Verga e Contraverga					R\$372,42
4	4.2.1.1	Verga e Contraverga	m ³		0,5522		R\$372,42
5	4.2.1.1.1	Areia média	m ³	0,93	0,513546	R\$70,00	R\$35,95
5	4.2.1.1.2	Brita	m ³	0,21	0,115962	R\$80,00	R\$9,28
5	4.2.1.1.3	Brita 2	m ³	0,63	0,347886	R\$80,00	R\$27,83
5	4.2.1.1.4	Cimento	kg	268	147,9896	R\$0,48	R\$70,74
5	4.2.1.1.5	Barra CA50 10,0mm - 12 metros	un	10	5,522	R\$22,15	R\$122,31
5	4.2.1.1.6	Arame recozido N18	kg	1,2	0,66264	R\$6,40	R\$4,24
5	4.2.1.1.7	Prego 17x27	kg	2,13	1,176186	R\$6,15	R\$7,23
5	4.2.1.1.8	Pontaleta de pinus (7,5x7,5)cm	m	32	17,6704	R\$1,86	R\$32,87
5	4.2.1.1.9	Régua de pinus (2,5x10x300)cm	m	16,3	9,00086	R\$0,75	R\$6,75
5	4.2.1.1.10	Tábua de pinus (2,5x25x300)cm	m ²	10	5,522	R\$10,00	R\$55,22

Autor, 2017


As composições e preços que não representam serviços específicos, foram importadas diretamente de planilha base da construtora.

A fim de viabilizar a exportação de níveis específicos e facilitar o entendimento da planilha, elaborou-se uma tabela lateral que permite a seleção dos itens. Esta tabela foi elaborada com o auxílio da ferramenta tabela dinâmica do Excel. Na figura 30 é possível visualizar seu funcionamento, no caso apenas os itens de nível 1, 2 e 3 foram solicitados.

Figura 30 - Tabela de seleção dos níveis

 **ORÇAMENTO - CASA BIGUAÇU**

Nível	Item	Serviço	Custo Total
1	1	Serviços Preliminares	R\$3.603,40
2	1.1	Serviços Preliminares	R\$3.603,40
3	1.1.1	Barracão de obras	R\$1.889,56
3	1.1.2	Tapume	R\$334,16
3	1.1.3	Entrada Provisória	R\$989,58
3	1.1.4	Locação de obra	R\$390,10
1	2	Infra-Estrutura	R\$11.105,87
2	2.1	Infra-Estrutura	R\$11.105,87
3	2.1.1	Fundações	R\$7.000,00
3	2.1.2	Vigas de Baldrame	R\$4.105,87
1	3	Estrutura	R\$26.489,94
2	3.1	Térreo	R\$5.736,67
3	3.1.1	Laje	R\$2.395,26
3	3.1.2	Pilares	R\$3.341,41
2	3.2	Superior	R\$8.736,36
3	3.2.1	Vigas	R\$4.326,53
3	3.2.2	Lajes	R\$2.741,62
3	3.2.3	Pilares	R\$1.668,20

Nível  

0

1

2

3

4

5

Autor, 2017

3.6 PLANEJAMENTO

Para etapa de planejamento da obra foi utilizado o *software* Microsoft Project. Em um primeiro momento foi desenvolvida a estrutura analítica de projeto (EAP). A elaboração da EAP iniciou-se por uma listagem das tarefas MACRO do projeto (figura 31), as quais posteriormente foram subdivididas em etapas menores e mais específicas, que por sua vez foram divididas em etapas ainda menores, até atingir o nível de detalhe desejado.

A subdivisão de etapas foi embasada em outros planejamentos realizados dentro da empresa e contou com o auxílio do engenheiro Alessandro Costenaro, responsável pela área na construtora.

Figura 31 – Tarefas MACRO do projeto

- ▷ **1 Serviços Preliminares e Instalações Provisória**
- ▷ **2 Infraestrutura**
- ▷ **3 Supraestrutura**
- ▷ **4 Alvenaria de Vedação**
- ▷ **5 Instalações Hidrossanitárias**
- ▷ **6 Instalações Elétricas**
- ▷ **7 Instalações de Gás**
- ▷ **8 Instalações de Climatização**
- ▷ **9 Revestimentos Argamassados**
- ▷ **10 Cobertura**
- ▷ **11 Contrapiso e Regularização**
- ▷ **12 Impermeabilização**
- ▷ **13 Revestimentos**
- ▷ **14 Forro de Gesso**
- ▷ **15 Esquadrias e Rodapé**
- ▷ **16 Pinturas**
- ▷ **17 Louças e Metais**
- ▷ **18 Complementos**
- ▷ **19 Limpeza**
- ▷ **20 Administrativo**

Autor, 2017

Finalizada a EAP do projeto passou-se a etapa de interdependência entre atividades. Nesta etapa foram levadas em consideração não apenas as relações término/início, que costumam ser lógicas, mas também a necessidade de espera entre uma atividade e outra. A título de exemplo, cita-se a retirada de escoras e formas inferiores realizada 25 (vinte e cinco) dias após o término da atividade de concretagem.

As definições de interdependência entre as atividades se deram por meio de: conhecimento próprio do autor, auxílio do responsável técnico, estudo de cronogramas anteriores e reunião com a empreiteira responsável.

O passo final consistiu na estimativa da duração das atividades (Figura 32). Nesta etapa é de substancial importância o conhecimento da disponibilidade do recurso de mão de obra disponível pela empresa e da produtividade dessa mão de

obra. Por esse motivo as durações foram estimadas em um primeiro momento conforme a experiência do responsável técnico conhecedor do padrão na empresa e em um segundo momento em reunião com a empreiteira responsável pela obra.

Figura 32 - Definição das durações das atividades

Nome da Tarefa	Duração	Predecessoras
2 Infraestrutura	13 dias	
2.1 Fundações por Estaca	2 dias	5
2.2 Blocos, Pilares de Colarinho e Vigas de Ba	12 dias	
2.2.1 Forma	5 dias	8
2.2.2 Armadura	6 dias	10TT
2.2.3 Concretagem	1 dia	11
2.2.4 Retirada da forma	1 dia	12TI+2 diasd
2.2.5 Impermeabilização	2 dias	13
2.2.6 Reaterro e compactação	2 dias	14
3 Supraestrutura	40 dias	
3.1 Pilares Térreo	11 dias	
3.1.1 Forma	4 dias	15
3.1.2 Armadura	4 dias	18TT
3.1.3 Retirada da forma	1 dia	25TI+2 diasd
3.2 Vigas e Laje teto Térreo e escada	17 dias	
3.2.1 Forma	5 dias	18
3.2.2 Armadura Vigas e Escada	5 dias	22TT
3.2.3 Laje pré-moldada	1 dia	23TT
3.2.4 Concretagem	1 dia	24
3.2.5 Retirada das formas laterais	1 dia	25TI+2 diasd
3.2.6 Retirada das Escoras e Formas Inferio	1 dia	25TI+15 diasd

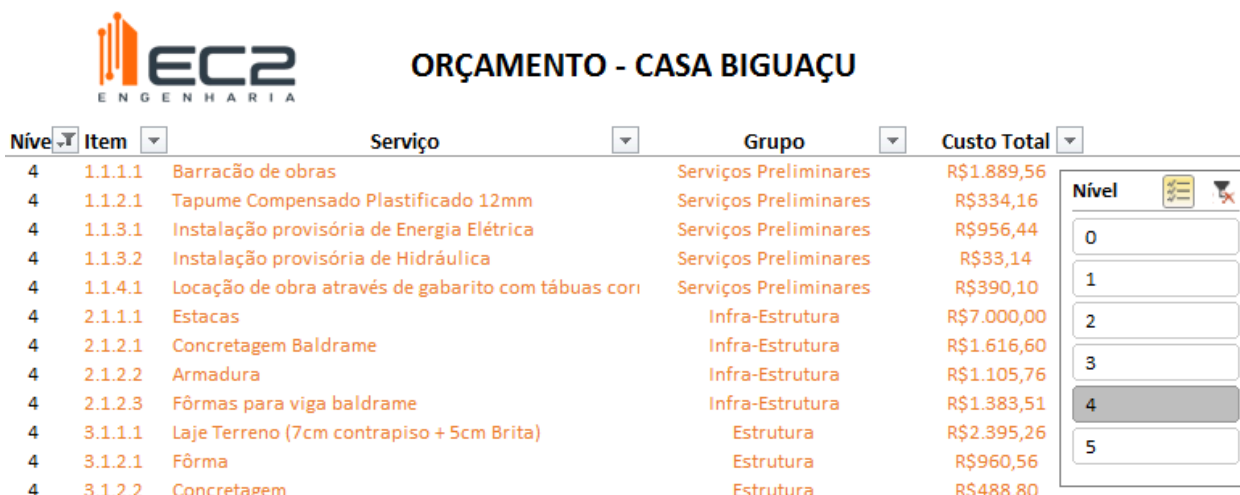
Autor, 2017

3.7 FÍSICO E FINANCEIRO

Para atrelar o cronograma físico realizado na etapa anterior com o orçamento realizado, utilizou-se também a ferramenta *MS Project*. Como o cronograma físico já estava desenvolvido, restou adicionar os custos de materiais e serviços à cada etapa.

Para tanto, utilizou-se o orçamento que havia sido realizado na ferramenta Excel. Utilizando a tabela dinâmica de níveis elaborada dentro do software, solicitou-se o nível 4 de especificação do orçamento (figura 33). Neste ponto, nota-se a importância da elaboração da tabela dinâmica, a qual facilita muito o processo.

Figura 33 - Nível quatro do orçamento



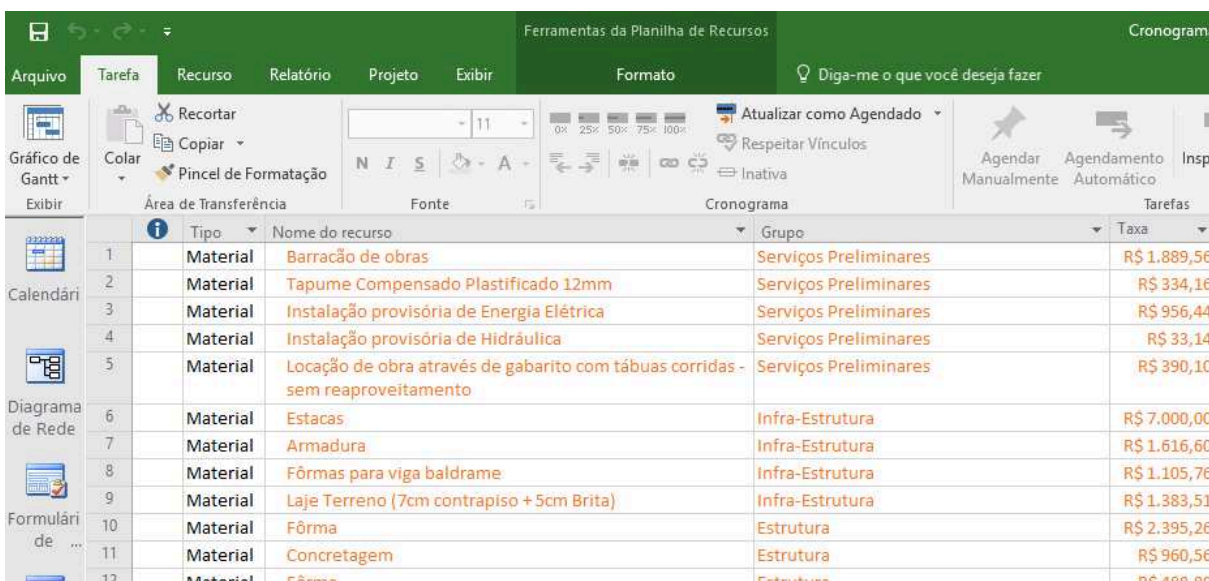
ORÇAMENTO - CASA BIGUAÇU

Nível	Item	Serviço	Grupo	Custo Total
4	1.1.1.1	Barracão de obras	Serviços Preliminares	R\$1.889,56
4	1.1.2.1	Tapume Compensado Plastificado 12mm	Serviços Preliminares	R\$334,16
4	1.1.3.1	Instalação provisória de Energia Elétrica	Serviços Preliminares	R\$956,44
4	1.1.3.2	Instalação provisória de Hidráulica	Serviços Preliminares	R\$33,14
4	1.1.4.1	Locação de obra através de gabarito com tábuas cori	Serviços Preliminares	R\$390,10
4	2.1.1.1	Estacas	Infra-Estrutura	R\$7.000,00
4	2.1.2.1	Concretagem Baldrame	Infra-Estrutura	R\$1.616,60
4	2.1.2.2	Armadura	Infra-Estrutura	R\$1.105,76
4	2.1.2.3	Fôrmas para viga baldrame	Infra-Estrutura	R\$1.383,51
4	3.1.1.1	Laje Terreno (7cm contrapiso + 5cm Brita)	Estrutura	R\$2.395,26
4	3.1.2.1	Fôrma	Estrutura	R\$960,56
4	3.1.2.2	Concretagem	Estrutura	R\$488,80

Autor, 2017

Selecionado o nível 4, abriu-se a janela planilha de recursos do Project e importou-se os dados conforme figura 34.

Figura 34 - Importação dos dados do orçamento para *Ms Project*



	Tipo	Nome do recurso	Grupo	Taxa
1	Material	Barracão de obras	Serviços Preliminares	R\$ 1.889,56
2	Material	Tapume Compensado Plastificado 12mm	Serviços Preliminares	R\$ 334,16
3	Material	Instalação provisória de Energia Elétrica	Serviços Preliminares	R\$ 956,44
4	Material	Instalação provisória de Hidráulica	Serviços Preliminares	R\$ 33,14
5	Material	Locação de obra através de gabarito com tábuas corridas - sem reaproveitamento	Serviços Preliminares	R\$ 390,10
6	Material	Estacas	Infra-Estrutura	R\$ 7.000,00
7	Material	Armadura	Infra-Estrutura	R\$ 1.616,60
8	Material	Fôrmas para viga baldrame	Infra-Estrutura	R\$ 1.105,76
9	Material	Laje Terreno (7cm contrapiso + 5cm Brita)	Infra-Estrutura	R\$ 1.383,51
10	Material	Fôrma	Estrutura	R\$ 2.395,26
11	Material	Concretagem	Estrutura	R\$ 960,56
12	Material	Fôrma	Estrutura	R\$ 488,80

Autor, 2017

Após importação, os recursos foram alocados em conformidade com suas atividades correspondentes (figura 35).

Figura 35 - Alocação dos recursos

	Nome da Tarefa	Nome dos recursos	Custo
1	1 Serviços Preliminares e Instalações Provisórias	Mão de Obra Empreiteira[0,02]	R\$ 4.772,99
2	1.1 Ligação Provisória de Energia	Instalação provisória de Energia Elétrica[1]	R\$ 956,44
3	1.2 Ligação Provisória Hidrossanitária	Instalação provisória de Hidráulica[1]	R\$ 33,14
4	1.3 Barraco	Barracão de obras[1]	R\$ 1.889,56
5	1.4 Locação da obra	Locação de obra através de gabarito com tábuas corrugadas[1]	R\$ 390,10
6	1.5 Tapume da Obra	Tapume Compensado Plastificado 12mm[1]	R\$ 334,16
7	2 Infraestrutura	Mão de Obra Empreiteira[0,05]	R\$ 14.129,84
8	2.1 Fundações por Estaca	Estacas[1]	R\$ 7.000,00
9	2.2 Blocos, Pilares de Colarinho e Vigas de Baldrame		R\$ 4.205,87
10	2.2.1 Forma	Fôrmas para viga baldrame[1]	R\$ 1.383,51
11	2.2.2 Armadura	Armadura[1]	R\$ 1.105,76
12	2.2.3 Concretagem	Concretagem[1]	R\$ 1.616,60
13	2.2.4 Retirada da forma		R\$ 0,00
14	2.2.5 Impermeabilização	Impermeabilização Sapatas/Baldrame - 2 demão[1]	R\$ 100,00

Autor, 2017

Os recursos de mão de obra foram alocados apenas pelo custo, isto porque o número de trabalhadores disponíveis para execução das tarefas não dependia da construtora EC2 e sim da empreiteira contratada. A divisão respeitou valores fixados em contrato, de R\$ 60.479,30 (Sessenta mil quatrocentos e setenta e nove reais e trinta e centavos), sendo R\$ 3.023,97 (três mil e vinte e três reais e noventa e sete centavos) de entrada e o restante dividido em:

- a) Serviços preliminares e instalações provisórias – R\$ 429,00 (0,71%)
- b) Locação da obra – R\$ 429,00 (0,71%)
- c) Infraestrutura – R\$ 3.232,10 (5,35%)
- d) Supraestrutura – R\$ 14.801,00 (24,47%)
- e) Alvenaria de Vedação – R\$ 5.362,70 (8,86%)
- f) Instalações Hidrossanitárias – R\$ 3.861,10 (6,38%)
- g) Instalações Elétricas – R\$ 5.148,20 (8,51%)

- h) Revestimentos argamassados – R\$ 8.365,80 (13,83%)
- i) Cobertura – R\$ 3.861,10 (6,38%)
- j) Muro – R\$ 2.000,00 (3,33%)
- k) Contrapiso e Regularização – R\$ 858,00 (1,35%)
- l) Impermeabilização – R\$ 1.072,60 (1,77%)
- m) Revestimentos – R\$ 4.290,20 (6,92%)
- n) Esquadrias e Rodapé – R\$ 858,00 (1,42%)
- o) Entrega – R\$ 3.023,97 (5,00%)

Com os recursos devidamente alocados foi possível gerar a curva S da obra diretamente pela ferramenta relatórios do *MS Project*.

3.8 MODELO 5D

De posse do cronograma físico e financeiro elaborado na ferramenta *Ms Project* e do modelo 3D, iniciou-se a preparação para obter a modelagem 5D.

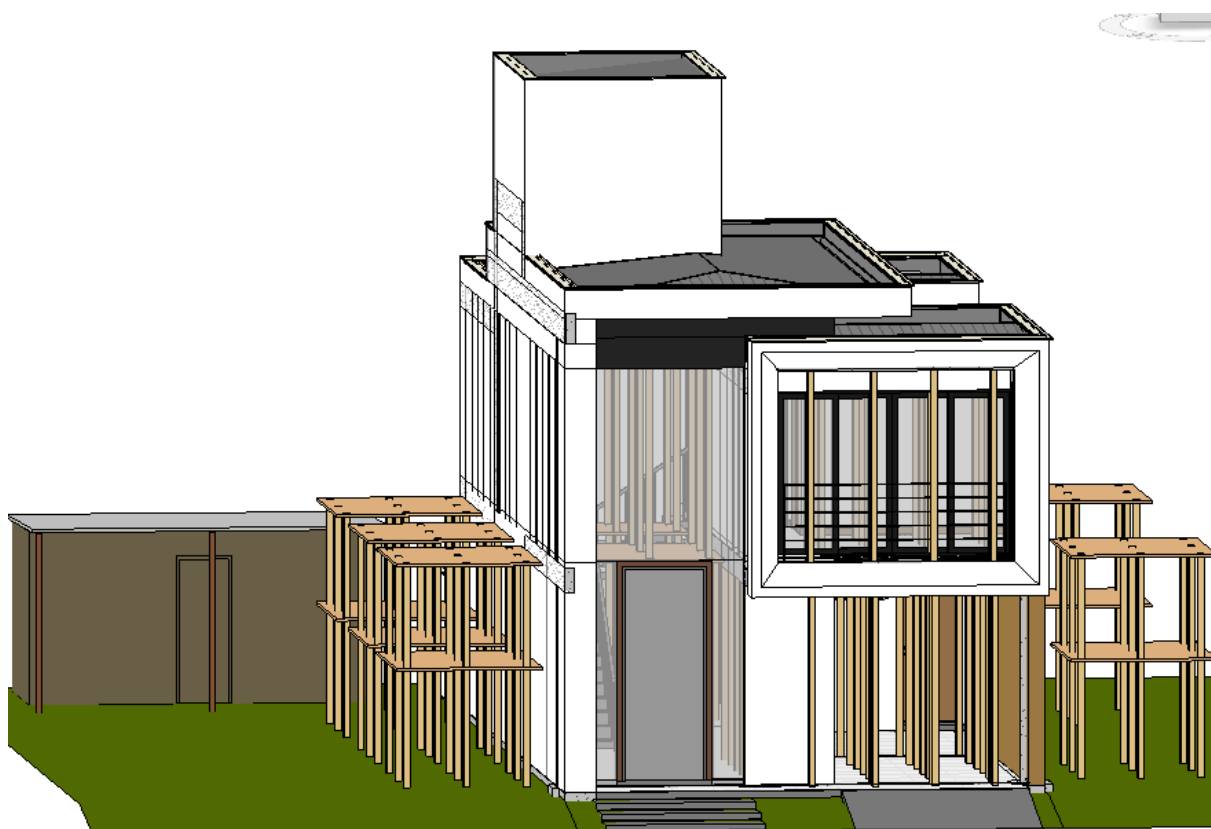
Para tal foi utilizado o software Navisworks, o qual permite integração entre elementos 3D, tarefas e custos.

3.8.1 Alterações do modelo 3D

O software Navisworks não permite modelagem de elementos, apenas análise e atribuição de informações. Os elementos escoras e andaimes, importantes tarefas dentro do planejamento, não haviam sido modelados até então, de modo que foi necessária a modelagem dos mesmos. Para tal, utilizou-se o software Revit. Os itens

modelados nesta etapa foram: Barraco de obras, escoras e andaime e podem ser vistos na figura 36.

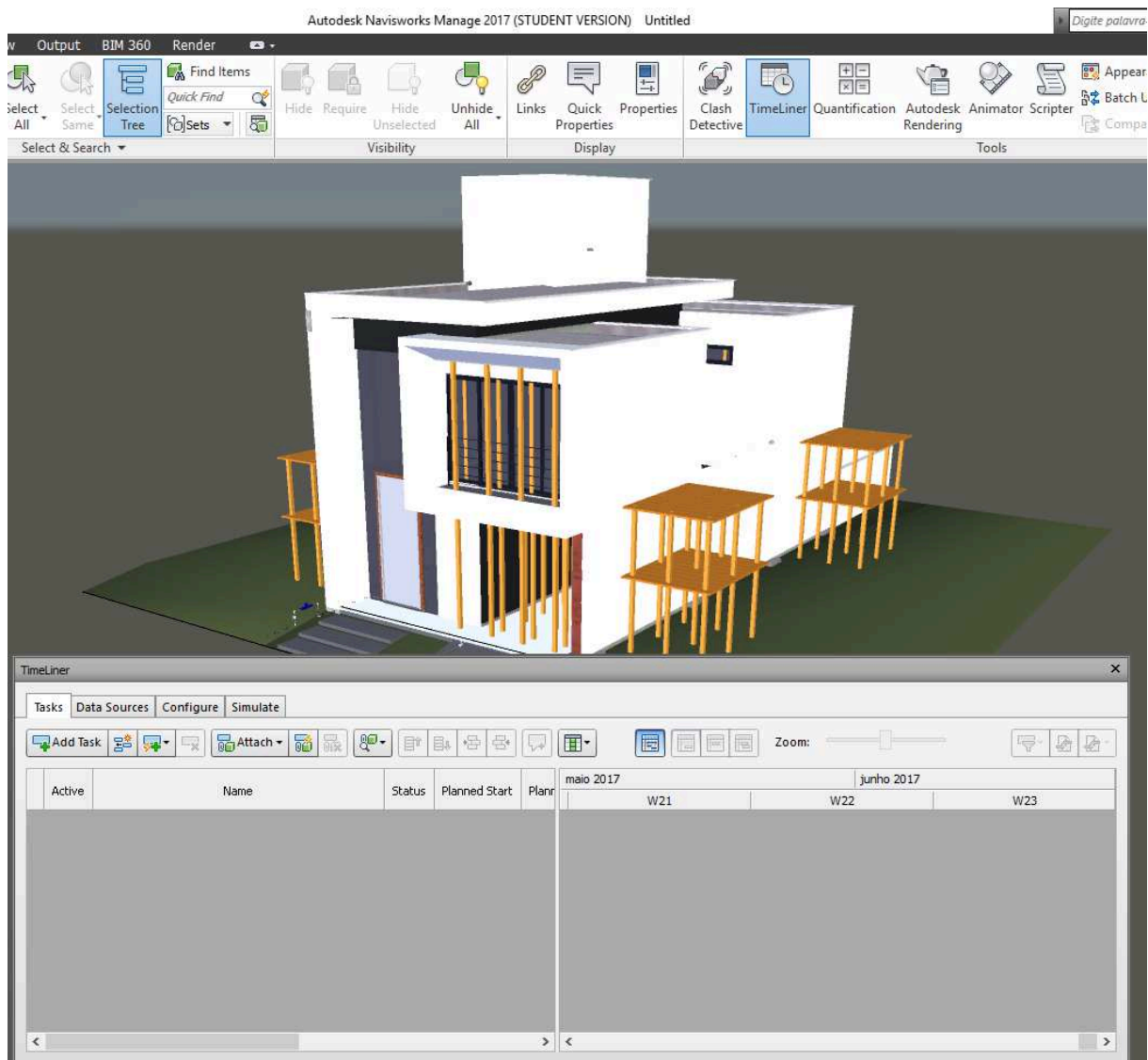
Figura 36 - Alterações do modelo 3D



Autor, 2017

3.8.2 Importação dos dados

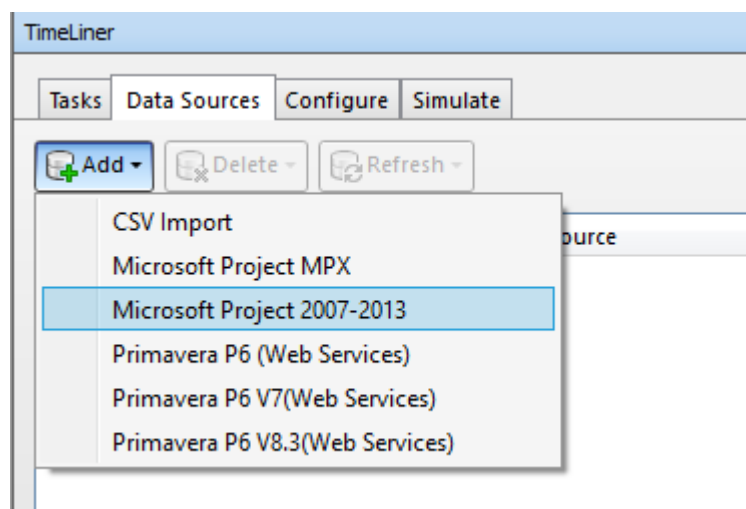
De posse do modelo 3D final, iniciou-se a importação das informações de planejamento físico e financeiro. A ferramenta do Navisworks utilizada chama-se *TimeLiner* (figura 37). Esta ferramenta permite importar os dados gerados no Ms Project e atrelar aos elementos do modelo previamente carregados no Navisworks.

Figura 37 - Layout da ferramenta *TimeLiner*

Autor, 2017

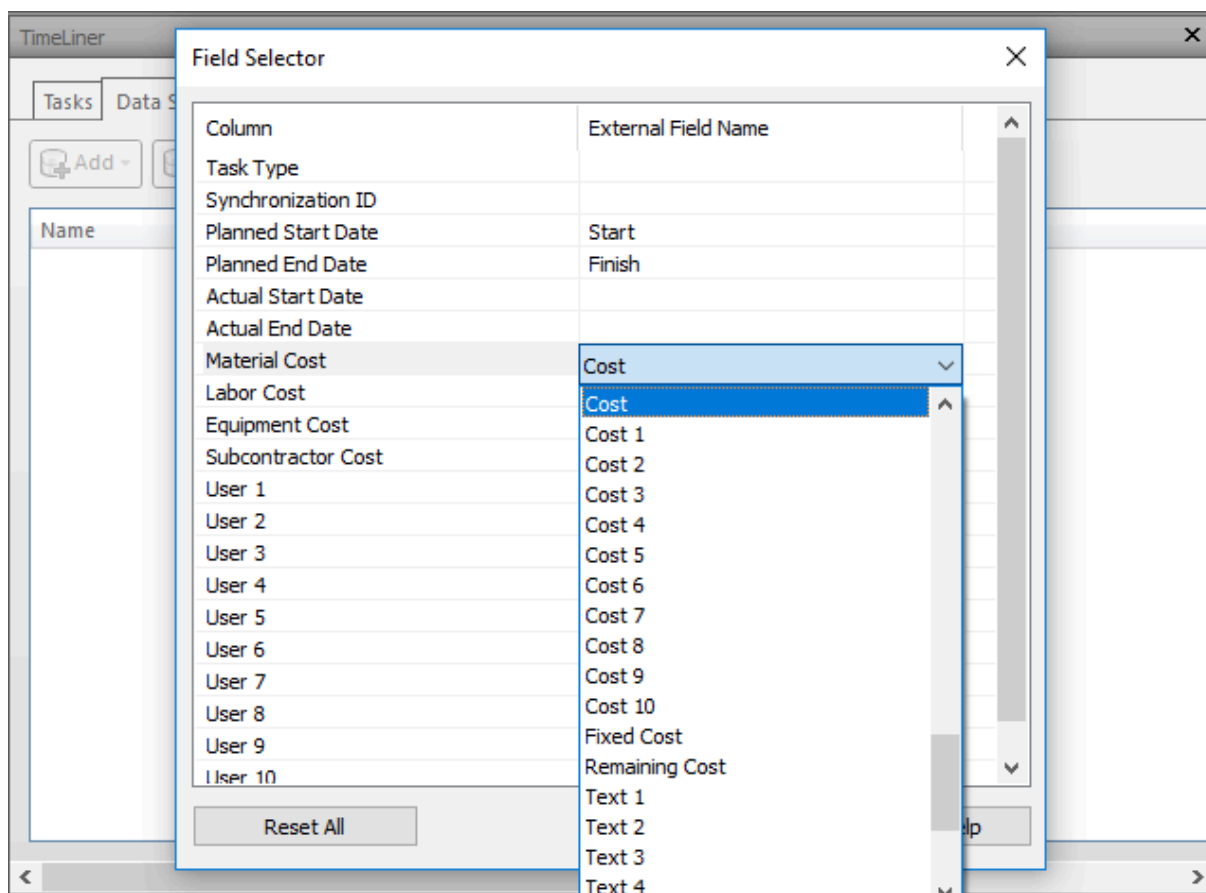
Para a importação dos dados de cronograma físico e financeiro, o autor solicitou a aba “*data sources*” dentro da ferramenta *TimeLiner* e a opção *add Microsoft Project* (figura 38), após selecionar o arquivo Project desejado o Navisworks abre uma tabela a qual permite atrelar as colunas padrão do software com os dados importados, conforme pode ser visto na figura 39 a esquerda estão as colunas padrão do Navisworks e a direita seleciona-se as colunas do arquivo Project que fornecerão a informação.

Figura 38 - Importação do arquivo Ms Project



Autor, 2017

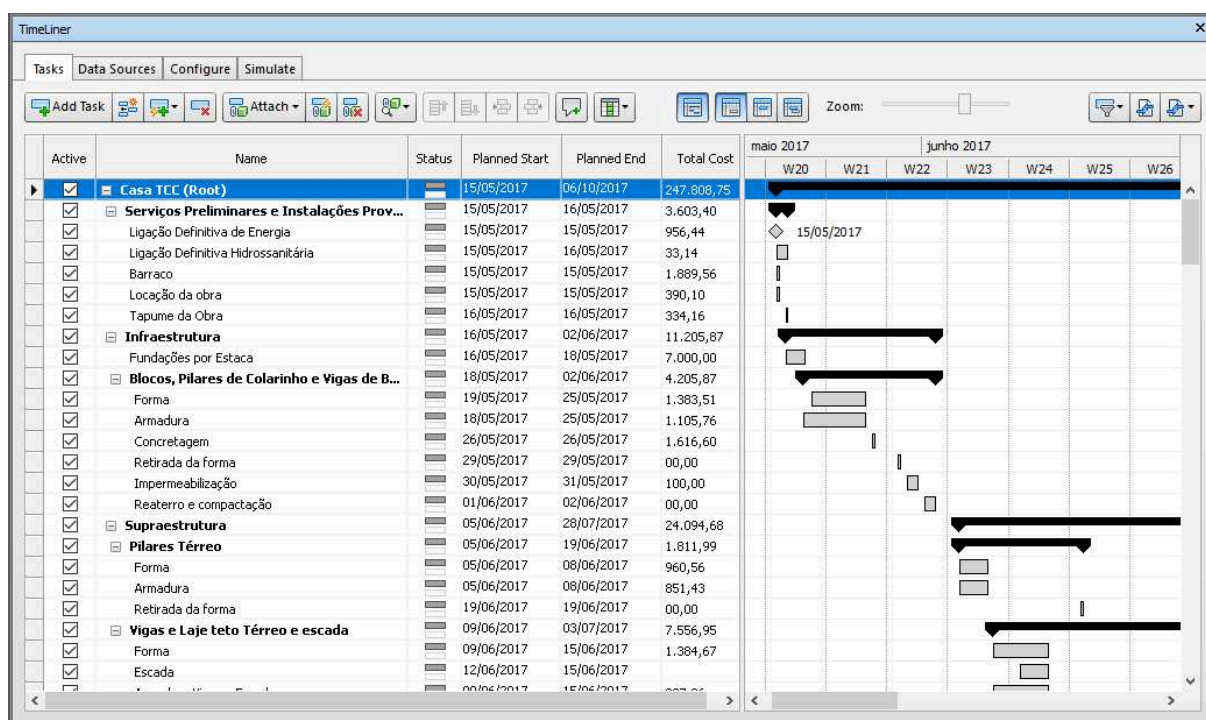
Figura 39 - Seleção dos dados importados pelo Naviswork



Autor, 2017

Após a importação dos dados o programa Navisworks apresenta as tarefas através de uma lista hierarquizada e um gráfico de Gantt, funcionamento muito similar o Ms Project (Figura 40).

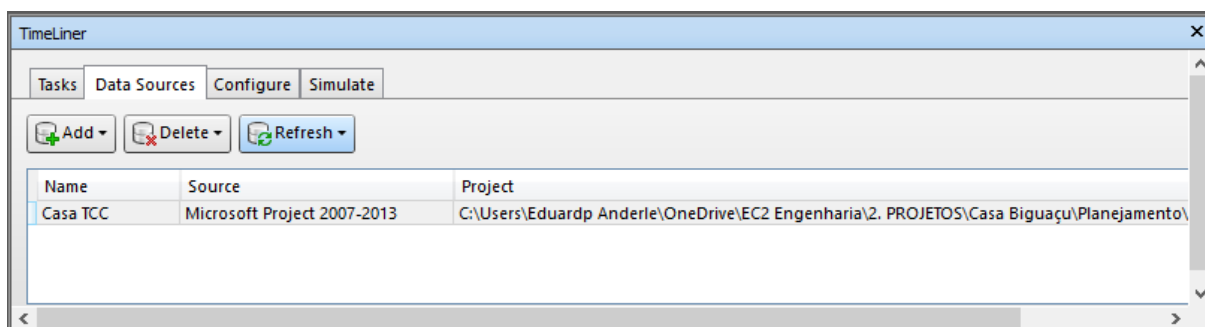
Figura 40 - EAP e Gantt na ferramenta Timeliner



Autor, 2017

Caso seja necessária a inserção de novas tarefas e atualização das datas e custos pode-se utilizar diretamente a ferramenta Navisworks ou atualizar o arquivo que está fornecendo os dados para análise. As modificações que surgiram no decorrer deste estudo utilizaram a segunda opção, respeitando o padrão da empresa, que faz uso do Ms Project para planejamento e controle. Para atualizar os dados dentro do Navisworks após alterações no Ms Project, selecionou-se a opção *refresh* na aba *Data Sources* da ferramenta *Timeline*, conforme figura 41.

Figura 41 - Atualizar dados importados

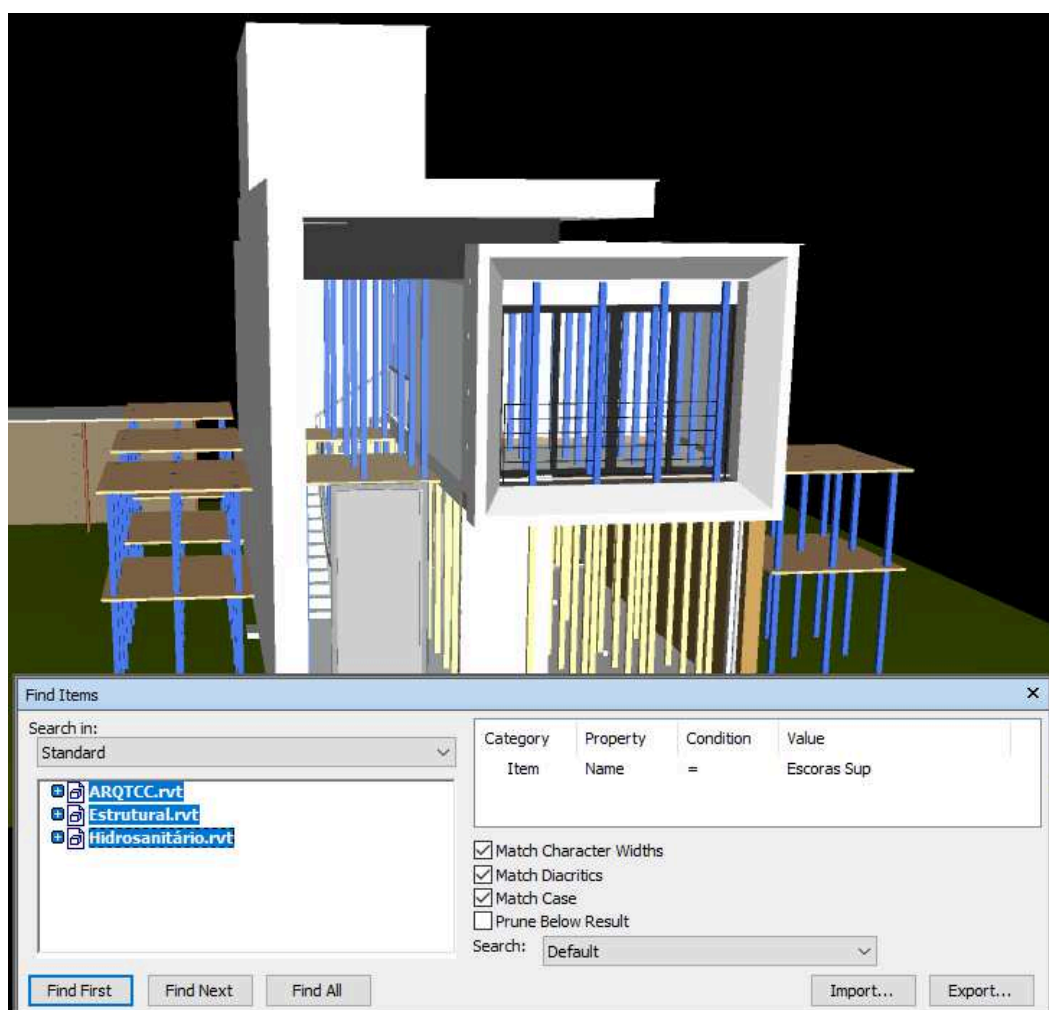


Autor, 2017

3.8.3 Integração 3D, Tempo e Custo

Inseridas as informações de cronograma físico e financeiro, iniciou-se a integração entre os elementos do modelo 3D e suas respectivas tarefas. Para tanto foi necessário identificar e selecionar os elementos, a grande maioria das seleções já existiam provenientes da etapa de quantificação dos objetos apresentada no capítulo 3.5.1. Porém, algumas alterações foram necessárias, entre elas a seleção das modelagens recém feitas de escoras e andaimes, para tanto utilizou-se outra vez a ferramenta *Find Items* (figura 42) explicada no capítulo 3.5.1.

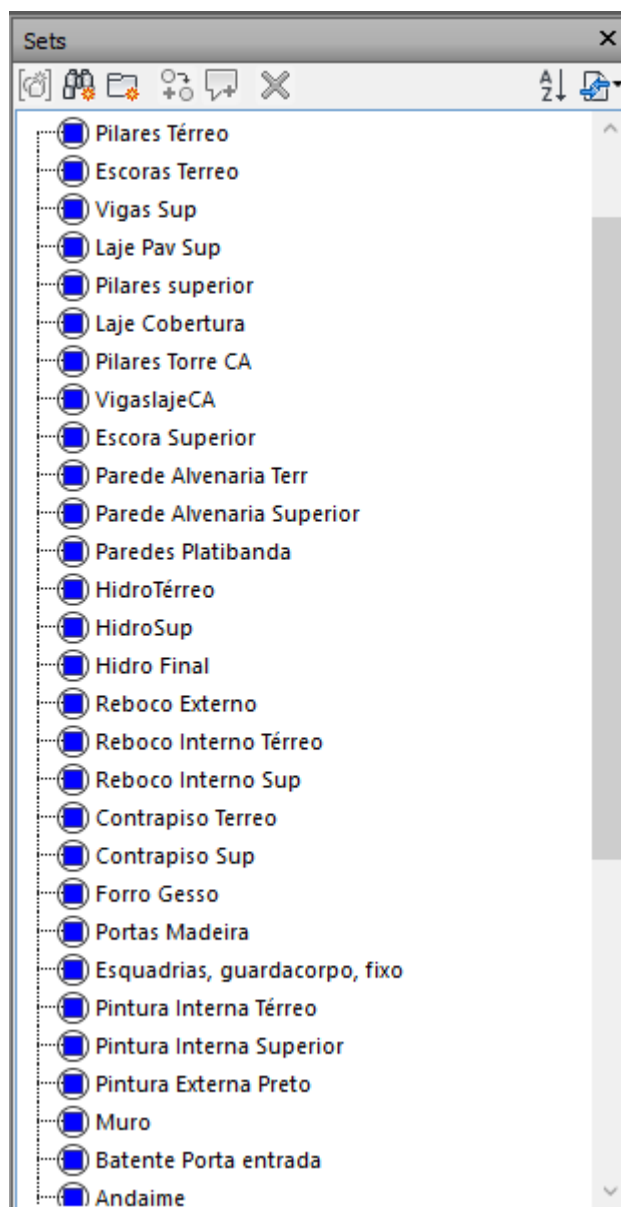
Figura 42 - Seleção do escoramento através da ferramenta Find Items



Autor, 2017

O processo de identificação e seleção dos grupos de elementos resultou em uma lista, chamada *Sets* conforme figura 43.

Figura 43 - Seleção dos elementos



Autor, 2017

Com a seleção dos objetos preparada, a integração se deu através da ferramenta *TimeLiner*, aba *Tasks*, opção *Attach*. O autor seguiu a EAP importada do planejamento físico e ao identificar a seleção relativa a atividade em questão, o autor solicitava a opção *Attach*. Na figura 44, verifica-se algumas seleções inseridas em suas respectivas tarefas.

Figura 44 - Integração entre elementos e cronograma

Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Total Cost	Attached
<input checked="" type="checkbox"/>	Reaterro e compactação		01/06/2017	02/06/2017	00,00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Supraestrutura		05/06/2017	28/07/2017	24.094,68	
<input checked="" type="checkbox"/>	Pilares Térreo		05/06/2017	19/06/2017	1.811,99	
<input checked="" type="checkbox"/>	Forma		05/06/2017	08/06/2017	960,56	Sets->Pilares Térreo
<input checked="" type="checkbox"/>	Armadura		05/06/2017	08/06/2017	851,43	
<input checked="" type="checkbox"/>	Retirada da forma		19/06/2017	19/06/2017	00,00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Vigas e Laje teto Térreo e escada		09/06/2017	03/07/2017	7.556,95	
<input checked="" type="checkbox"/>	Forma		09/06/2017	15/06/2017	1.384,67	Sets->Vigas Sup
<input checked="" type="checkbox"/>	Escada		12/06/2017	15/06/2017		Sets->Escada
<input checked="" type="checkbox"/>	Armadura Vigas e Escada		09/06/2017	15/06/2017	987,26	
<input checked="" type="checkbox"/>	Laje pré-moldada		13/06/2017	15/06/2017	1.941,28	Sets->Laje Pav Sup
<input checked="" type="checkbox"/>	Concretagem		16/06/2017	16/06/2017	3.243,74	
<input checked="" type="checkbox"/>	Escoras Térreo		09/06/2017	09/06/2017		Sets->Escoras Terreo
<input checked="" type="checkbox"/>	Retirada das formas laterais		19/06/2017	19/06/2017	00,00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Retirada das Escoras e Formas Inferiores		03/07/2017	03/07/2017	00,00	Sets->Escoras Terreo
<input checked="" type="checkbox"/>	Pilares Pavimento Superior		20/06/2017	03/07/2017	1.986,63	
<input checked="" type="checkbox"/>	Forma		20/06/2017	23/06/2017	1.135,20	Sets->Pilares superior
<input checked="" type="checkbox"/>	Armadura		23/06/2017	23/06/2017	851,43	
<input checked="" type="checkbox"/>	Retirada da forma		03/07/2017	03/07/2017	00,00	
<input checked="" type="checkbox"/>	Vigas e Laje teto Pavimento Superior		26/06/2017	18/07/2017	11.794,13	
<input checked="" type="checkbox"/>	Forma		26/06/2017	29/06/2017	1.959,97	
<input checked="" type="checkbox"/>	Armadura Vigas		26/06/2017	29/06/2017	1.317,61	
<input checked="" type="checkbox"/>	Laje pré-moldada		26/06/2017	29/06/2017	3.875,50	Sets->Laje Cobertura

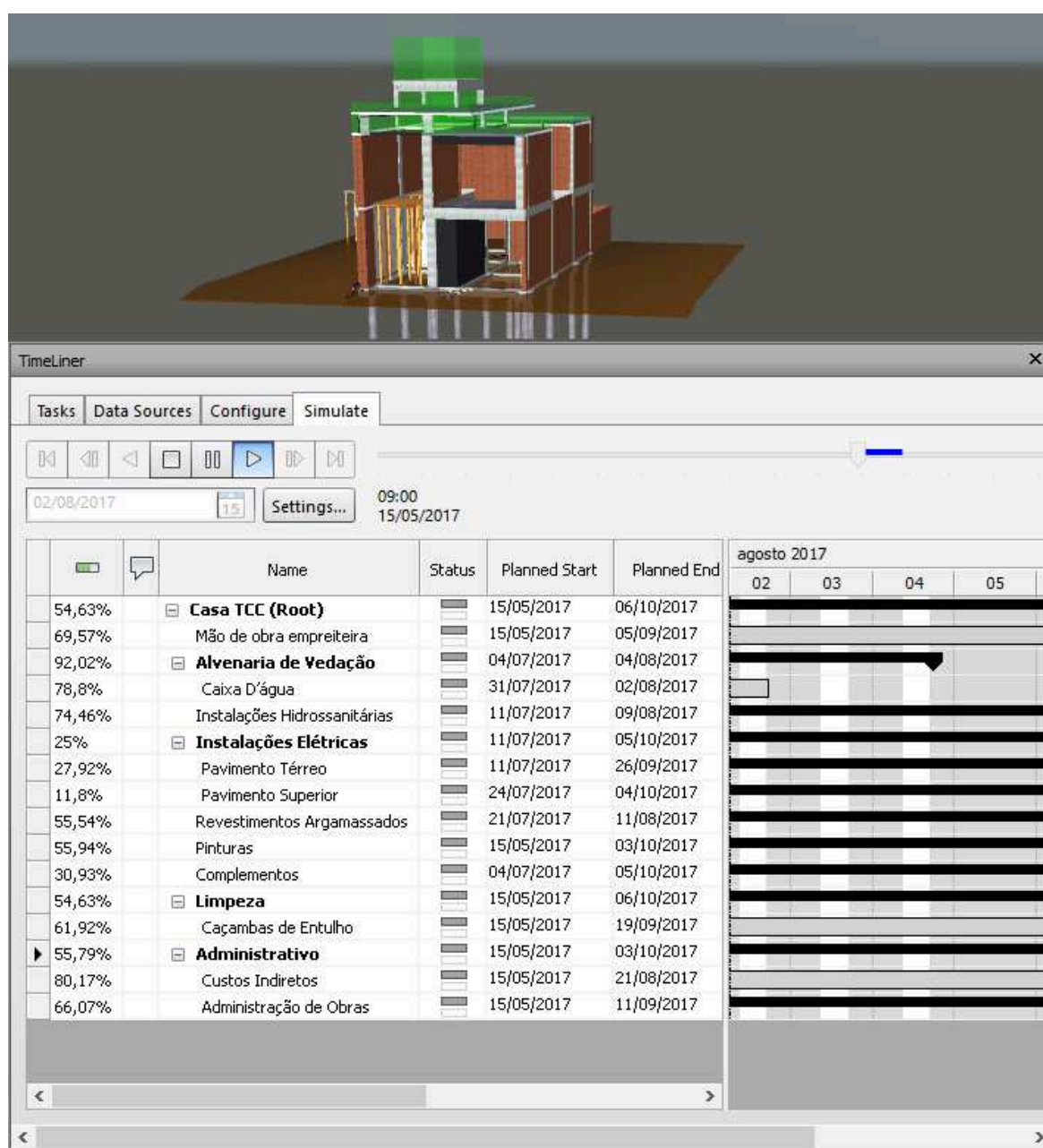
Autor, 2017

Assim, foi possível atrelar cada tarefa e custo com seu respectivo elemento e o modelo até então em 3 Dimensões, passou a ter informações de tempo e custos atingindo as 5 Dimensões previstas no estudo.

3.8.4 Simulação

Inseridas as informações, foi gerada uma simulação da construção. A aba *simulate* da ferramenta *TimeLiner* foi utilizada. De fácil operabilidade, a aba *simulate* tem interface intuitiva conforme mostra a figura 45. Ao solicitar a simulação ela utiliza as datas de cada tarefa do cronograma e gera seus respectivos elementos gráficos, simulando a construção e os custos no tempo.

Figura 45 - Simulação da construção



O acompanhamento da animação gerada pode ser feito na ferramenta *TimeLiner*, que lista as atividades sendo desenvolvidas naquela etapa e suas porcentagens. Na figura 45, pode-se verificar que a data em questão é 02/08/2017 e a atividade resumo chamada Casa TCC estava com 54,63% no seu andamento.

A simulação também pode ser utilizada de maneira pontual, insere-se uma data e a simulação entrega um instantâneo daquele momento e de quais atividades e custos foram solicitados até então. Tanto as simulações em vídeo quanto as pontuais podem ser exportadas em arquivos de vídeo ou imagem para visualização sem a necessidade de obter o software Navisworks.

4. RESULTADOS

4.1 Orçamento

Seguindo os passos descritos no capítulo 3.5 o orçamento foi elaborado. Vale ressaltar que todos os passos cumpriram regras da empresa e o fluxo real de informações e mudanças ocorridas durante a viabilização do empreendimento. Por esse motivo o processo contou com três revisões.

4.1.1 Primeira Revisão

A primeira revisão do orçamento teve como objetivo analisar a viabilidade da incorporação. Por exigência da empresa desde o primeiro orçamento, foi utilizado o método de orçamento analítico, com detalhamento de composições e levantamento de materiais com máxima precisão.

Os níveis utilizados respeitaram o padrão da construtora. O aferimento das quantidades de serviços foram feitos através do software Navisworks e os preços baseados em uma mescla entre acervo da construtora e orçamentos técnicos.

A mão de obra e os custos administrativos foram estimados com o auxílio do responsável técnico.

A primeira revisão, chegou em um custo total de R\$ 268.960,02 (duzentos e sessenta e oito mil, novecentos sessenta reais e dois centavos) e um custo unitário de R\$1.681,00 (Mil seiscientos e oitenta e um reais), valor muito próximo do CUB médio no mês de Junho de 2017 em Santa Catarina, avaliado em R\$ 1697,00 pelo sindicato da indústria da construção. A figura 46 exibe o resumo à nível um do orçamento.

Figura 46 - Nível um da primeira revisão do orçamento

 **ORÇAMENTO - CASA BIGUAÇU**

Nível	Item	Serviço	Custo Total
1	1	Serviços Preliminares	R\$3.630,17
1	2	Infra-Estrutura	R\$11.105,87
1	3	Estrutura	R\$26.811,23
1	4	Fechamentos	R\$9.766,22
1	5	Cobertura	R\$9.304,38
1	6	Impermeabilizações	R\$3.005,00
1	7	Instalações Hidráulicas	R\$8.155,71
1	8	Instalações Elétricas	R\$9.000,00
1	9	Instalações de Gás	R\$3.000,00
1	10	Instalações de Climatização	R\$4.000,00
1	11	Revestimentos de Parede	R\$11.356,85
1	12	Revestimentos de Pisos	R\$9.493,15
1	15	Forro	R\$5.828,00
1	16	Esquadrias e Portas	R\$40.040,00
1	17	Pintura	R\$8.410,57
1	18	Louças e Metais	R\$1.182,87
1	19	Muro	R\$1.000,00
1	20	Serviços Complementares	R\$2.000,00
1	21	Limpeza da Obra	R\$420,00
1	22	Custos Administrativos	R\$26.450,00
1	23	Mão de Obra	R\$75.000,00
TOTAL			R\$268.960,02
CUB:			R\$1.681,00

Nível

Autor, 2017

4.1.2 Segunda Revisão

Após análise da primeira revisão surgiram as primeiras modificações, motivadas pela necessidade de diminuir os custos de execução para viabilizar a incorporação.

Para tanto, a construtora enviou uma série de pedidos de modificações no projeto arquitetônico para o escritório Dorini Arquitetura, entre as quais estava a mudança das dimensões das Esquadrias. A solicitação foi motivada pela análise do “item 16.1 - Esquadrias e Portas”, o qual despertou atenção dos responsáveis pelo seu valor. A estimativa de custo deste item fora realizada com a empresa CA Esquadrias, parceira da construtora, e totaliza R\$ 33.700,00 (trinta e três mil e setecentos reais), conforme figura 47.

O autor entrou em contato com a empresa CA Esquadrias, motivado pela necessidade de entender o porquê do alto valor dos itens e foi informado que pelas dimensões das esquadrias solicitadas serem altas, a única linha que possibilitava bom funcionamento seria a linha *Gold*, linha superior na empresa. Diante disso a construtora optou por diminuir as dimensões de todas as esquadrias da casa.

Além do item esquadrias e portas, solicitou-se diminuição na área de forro de gesso e no pé direito da casa, o que ocasionou a alteração de diversos itens.

Diante das alterações, impôs-se a readequação dos projetos complementares e nova extração de quantidades na ferramenta Navisworks. A diminuição nas dimensões das esquadrias e a redução das áreas de gesso ocasionaram o maior impacto nos custos, vide figura 47 e 48.

Figura 47 - Item esquadrias e portas

16.1	Esquadrias e Portas		R\$33.700,00
16.1.1	Esquadrias Metálicas		R\$33.700,00
16.1.1.1	Esquadrias Metálicas		R\$29.700,00
16.1.1.1.1	Esquadrias CA		R\$26.500,00
16.1.1.1.2	Vidro Fixo CA		R\$3.200,00
16.1.1.2	Guarda corpo escada e sacada		R\$4.000,00
16.1.1.2.1	Guarda corpo escada e sacada		R\$4.000,00



16.1	Esquadrias e Portas		R\$22.010,00
16.1.1	Esquadrias Metálicas		R\$22.010,00
16.1.1.1	Esquadrias Metálicas		R\$18.010,00
16.1.1.1.1	Esquadrias CA		R\$15.330,00
16.1.1.1.2	Vidro Fixo CA		R\$2.680,00
16.1.1.2	Guarda corpo escada e sacada		R\$4.000,00
16.1.1.2.1	Guarda corpo escada e sacada		R\$4.000,00

Autor, 2017

Figura 48 - Item Forro Gesso

15.1	Forro			R\$5.828,00
15.1.2	Forro Gesso			R\$5.828,00
15.1.2.1	Forro gesso Material e M.O	81		R\$3.078,00
15.1.2.1.1	Forro de gesso comum - Material e Mão de Obra	81	R\$38,00	R\$3.078,00
15.1.2.2	Negativo gesso Material e M.O	110		R\$2.750,00
15.1.2.2.1	Negativo de gesso comum - Material e Mão de Obra	110	R\$25,00	R\$2.750,00



15.1	Forro			R\$3.559,00
15.1.2	Forro Gesso			R\$3.559,00
15.1.2.1	Forro gesso Material e M.O	43		R\$1.634,00
15.1.2.1.1	Forro de gesso comum - Material e Mão de Obra	43	R\$38,00	R\$1.634,00
15.1.2.2	Negativo gesso Material e M.O	77		R\$1.925,00
15.1.2.2.1	Negativo de gesso comum - Material e Mão de Obra	77	R\$25,00	R\$1.925,00

Autor, 2017

Além das modificações, os responsáveis técnicos solicitaram a adição dos itens: Material para pintura e caçamba para entulho.

A segunda revisão do orçamento, atingiu um custo total de R\$254.729,46 (duzentos e cinquenta e quatro mil, setecentos e vinte e nove reais e quarenta e seis centavos) e um custo unitário de R\$1.592,06 (um mil e quinhentos e noventa e dois reais e seis centavos), uma diminuição total de R\$14.230,56 (quatorze mil, duzentos e trinta reais e cinquenta e seis centavos). A figura 49 exibe o resumo a nível um do orçamento.

Figura 49 - Nível um da segunda revisão do orçamento

 **ORÇAMENTO - CASA BIGUAÇU**

Nível	Item	Serviço	Custo Total
1	1	Serviços Preliminares	R\$3.603,40
1	2	Infra-Estrutura	R\$11.105,87
1	3	Estrutura	R\$26.489,94
1	4	Fechamentos	R\$9.527,84
1	5	Cobertura	R\$9.161,93
1	6	Impermeabilizações	R\$3.005,00
1	7	Instalações Hidráulicas	R\$8.155,71
1	8	Instalações Elétricas	R\$9.000,00
1	9	Instalações de Gás	R\$3.000,00
1	10	Instalações de Climatização	R\$4.000,00
1	11	Revestimentos de Parede	R\$11.166,75
1	12	Revestimentos de Pisos	R\$9.392,10
1	15	Forro	R\$3.559,00
1	16	Esquadrias e Portas	R\$28.350,00
1	17	Pintura	R\$7.959,05
1	18	Louças e Metais	R\$1.182,87
1	19	Muro	R\$1.000,00
1	20	Serviços Complementares	R\$2.000,00
1	21	Limpeza da Obra	R\$1.620,00
1	22	Custos Administrativos	R\$26.450,00
1	23	Mão de Obra	R\$75.000,00
TOTAL			R\$254.729,46
		CUB	R\$1.592,06

Nível  

0

1

2

3

4

5

4.1.3 Terceira Revisão

A elaboração da revisão final do orçamento aconteceu após contratação da mão de obra, que até então estava sendo estimada de acordo com o praticado na empresa.

Na figura 50, nota-se que houve uma diminuição no preço final, já que o total na mão de obra passou do estimado em R\$ 75.000,00 para R\$ 68.079,30.

Figura 50 - Item Mão de Obra

Nível	Item	Serviço	Custo Total
1	23	Mão de Obra	R\$75.000,00
2	23.1	Mão de Obra	R\$75.000,00
3	23.1.1	Mão de Obra	R\$75.000,00
4	23.1.1.1	Mão de Obra	R\$75.000,00
5	23.1.1.1.1	Mão de obra empreiteira	R\$72.000,00
5	23.1.1.1.2	Mão de obra muro	R\$3.000,00

Nível	Item	Serviço	Custo Total
1	23	Mão de Obra	R\$68.079,30
2	23.1	Mão de Obra	R\$68.079,30
3	23.1.1	Mão de Obra	R\$68.079,30
4	23.1.1.1	Mão de Obra	R\$68.079,30
5	23.1.1.1.1	Mão de obra empreiteira	R\$58.479,30
5	23.1.1.1.2	Mão de obra muro	R\$2.000,00
5	23.1.1.1.3	Mão de obra pintura	R\$7.000,00
5	23.1.1.1.4	Mão de obra Piso Laminado	R\$600,00

Autor, 2017

A revisão final do orçamento totalizou em R\$ 247.808,76 (duzentos e quarenta e sete mil, oitocentos e oito reais e setenta e seis centavos) com um custo unitário de R\$ 1.548,80 (um mil, quinhentos e quarenta e oito reais e oitenta centavos), (figura 51). O orçamento final com todos os níveis pode ser encontrado no anexo A.

Figura 51 - Nível um da terceira revisão do orçamento

 **ORÇAMENTO - CASA BIGUAÇU**

Nível	Item	Serviço	Custo Total
1	1	Serviços Preliminares	R\$3.603,40
1	2	Infra-Estrutura	R\$11.105,87
1	3	Estrutura	R\$26.489,94
1	4	Fechamentos	R\$9.527,84
1	5	Cobertura	R\$9.161,93
1	6	Impermeabilizações	R\$3.005,00
1	7	Instalações Hidráulicas	R\$8.155,71
1	8	Instalações Elétricas	R\$9.000,00
1	9	Instalações de Gás	R\$3.000,00
1	10	Instalações de Climatização	R\$4.000,00
1	11	Revestimentos de Parede	R\$11.166,75
1	12	Revestimentos de Pisos	R\$9.392,10
1	15	Forro	R\$3.559,00
1	16	Esquadrias e Portas	R\$28.350,00
1	17	Pintura	R\$7.959,05
1	18	Louças e Metais	R\$1.182,87
1	19	Muro	R\$1.000,00
1	20	Serviços Complementares	R\$2.000,00
1	21	Limpeza da Obra	R\$1.620,00
1	22	Custos Administrativos	R\$26.450,00
1	23	Mão de Obra	R\$68.079,30
TOTAL			R\$247.808,76
			Cub: R\$1.548,80

Nível 

0

1

2

3

4

5

Autor, 2017

4.2 Planejamento

O cronograma da obra foi realizado no software Microsoft Project com auxílio dos responsáveis técnicos, conforme descrito no item 3.6.

4.2.1 Primeira Revisão

A primeira revisão do planejamento foi elaborada com auxílio do responsável técnico na construtora, Alessandro Costenaro. Nesta revisão, a estrutura analítica de projeto, a interdependência entre as atividades e a duração das mesmas foram estimadas por meio de conhecimento do autor e pela experiência do responsável.

É importante salientar que o contrato da mão de obra ainda não havia sido logrado nesta primeira revisão, de modo que a experiência do responsável e seu conhecimento da cultura da empresa foram primordiais para elaboração do planejamento.

A primeira revisão, pode ser vista na figura 52 e contou com um planejamento de 124 dias úteis de obra, começando no dia 08/05/2017 e com término previsto para 31/10/2017.

Figura 52 - Primeira revisão do planejamento

	Nome da Tarefa	Duraçã	Início	Término
0	CasaBiguaçu	124 dias	Seg 08/05/17	Ter 31/10/17
1	1 Serviços Preliminares e Instalações Provisórias	2 dias	Seg 08/05/17	Ter 09/05/17
6	2 Locação da obra	2 dias	Seg 08/05/17	Ter 09/05/17
8	3 Infraestrutura	16 dias	Qua 10/05/17	Qui 01/06/17
23	4 Supraestrutura	49 dias	Qua 31/05/17	Seg 07/08/17
56	5 Alvenaria de Vedação	28 dias	Sex 07/07/17	Ter 15/08/17
64	6 Instalações Hidrossanitárias	25 dias	Qui 20/07/17	Qua 23/08/17
73	7 Instalações Elétricas	72 dias	Qui 20/07/17	Ter 31/10/17
88	8 Revestimentos Argamassados	19 dias	Seg 14/08/17	Sex 08/09/17
100	9 Cobertura	20 dias	Ter 05/09/17	Ter 03/10/17
104	10 Contrapiso e Regularização	22 dias	Qui 27/07/17	Sex 25/08/17
109	11 Impermeabilização	42 dias	Ter 01/08/17	Qui 28/09/17
113	12 Revestimentos	11 dias	Seg 11/09/17	Seg 25/09/17
122	13 Forro de Gesso	6 dias	Ter 26/09/17	Ter 03/10/17
124	14 Esquadrias e Rodapé	5 dias	Ter 19/09/17	Seg 25/09/17
128	15 Pinturas	24 dias	Seg 18/09/17	Sex 20/10/17
140	16 Louças e Metais	1 dia	Seg 30/10/17	Seg 30/10/17
142	17 Complementos	19 dias	Seg 08/05/17	Sex 02/06/17
145	18 Limpeza	2 dias	Seg 30/10/17	Ter 31/10/17

4.2.2 Segunda Revisão

O cronograma de obras foi modificado quando contratada a empreiteira Mendes, responsável pela mão de obra de todas as etapas da construção, excluindo a pintura.

O proprietário da empreiteira apresentou seu preço vinculado à necessidade de execução da obra em menor tempo. Em suas palavras: “Meu lucro está na rapidez em que eu faço as obras”.

Após acordo de questões financeiras e contratuais, bem como a segurança de que questões técnicas pactuadas seriam respeitadas, iniciou-se a segunda revisão do cronograma.

A segunda revisão do cronograma ocorreu em uma reunião entre encarregado pela mão de obra, responsável técnico e autor do trabalho. A reunião foi realizada no dia 20/03/2017, teve duração de 3 horas e resumiu-se a apresentar o cronograma para o responsável pela mão de obra e este estimar a duração das atividades elencadas.

Além da modificação na duração das atividades, foi solicitado pela empresa a mudança na data de início prevista para obra, alterada para 15/05/2017, sete dias de diferença para a data de início estimada na primeira revisão.

Após a revisão do cronograma, a duração totalizou 103 dias úteis de obra com início previsto para 15/05/2017 e término estimado em 06/10/2017 (figura 53). Uma diferença de 21 dias úteis da primeira revisão.

Figura 53 - Segunda revisão do planejamento

	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término
0	▲ CasaBiguaçu	103 dias	Seg 15/05/17	Sex 06/10/17
1	▷ 1 Serviços Preliminares e Instalações Provisória	4 dias	Seg 15/05/17	Sex 19/05/17
7	▷ 2 Infraestrutura	13 dias	Ter 16/05/17	Sex 02/06/17
16	▷ 3 Supraestrutura	40 dias	Seg 05/06/17	Sex 28/07/17
49	▷ 4 Alvenaria de Vedação	24 dias	Ter 04/07/17	Sex 04/08/17
56	▷ 5 Instalações Hidrossanitárias	22 dias	Ter 11/07/17	Qua 09/08/17
65	▷ 6 Instalações Elétricas	61 dias	Ter 11/07/17	Qui 05/10/17
80	▷ 7 Instalações de Gás	2 dias	Ter 11/07/17	Qua 12/07/17
82	▷ 8 Instalações de Climatização	4 dias	Sex 21/07/17	Qua 26/07/17
85	▷ 9 Revestimentos Argamassados	16 dias	Sex 21/07/17	Sex 11/08/17
97	▷ 10 Cobertura	9 dias	Seg 14/08/17	Qui 24/08/17
101	▷ 11 Contrapiso e Regularização	7 dias	Qui 10/08/17	Sex 18/08/17
106	▷ 12 Impermeabilização	7 dias	Seg 14/08/17	Ter 22/08/17
110	▷ 13 Revestimentos	10 dias	Qui 17/08/17	Qua 30/08/17
120	▷ 14 Forro de Gesso	10 dias	Qui 31/08/17	Qui 14/09/17
122	▷ 15 Esquadrias e Rodapé	6 dias	Ter 29/08/17	Ter 05/09/17
125	▷ 16 Pinturas	99 dias	Seg 15/05/17	Seg 02/10/17
138	▷ 17 Louças e Metais	1 dia	Qui 05/10/17	Qui 05/10/17
140	▷ 18 Complementos	56 dias	Ter 04/07/17	Qua 20/09/17
144	▷ 19 Limpeza	103 dias	Seg 15/05/17	Sex 06/10/17
147	▷ 20 Administrativo	103 dias	Seg 15/05/17	Sex 06/10/17

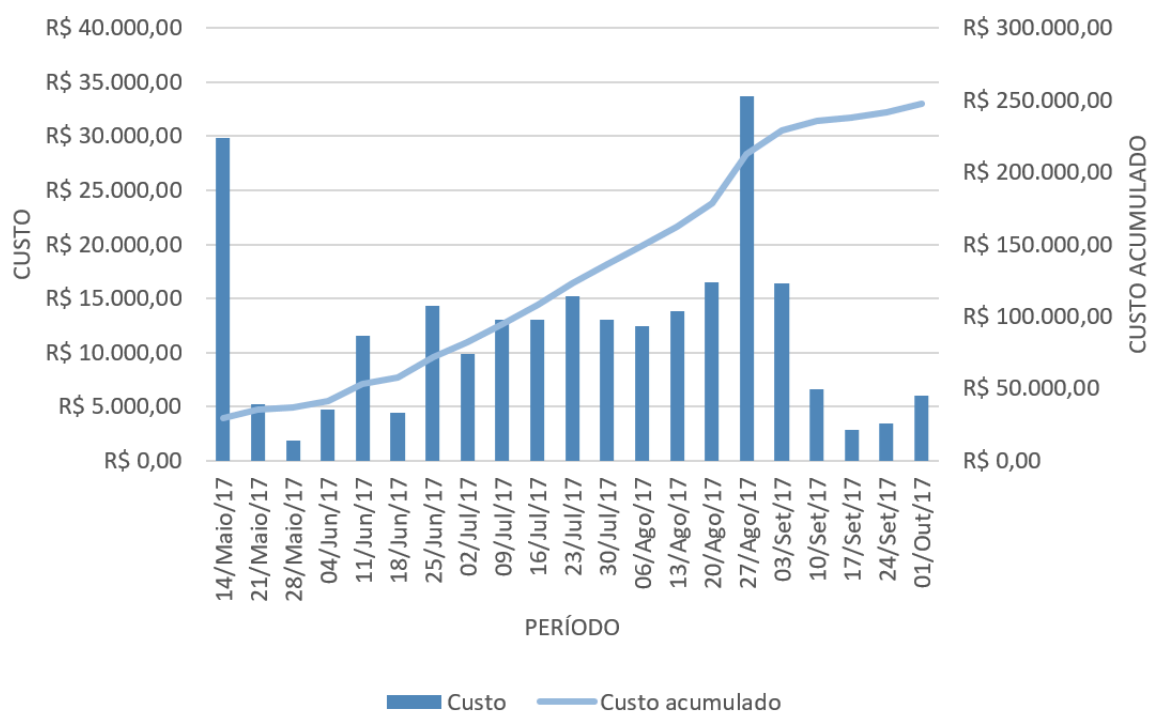
Autor, 2017

4.3 Cronograma físico e financeiro

O cronograma físico e financeiro foi executado com auxílio da ferramenta Ms Project, na qual os recursos foram inseridos e atribuídos a cada tarefa correspondente, conforme descrito no capítulo 3.7.

Atribuídos os recursos foi possível gerar a curva S, através da ferramenta relatórios do Project (figura 54).

Figura 54 - Curva S



Autor, 2017.

4.4 Modelo 5D

A modelagem 5D resultou da integração entre os elementos do modelo em 3 Dimensões e o cronograma físico e financeiro, para tal utilizou-se a plataforma Navisworks.

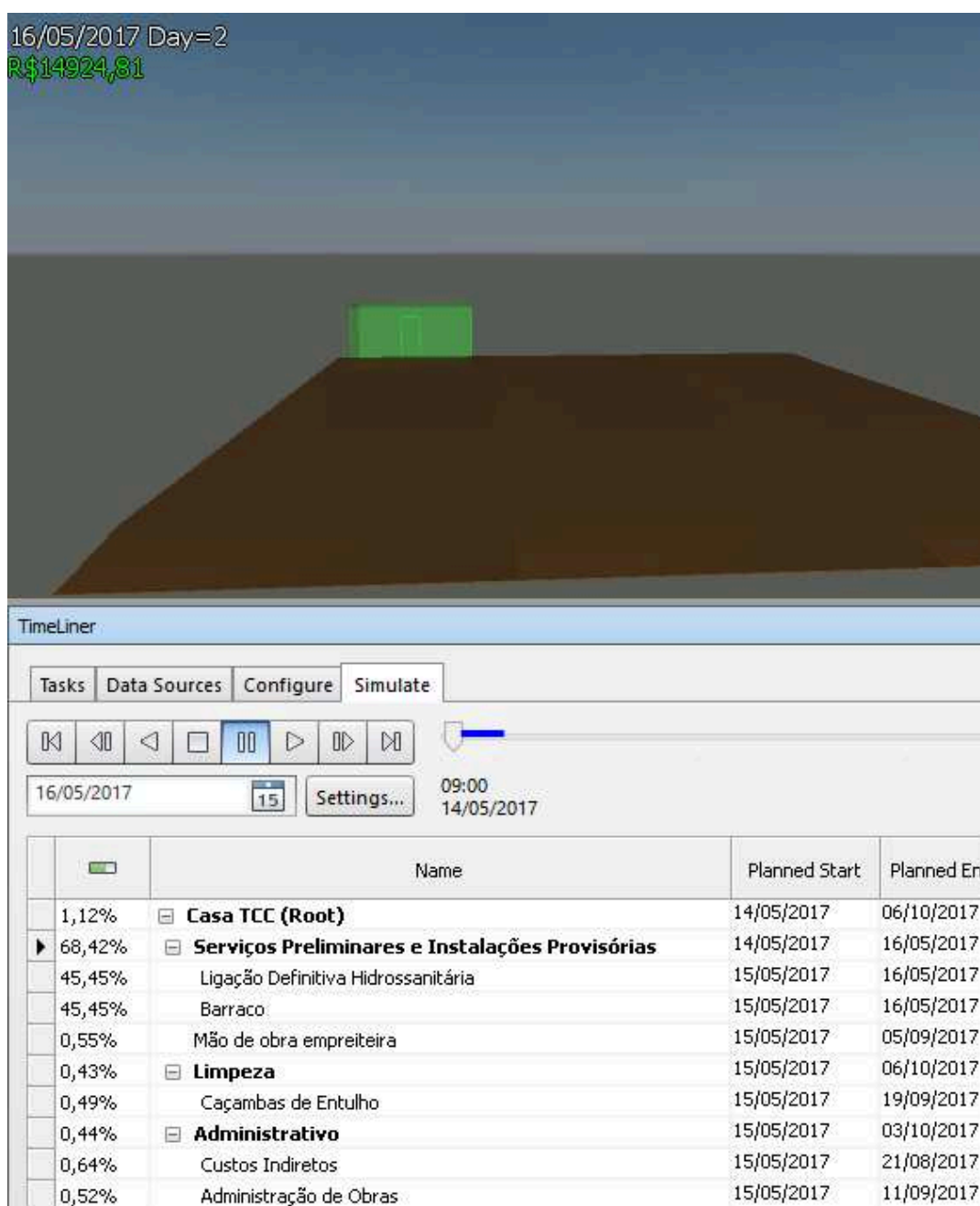
Após finalizada a integração, obteve-se a simulação da construção. A simulação completa pode ser visualizada pelo link a seguir: <https://youtu.be/61Q-GwO-Jk>

Para efeito de estudo, foram realizadas capturas instantâneas da simulação, representadas nas figuras 55 a 68. Nas figuras observa-se uma tabela na parte inferior e uma representação gráfica na parte superior. A tabela exibe as seguintes informações: atividades sendo executadas, porcentagens de conclusão de cada tarefa e início e término planejado (Planned Start e Planned End). A figura exibe uma

representação tridimensional dos elementos respectivos a cada atividade e, no canto superior esquerdo, apresenta a data a qual a simulação se refere além do custo agregado planejado até a mesma data.

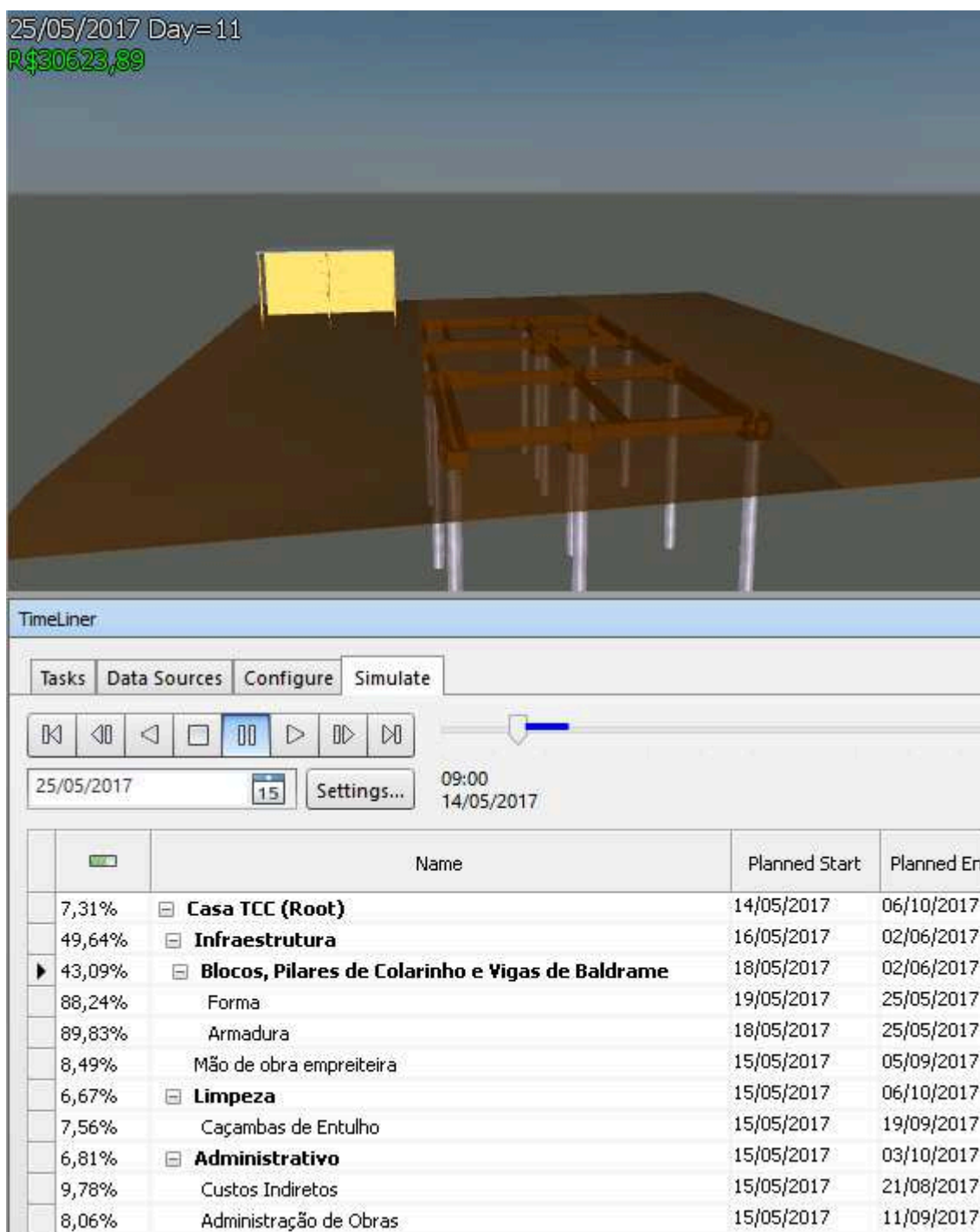
Os elementos gráficos representados em verde transparente, representam elementos que estão sendo executados.

Figura 55 - - Simulação da obra 16/05/2017



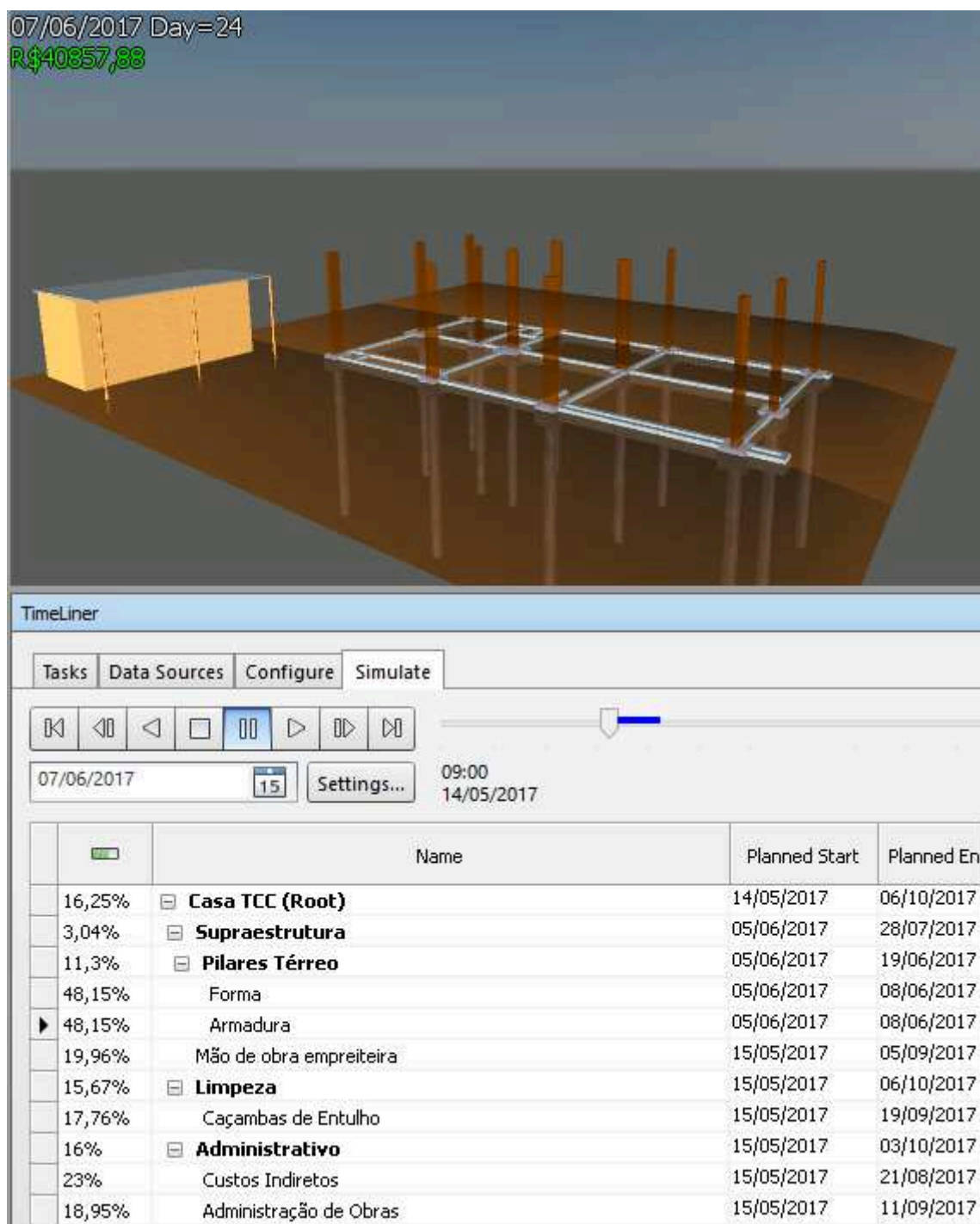
Fonte Autor, 2017.

Figura 56 - - Simulação da obra 25/05/2017



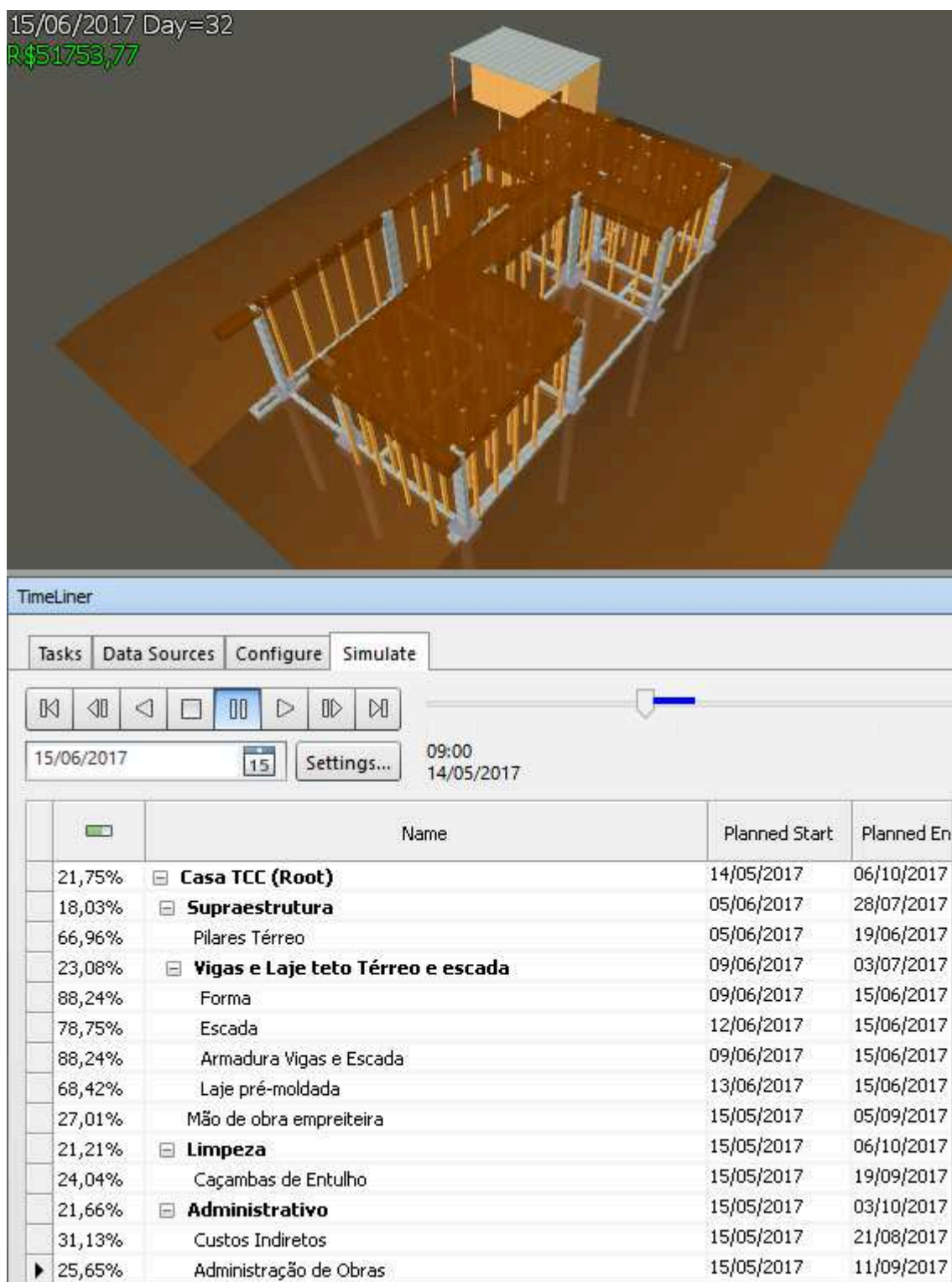
Fonte Autor, 2017.

Figura 57 - Simulação da obra 07/06/2017



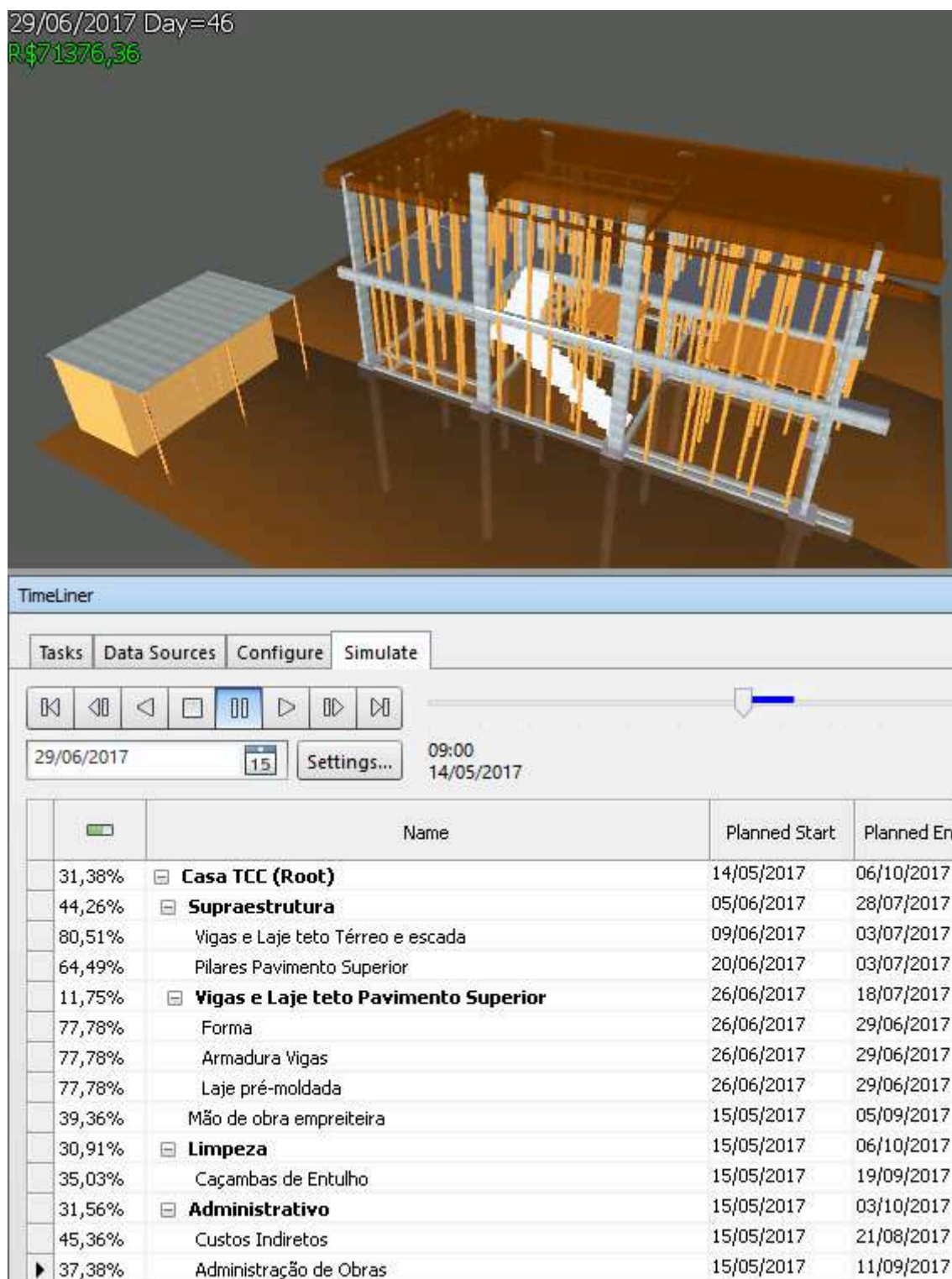
Fonte Autor, 2017.

Figura 58 - Simulação da obra 15/06/2017



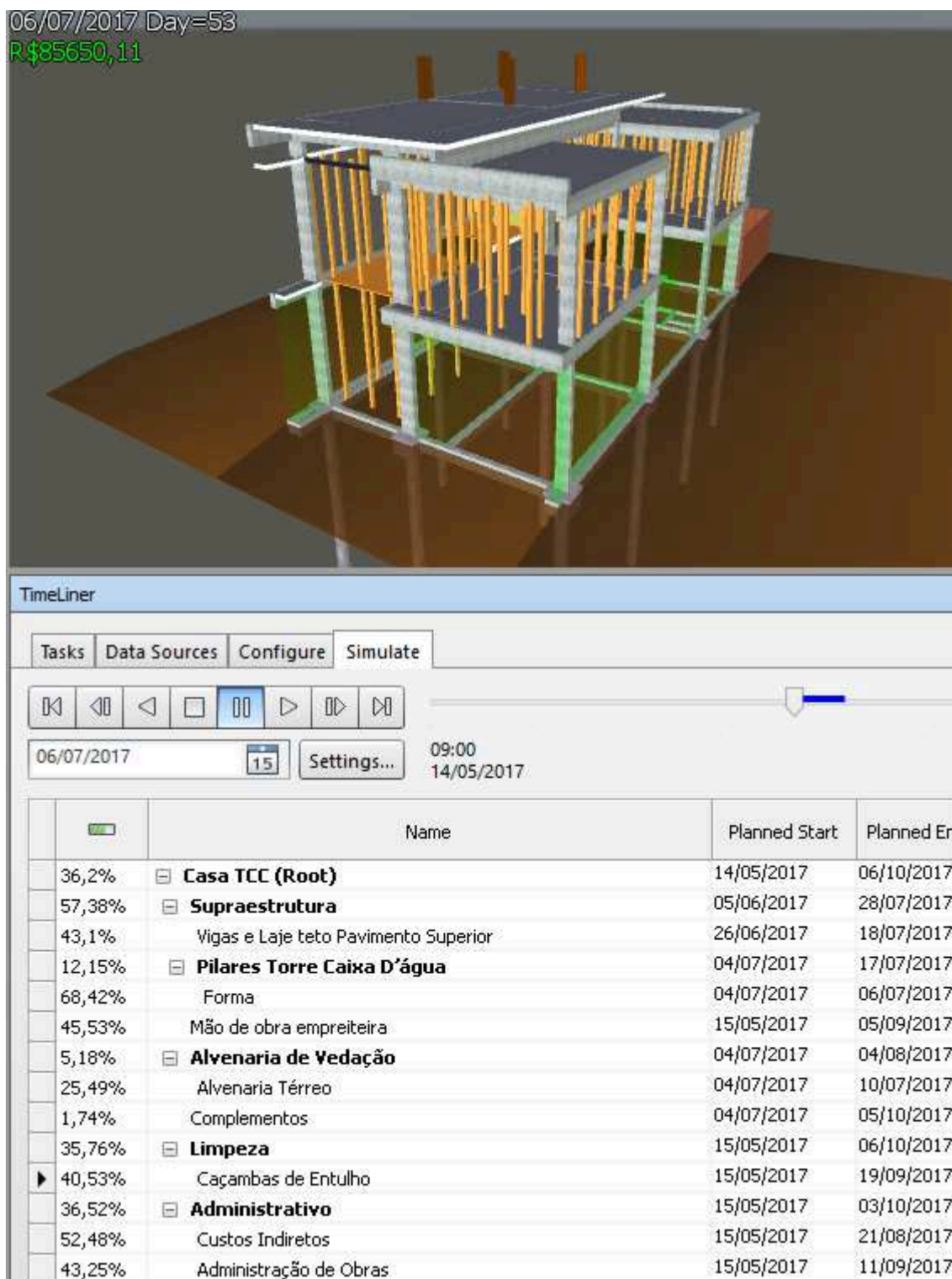
Fonte Autor, 2017.

Figura 59 - Simulação da obra 29/06/2017



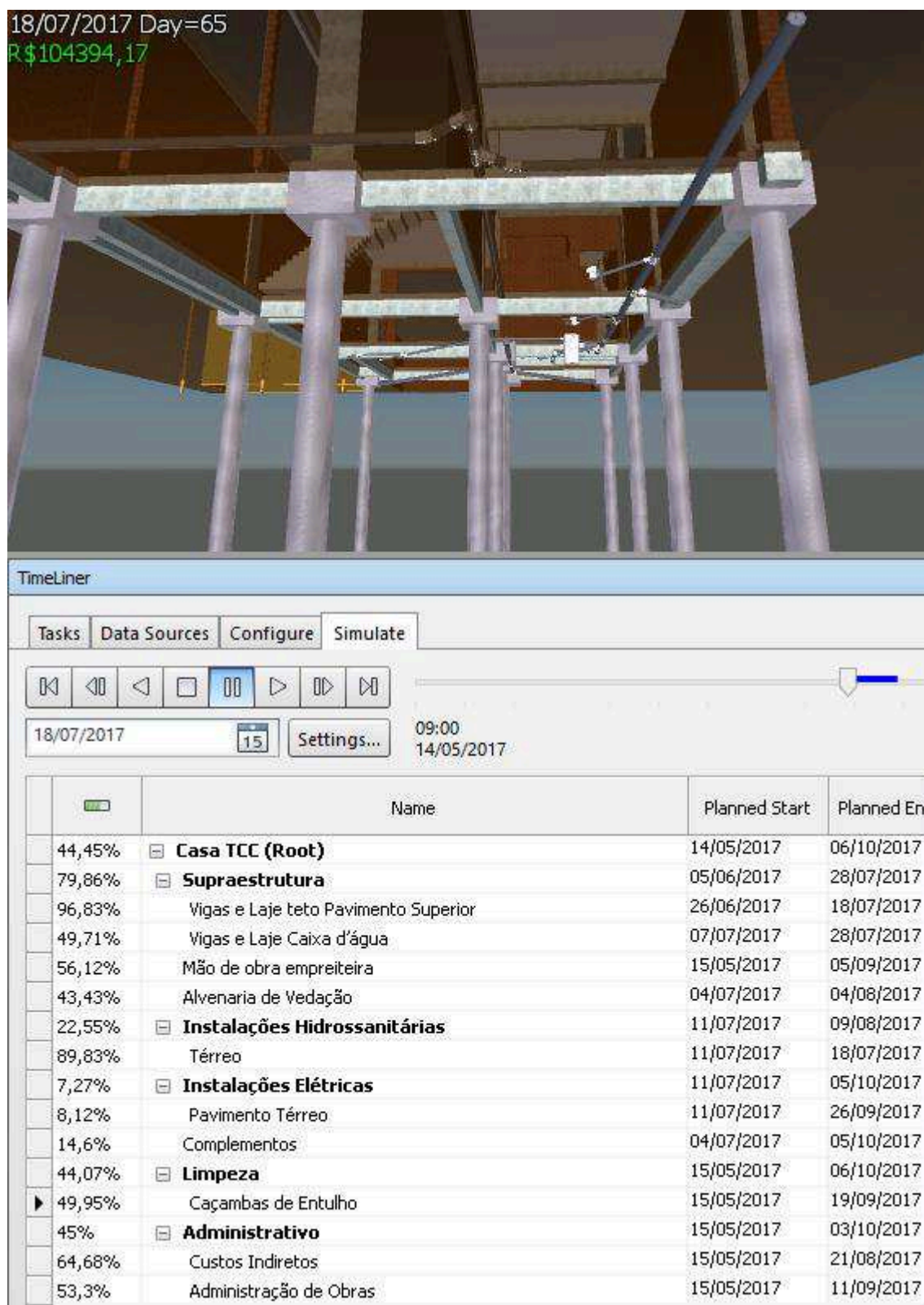
Fonte Autor, 2017.

Figura 60 - Simulação da obra 06/07/2017



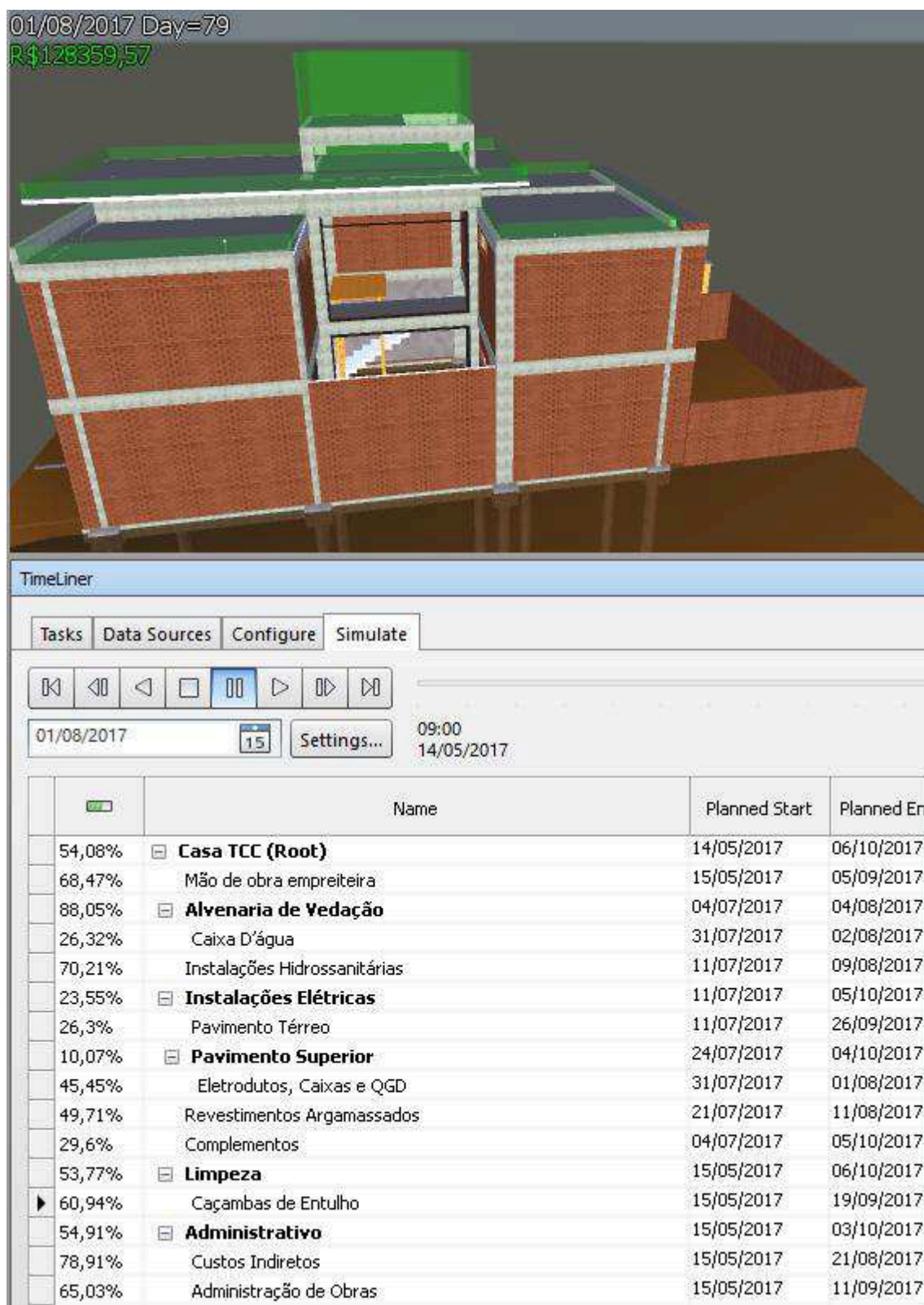
Fonte Autor, 2017.

Figura 61 - Simulação da obra 18/07/2017



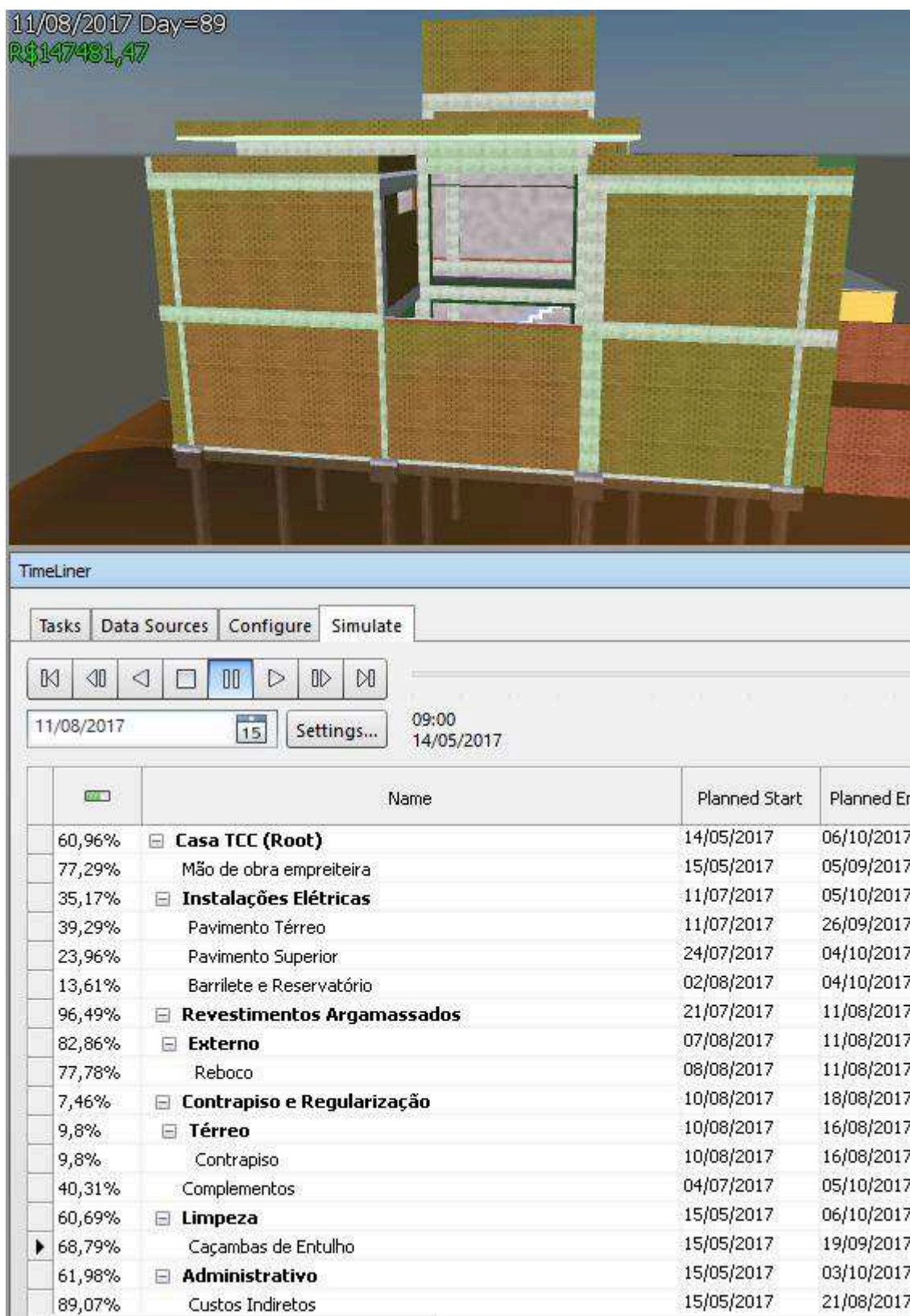
Fonte Autor, 2017.

Figura 62 - Simulação da obra 01/08/2017



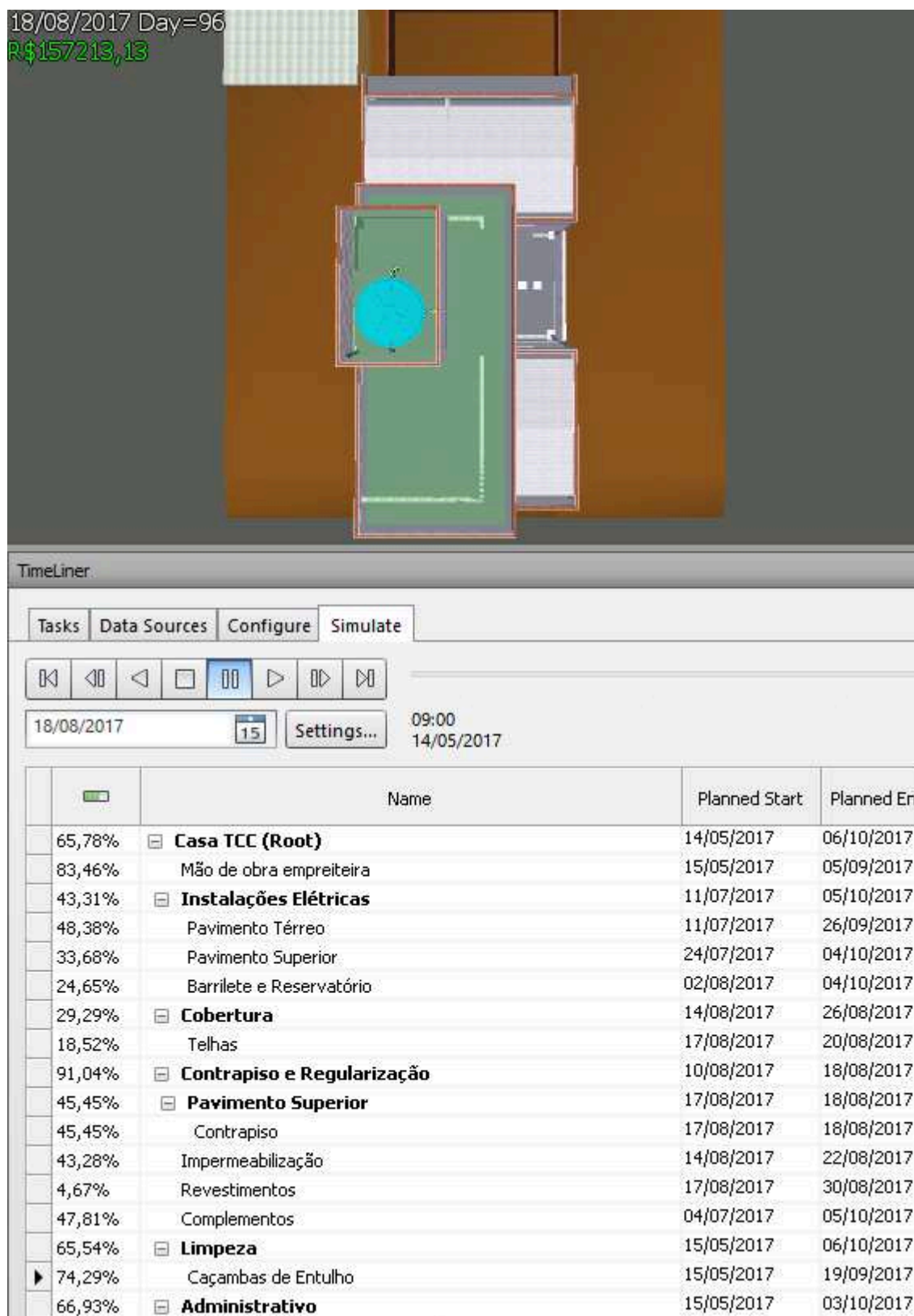
Fonte Autor, 2017.

Figura 63 - Simulação da obra 11/08/2017



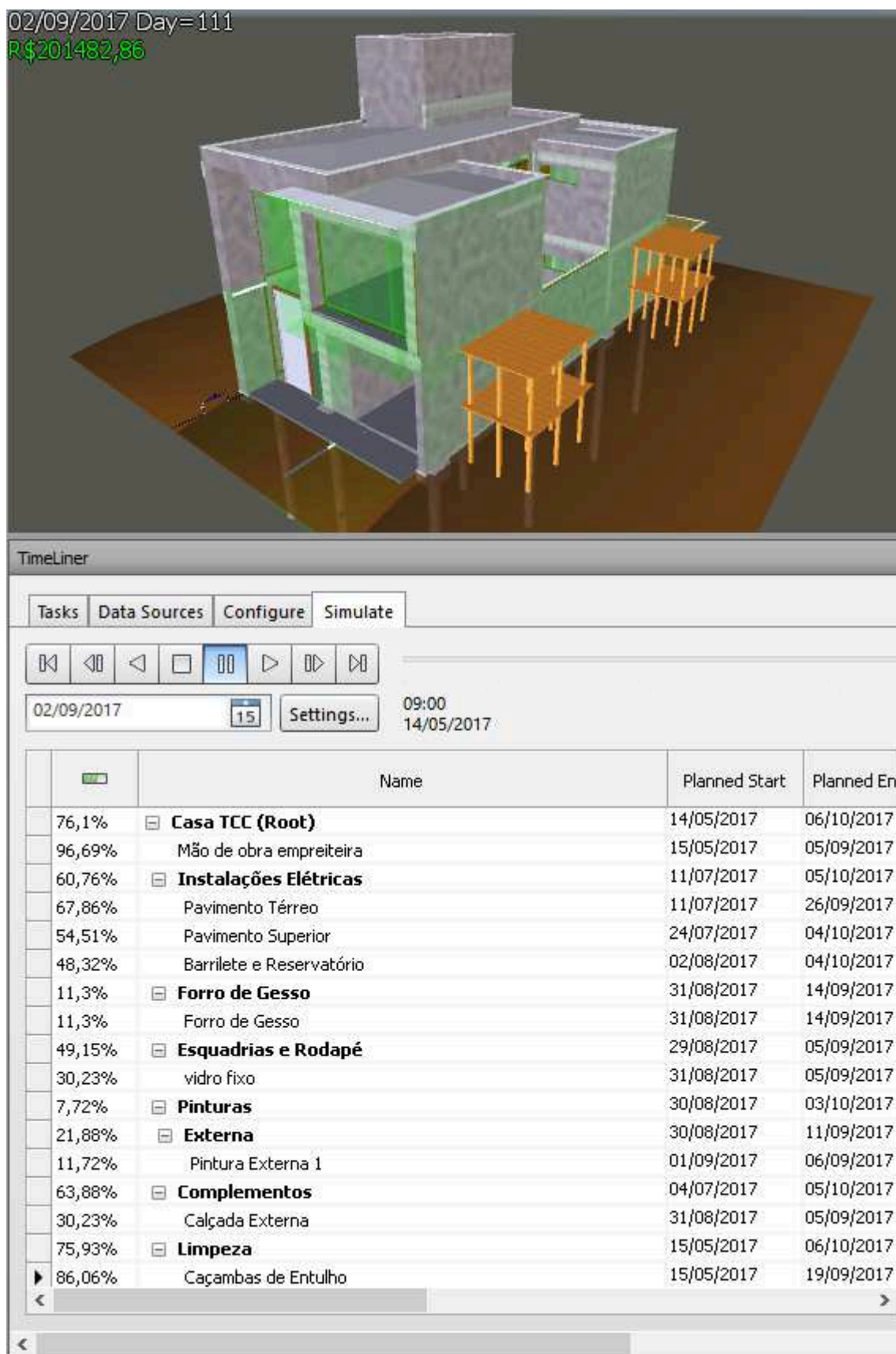
Fonte Autor, 2017.

Figura 64 - Simulação da obra 18/08/2017



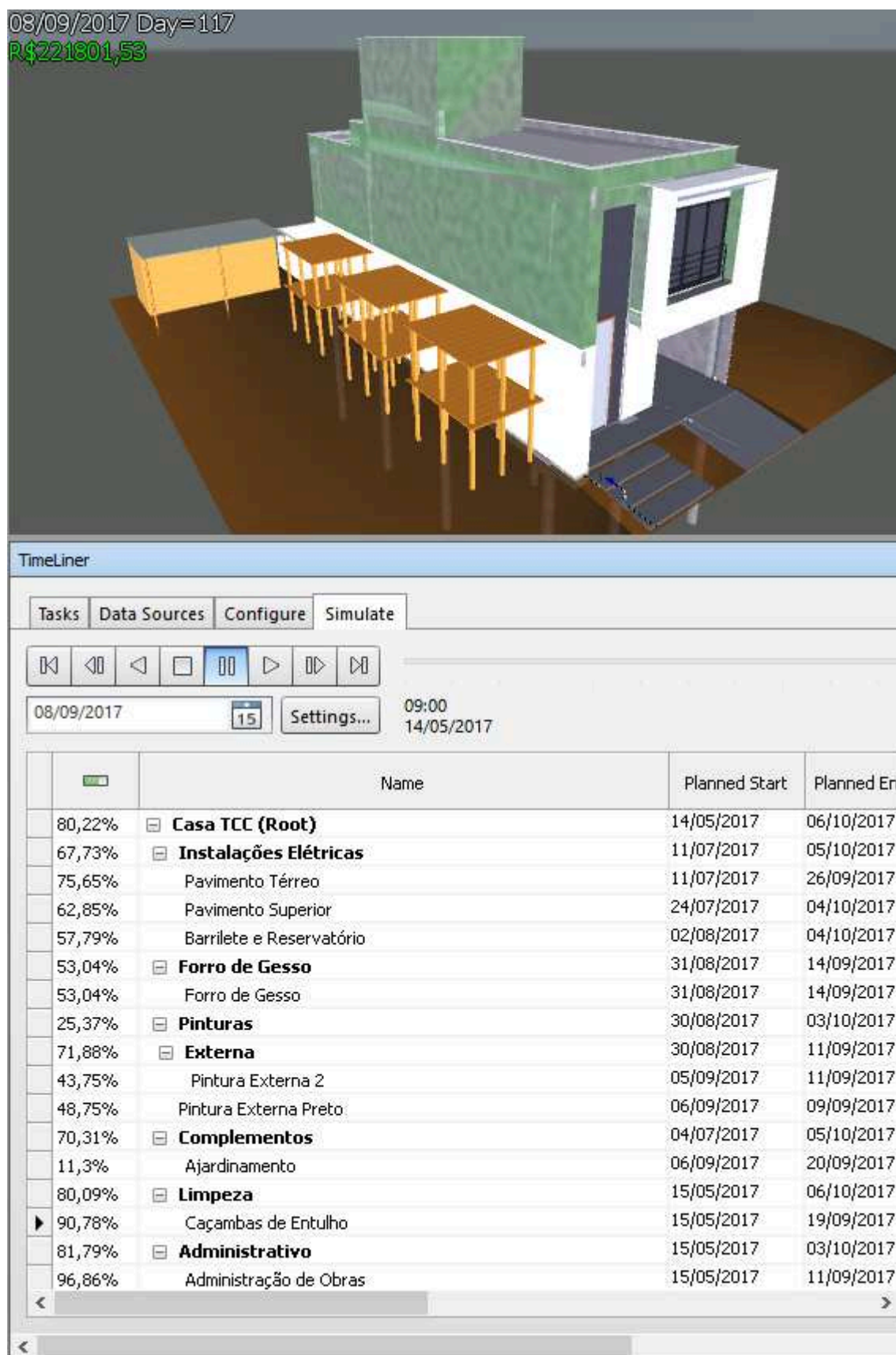
Fonte Autor, 2017.

Figura 65 - Simulação da obra 02/09/2017



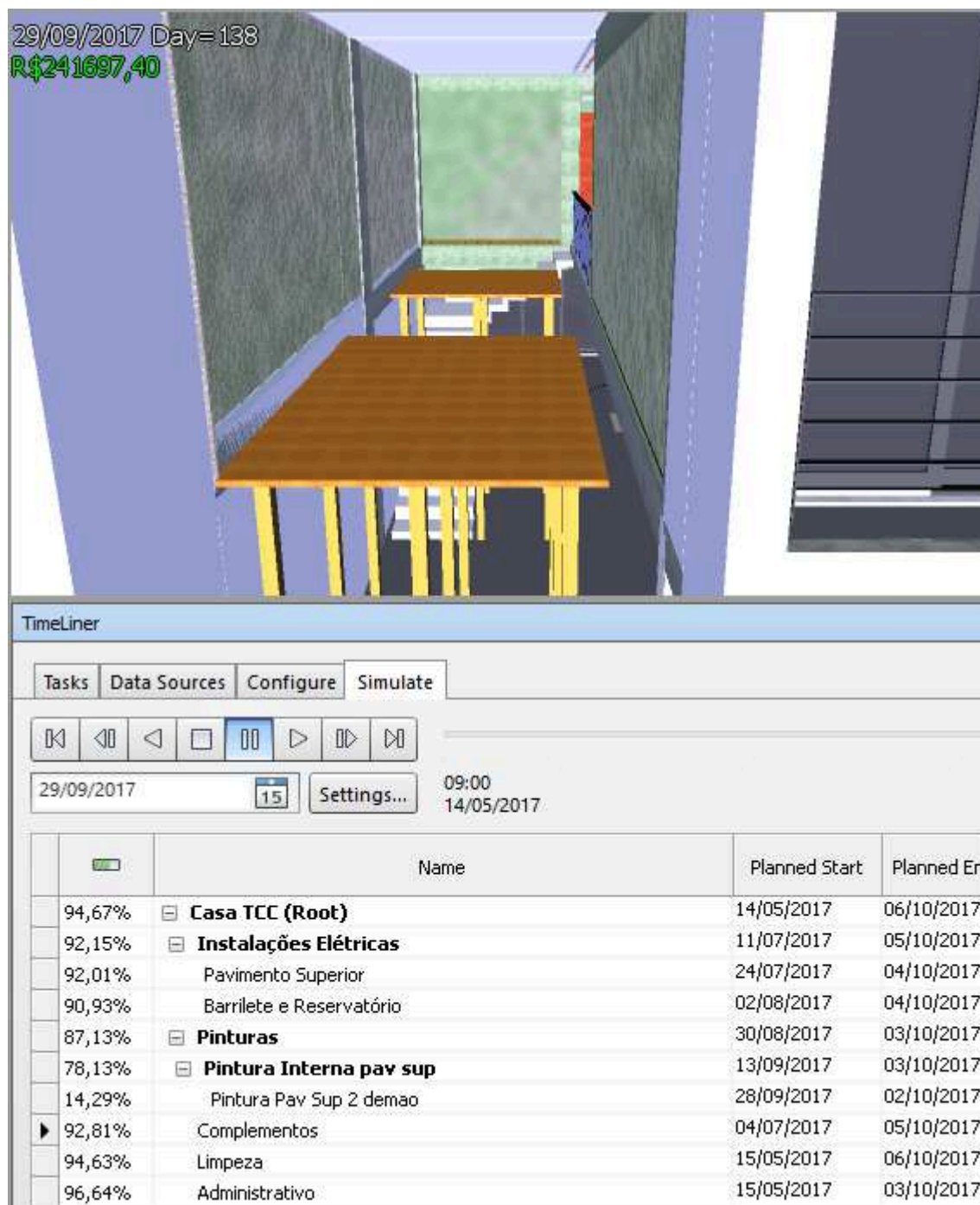
Fonte Autor, 2017.

Figura 66 - Simulação da obra 08/09/2017



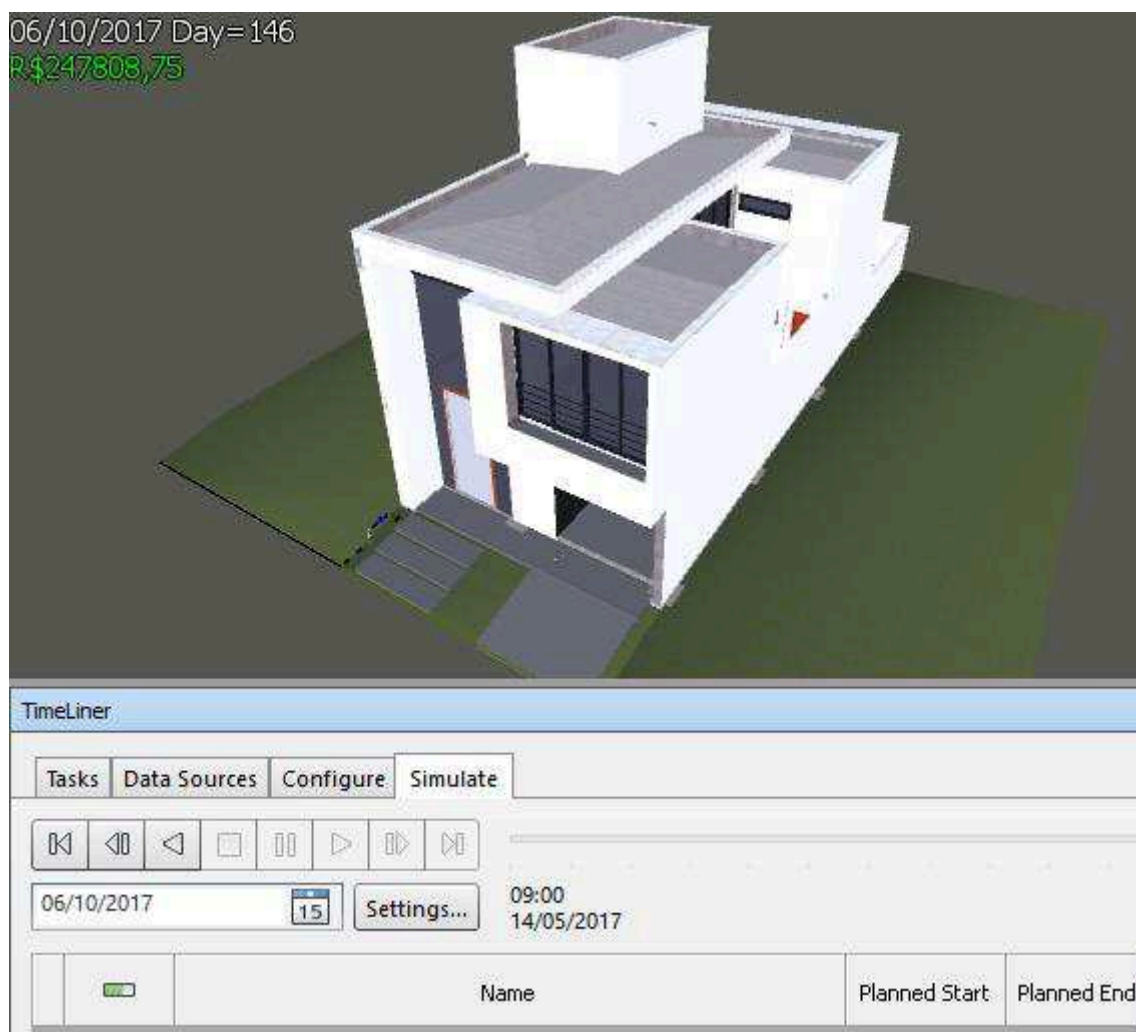
Fonte Autor, 2017.

Figura 67 - Simulação da obra 29/09/2017



Fonte Autor, 2017.

Figura 68 - Simulação da obra 06/10/2017



Fonte Autor, 2017.

5. Análise do Processo

5.1 Análise do Processo Geral

A análise do processo como um todo elucidada a importância e a influência de cada etapa sobre as posteriores. Iniciando pelo projeto executado pelo arquiteto em ferramenta Revit pode-se verificar que as informações, elementos 3D e dados utilizados foram de fundamental importância nas etapas de extração de quantidades e integração do modelo com orçamento e planejamento.

O orçamento e seu método de execução foi facilitado pela extração das quantidades no software Navisworks, que por sua vez dependeu dos dados da modelagem 3D. O método de elaboração do orçamento influenciou na etapa posterior de interligação com as etapas de planejamento.

O cronograma físico por si só foi a etapa que menos recebeu influência direta dos dados de etapas anteriores. Ainda assim, utilizou das informações técnicas do modelo e do orçamento, sendo que as datas geradas no mesmo restaram empregadas para integração final com os elementos 3D.

O cronograma físico e financeiro foi totalmente dependente da correta execução do orçamento e extremamente facilitado pela planilha orçamentária estratificada em níveis, de modo a possibilitar a extração direta para o Ms Project.

A integração entre todos os dados dentro do Navisworks foi dependente da qualidade do modelo 3D gerado na etapa de projeto arquitetônico, bem como de todas as etapas posteriores do orçamento, planejamento e cronograma físico e financeiro.

A análise geral do processo resulta na identificação da indispensabilidade de coordenação e formação de padrões entre cada etapa, a fim de otimizar tempo e reduzir retrabalhos. A interligação entre todas as disciplinas e etapas de projeto é essencial e imprescindível em um processo de modelagem 5D BIM.

5.2 Análise das Etapas de Estudo

5.2.1 Da preparação do modelo

O tempo despendido na etapa de preparação do modelo poderia ter sido substancialmente reduzido caso o projeto arquitetônico estivesse melhor detalhado e preparado para extração das quantidades. Portanto, pactuar uma padronização e nível de detalhamento com o arquiteto responsável possibilita otimização do tempo gasto no processo.

A necessidade de alterações nos projetos arquitetônicos, que surgiu após a primeira revisão do orçamento, exigiu adequação de todos os projetos complementares. Diante disso conclui-se que:

- A execução dos projetos complementares poderia aguardar maior amadurecimento do projeto arquitetônico para ser elaborada.
- Nas primeiras revisões de orçamento as quantidades relativas aos projetos complementares poderiam ser estimadas. Caso a construtora preze pela precisão no orçamento desde a primeira etapa, o processo poderia retardar apenas a elaboração do projeto hidrossanitário, já que este representa uma porcentagem baixa no custo total da obra e sua estimativa não comprometeria o valor final do orçamento.

5.2.2 Da etapa de orçamento

O processo para aferição das quantidades de serviços se mostrou bastante produtivo, especialmente pelo uso da ferramenta *quantification* do software Navisworks. A ferramenta minimizou o retrabalho após alterações do projeto arquitetônico.

Não obstante, entende-se que o tempo gasto na primeira revisão do orçamento poderia ser otimizado através da elaboração de um orçamento preliminar, contendo menor detalhamento e maior atenção para itens de grande valor agregado. Seguem abaixo três motivos que levaram o autor a esta conclusão:

1. A extração das quantidades detalhadas exige tempo, gerando demora na obtenção do primeiro orçamento;
2. As alterações de grande significância que costumam ocorrer nas primeiras revisões do arquitetônico impossibilitam automatização eficaz da extração de quantidades;
3. Os itens que causaram alteração de maior importância após a primeira revisão do orçamento foram esquadrias e portas e teriam sido identificados em orçamento preliminar.

5.2.3 Da etapa de planejamento

O processo utilizado para etapa de planejamento se mostrou condizente com a literatura e realidade vivida pela empresa.

Ressalta-se a importância do entendimento dos processos da empresa e da quantidade de mão de obra disponível para execução de cada serviço na execução do cronograma. Como otimização do processo fica claro que a primeira revisão poderia ter sido feita com menos preciosismo, já que bom período foi despendido na discussão sobre o tempo de cada tarefa. Ocorre que, sem o conhecimento da mão de obra, análises profundas são desnecessárias e irreais.

5.2.4 Da etapa do cronograma físico e financeiro

O método para integração entre o orçamento e planejamento, através solicitação dos dados com auxílio da tabela de níveis elaborada no Excel e posterior exportação para o Project mostrou-se eficiente e ágil. A alocação dos recursos nas tarefas, que seguiu o padrão do Ms Project, também surpreendeu pela eficácia e velocidade.

Dada a necessidade, por conta do padrão da empresa estudada, da utilização do Excel para elaboração do orçamento e Ms Project para elaboração dos cronogramas, o método atingiu com maestria seu objetivo. Consta-se a necessidade de padronização dos processos para sua utilização, especialmente na exportação dos níveis de orçamento que dependem do rigor na elaboração da planilha orçamentária.

5.2.5 Integração do Modelo 3D com cronograma físico e financeiro

A integração do modelo 3D com o cronograma físico e financeiro se mostrou eficaz, principalmente em relação ao processo de interoperabilidade entre os softwares. Isto porque, tanto as informações gráficas e de dados do modelo 3D advindas de software da mesma fornecedora Autodesk, quanto as informações do

cronograma físico e financeiro advindos do *Ms Project*, revelaram-se eficientes e de fácil atualização e manipulação.

Outra particularidade importante na etapa de integração foi a utilização das seleções criadas na etapa de aferição das quantidades para o orçamento, evitando retrabalho.

6. CONCLUSÕES

Conforme os objetivos propostos, foram utilizadas as quantidades extraídas do modelo para realização do orçamento da obra, desenvolvido cronograma físico e financeiro consistente e integradas as informações de tempo e custo aos elementos 3D.

Os benefícios finais das simulações 5D geradas são inúmeros e giram em torno da comunicação. Com efeito, por meio das simulações, é possível verificar viabilidade e eficiência do planejamento, controlar custos, apresentar ferramenta lúdica para leigos, administrar a logística do canteiro de obras e comparar cronogramas físico e financeiro.

Não obstante a extensa lista de benefícios finais, conclui-se que os reais benefícios da modelagem 5D BIM estão nas etapas do processo que devem ser cumpridas para atingi-la. Os benefícios do processo iniciam-se pela necessidade de elaboração dos projetos em ferramenta BIM 3D, compatibilizados conforme construído. Posteriormente, na elaboração do orçamento extraíndo as quantidades das atividades diretamente do modelo, proporcionando maior precisão. E finalizando na necessidade de elaborar planejamento eficiente e coerente, para ser integrado ao modelo e ao cronograma financeiro.

Ainda inerente ao processo, evidencia-se a necessidade de integração entre as partes e etapas participantes na concepção de um empreendimento. A indispensabilidade de integração entre os envolvidos no processo, assunto recorrente do pensamento BIM, é evidenciada em todas as etapas e incontestável na etapa final.

As informações utilizadas e alocadas no projeto arquitetônico, por seu turno, são de fundamental importância para otimizar a integração entre o cronograma físico e financeiro e as representações gráficas do modelo.

A relevância da padronização e rigor dos processos dentro de projetos BIM é notória, a etapa a ser executada é tão facilitada quanto corretamente executada a etapa anterior.

Para trabalhos futuros, sugere-se:

- Estudo sobre como efetuar o controle de custos de maneira mais eficiente dentro da modelagem 5D
- Estudo sobre como efetuar o controle de cronograma físico de maneira mais eficiente com uso das informações da modelagem 5D
- Estudo da padronização da modelagem 3D para otimizar as etapas posteriores.

Referências

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. Project Building Information Modeling Protocol Form. Disponível em: <http://aiad8.prod.acquia-sites.com/sites/default/files/2016-09/AIA-G202-2013-Free-Sample-Preview.pdf>.

Acesso em Abril de 2017.

AVILA, Antonio Victorino; JUNGLES, Antônio Edésio. Gestão do controle e planejamento de empreendimentos. Florianópolis: Autores, 2013. 508 p.

BIM FÓRUM. Level of Development Specification. Disponível em:

<http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/08/2013-LOD-Specification.pdf>. Acesso em Maio de 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Custo Unitário Básico**. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/>. Acesso em Maio de 2017.

CARDOSO, Roberto Sales. Orçamento de obras em foco: um novo olhar sobre a engenharia de custos. São Paulo: Pini, 2009. 481 p.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. Orçamento de obras prediais. São Luis: Uema, 2001. 206 p.

EASTMAN, Chuck et al. Manual de bim: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. São Paulo: Wiley, 2008. 490 p.

MANZIONE, Leonardo. PROPOSIÇÃO DE UMA ESTRUTURA CONCEITUAL DE GESTÃO DO PROCESSO COLABORATIVO COM O USO DO BIM. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MATTOS, Aldo Dórea. BIM 3D, 4D, 5D e 6D. Disponível em:

<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>. Acesso em Abril de 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. Como preparar orçamentos de obra. São Paulo: Pini, 2006. 281 p.

MATTOS, Aldo Dórea. Planejamento e controle de obras. São Paulo: Pini, 2010. 420 p.

NAVISWORKS SIMULATE, **Guia do Usuário**. Disponível em:

http://wam.autodesk.com/adsk/files/autodesk_navisworks_simulate_2012_user_guide_ptb.pdf. Acesso em Maio de 2017.

REVIT ARCHITECTURE, **Guia do Usuário**. Disponível em:

http://images.autodesk.com/adsk/files/revit_architecture_2011_user_guide_ptb.pdf
Acesso em Maio de 2017.

SANTA CATARINA. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. 2015.

Disponível em: <http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>. Acesso em Maio de 2017.

STEHLLING, Miguel P. A utilização de modelagem da informação da construção em empresas de arquitetura e engenharia de Belo Horizonte. 2012. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

TISAKA, Maçahico. Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2011. 469 p.

Anexo A – Orçamento Analítico

わ	9↑↑↑↑↑	↑		ワ	ワ
わ	1' GELC OT . LpG↑IT			ワ	ワ
わ	/IX↑↑↑↑↑ I	I	ワ	ワ	ワ
わ	/IX↑↑↑↑↑ Y 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ XOT r IX↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	↑↑↑↑↑ OT r IX↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑↑ XOT dIX↑↑↑↑↑ X↑↑↑↑↑	↑		ワ	ワ
わ	! ↑↑↑↑↑			ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	OX↑↑↑↑ ikl↑↑↑↑ LpG↑IT	I°	ワ	ワ	ワ
わ	wfex↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	ワ	ワ	ワ	ワ
わ	t↑↑↑↑ X↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	↑↑↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	I°	ワ	ワ	ワ
わ	9↑↑↑↑ LpIX↑↑↑↑ X↑↑↑↑ I↑↑↑↑ LpOT↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	5↑↑ IIX↑↑↑↑	1/3	ワ	ワ	ワ

わ 9↑↑↑↑↑ ワ

わ	↑↑↑↑↑			ワ	ワ
わ	[L↑↑↑↑]			ワ	ワ
わ	[L↑↑↑↑ OT ↑↑↑↑ IX↑↑ I dIX↑↑ LpIX↑↑ X↑↑ I . ↑↑↑↑]		ワ	ワ	ワ
わ	[L↑↑↑↑] OT r ↑↑↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	[IX↑↑] ikl↑↑	↑IX↑	ワ	ワ	ワ
わ	/G↑↑ IT I↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	! ↑↑↑↑ I pO↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	! OT↑↑↑↑ G↑↑↑↑ X↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	↑↑↑↑ IX↑↑ LpIX↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	t O↑↑↑↑			ワ	ワ
わ	OX↑↑↑↑	I°	ワ	ワ	ワ
わ	wfex↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	t↑↑↑↑ X↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	↑↑↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	I°	ワ	ワ	ワ
わ	! ↑↑↑↑ IT ↑↑↑↑ IX↑↑ X↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	9↑↑↑↑ LpIX↑↑↑↑ X↑↑↑↑ I↑↑↑↑ LpOT↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	5↑↑ IIX↑↑↑↑	1/3	ワ	ワ	ワ
わ	/IX↑↑↑↑ I	I	ワ	ワ	ワ
わ	/IX↑↑↑↑ Y 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ XOT r IX↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	↑↑↑↑ OT r IX↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑ XOT dIX↑↑↑↑ X↑↑↑↑	↑		ワ	ワ

わ { G↑↑↑↑ } ワ

わ	1' GELC			ワ	ワ
わ	OX↑↑↑↑	I°	ワ	ワ	ワ
わ	wfex↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	ワ	ワ	ワ	ワ
わ	t↑↑↑↑ X↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	↑↑↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	I°	ワ	ワ	ワ
わ	9↑↑↑↑ LpIX↑↑↑↑ X↑↑↑↑ I↑↑↑↑ LpOT↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	5↑↑ IIX↑↑↑↑	1/3	ワ	ワ	ワ
わ	! ↑↑↑↑			ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	. L↑↑↑↑! 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑ IT I↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	9↑↑↑↑ IT I↑↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	t↑↑↑↑ X↑↑↑↑	↑	ワ	ワ	ワ
わ	t IX↑↑↑↑ I↑↑↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	wfex↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	I	ワ	ワ	ワ
わ	↑↑↑↑ OT ikl↑↑ 材a ikl↑↑ I ↑↑↑↑↑	I°	ワ	ワ	ワ
わ	9↑↑↑↑ OT t O↑↑↑↑ IX↑↑	↑	ワ	ワ	ワ

わわろ	/IXIηr r f e t I	I:	桑	ワ	ワ
わわろ	/IXIηr r f X/Y 材a ikl[Qr I ↓↑↑[QIXot r IXI r r t I t I I X	Iわ	桑	ワ	ワ
わわろ	叫レ[ot r IXI r r t I t I I Xot dIXIηr r f X[QIXI I I	↓	ろ	ワ	ワ
わわろ	[Lff]				ワ
わわろ	a Lr r f [QIXIηr r f X[QIXI I X[QIXI I	I°	桑	ワ	ワ
わわろ	1 G[IXIηr r f X[QIXI I 子桑	I°	桑	ワ	ワ
わわろ	叫レ[IXIηr r f X[QIXI I 在桑	QII	桑	ワ	ワ
わわろ	/IXIηr r f e t I	I:	桑	ワ	ワ
わわろ	/IXIηr r f X/Y 材a ikl[Qr I ↓↑↑[QIXot r IXI r r t I t I I X	Iわ	桑	ワ	ワ
わわろ	叫レ[ot r IXI r r t I t I I Xot dIXIηr r f X[QIXI I I	↓	ろ	ワ	ワ
わわろ	9[IXIηr r f e t I I X	I:	桑	ワ	ワ
わわろ	t r f IXIηr r f e t I	Ae	桑	ワ	ワ
わわろ	t IXIηr r f e t I 桑	I	桑	ワ	ワ
わわろ	wf e [ot i X I I 桑	I	桑	ワ	ワ
わわろ	叫レ[ot i X I I 桑	I°	桑	ワ	ワ
わわろ	9[IXIηr r f e t I t (IXIηr r f e t I	QII	桑	ワ	ワ
わわろ	t [QIXIηr r f e t I				ワ
わわろ	QII I I	I°	桑	ワ	ワ
わわろ	wf e [ot i X I I 桑	I	桑	ワ	ワ
わわろ	t r f IXIηr r f e t I	Ae	桑	ワ	ワ
わわろ	叫レ[ot i X I I 桑	I°	桑	ワ	ワ
わわろ	! r t I t r f IXIηr r f e t I	Ae	桑	ワ	ワ
わわろ	9[IXIηr r f e t I r f IXIηr r f e t I	QII	桑	ワ	ワ
わわろ	5 t r I I X I I	1/3	桑	ワ	ワ
わわろ	/IXIηr r f e t I	I:	桑	ワ	ワ
わわろ	/IXIηr r f X/Y 材a ikl[Qr I ↓↑↑[QIXot r IXI r r t I t I I X	Iわ	桑	ワ	ワ
わわろ	叫レ[ot r IXI r r t I t I I Xot dIXIηr r f X[QIXI I I	↓	ろ	ワ	ワ
わ	/IXIηr r f e t I				ワ
わ	1 G[IXIηr r f e t I				ワ
わ	QII I I	I°	桑	ワ	ワ
わ	wf e [ot i X I I 桑	わ	桑	ワ	ワ
わ	t r f IXIηr r f e t I	Ae	桑	ワ	ワ
わ	叫レ[ot i X I I 桑	I°	桑	ワ	ワ
わ	9[IXIηr r f e t I r f IXIηr r f e t I	QII	桑	ワ	ワ
わ	5 t r I I X I I	1/3	桑	ワ	ワ
わ	! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	. Lr r f ! r t I I I X I I	QII	桑	ワ	ワ
わ	9[IXIηr r f e t I I X	I	桑	ワ	ワ
わ	t r f IXIηr r f e t I	Ae	桑	ワ	ワ
わ	t IXIηr r f e t I 桑	I	桑	ワ	ワ
わ	wf e [ot i X I I 桑	I	桑	ワ	ワ
わ	叫レ[ot i X I I 桑	I°	桑	ワ	ワ
わ	9[IXIηr r f e t I t (IXIηr r f e t I	QII	桑	ワ	ワ
わ	/IXIηr r f e t I	I:	桑	ワ	ワ
わ	/IXIηr r f X/Y 材a ikl[Qr I ↓↑↑[QIXot r IXI r r t I t I I X	Iわ	桑	ワ	ワ
わ	叫レ[ot r IXI r r t I t I I Xot dIXIηr r f X[QIXI I I	↓	ろ	ワ	ワ
わ	[Lff] i X I I X I I				ワ
わ	a Lr r f [QIXIηr r f X[QIXI I X[QIXI I	I°	桑	ワ	ワ
わ	1 G[IXIηr r f X[QIXI I 子桑	I°	桑	ワ	ワ
わ	叫レ[IXIηr r f X[QIXI I 在桑	QII	桑	ワ	ワ
わ	/IXIηr r f e t I	I:	桑	ワ	ワ
わ	/IXIηr r f X/Y 材a ikl[Qr I ↓↑↑[QIXot r IXI r r t I t I I X	Iわ	桑	ワ	ワ
わ	叫レ[ot r IXI r r t I t I I Xot dIXIηr r f X[QIXI I I	↓	ろ	ワ	ワ
わ	9[IXIηr r f e t I I X t [Lff]	I°	桑	ワ	ワ
わ	t r f IXIηr r f e t I	Ae	桑	ワ	ワ
わ	t IXIηr r f e t I 桑	I	桑	ワ	ワ
わ	wf e [ot i X I I 桑	I	桑	ワ	ワ

Anexo B – Cronograma Físico e Financeiro

CasaBigua' u

Id	Nome da tarefa	Dura' 2 o	In'cio	T'rmino	Custo
28	t 0611t t L111T I11X 0x 10x	3000	011 111111	{T 111111	w 111111
29	C1X I11	3000	011 111111	{T 111111	w 111111
30	! 111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
31	w 111111111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
32	1 111111 [111111 111111 111111 111111 0x 10x	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
33	C1X I11	3000	{T 111111	V 111111	w 111111
34	! 111111 111111	3000	{T 111111	V 111111	w 111111
35	[111111 111111 111111	3000	{T 111111	V 111111	w 111111
36	/ 111111 111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
37	w 111111111111 111111 111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
38	w 111111111111 111111 111111 111111 111111 111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
39	t 0611t t 111111 / 111111 111111	3000	011 111111	{T 111111	w 111111
40	C1X I11	3000	011 111111	V 111111	w 111111
41	! 111111	3000	V 111111	V 111111	w 111111
42	w 111111111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
43	1 111111 [111111 / 111111 111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
44	C1X I11	3000	{T 111111	011 111111	w 111111
45	! 111111 111111	3000	{T 111111	011 111111	w 111111
46	/ 111111 111111	3000	V 111111	V 111111	w 111111
47	w 111111111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
48	w 111111111111 111111 111111 111111 111111	3000	{T 111111	{T 111111	w 111111
49	! 111111 111111 111111	3000	011 111111	{T 111111	w 111111
50	! 111111 111111 111111	3000	011 111111	{T 111111	w 111111
51	111111 111111 111111 111111 111111 111111	3000	V 111111	V 111111	w 111111
52	! 111111 111111 111111 111111 0x 10x	3000	011 111111	{T 111111	w 111111
53	111111 111111 111111 111111 0x 10x	3000	011 111111	011 111111	w 111111
54	/ 111111 111111	3000	{T 111111	V 111111	w 111111
55	t 111111 111111	3000	V 111111	{T 111111	w 111111
56	111111 111111 111111 111111	3000	011 111111	V 111111	w 111111

CasaBigua´u

Id	Nome da tarefa	Dura'zo	In'cio	T'rmino	Custo
86	9 4 1 1 I X	30 0 0	{ T e h u h c i s h }	{ T e z z h c i s h }	w e h a h o h o
87	/ D A h i c d i x	30 0 0	{ T e h u h c i s h }	{ T e h u h c i s h }	w e z h a h e h u
88	w r g I X d i x	30 0 0	4 T 1 h e h c i s h	{ T e z z h c i s h }	w e h a h e h u
89	L I t 1 1 I X 4 d i x	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	v e h u h c i s h	w e h e h e h e
90	/ D A h i c d i x	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	{ T e z z h c i s h }	w e h u h e h u
91	w r g I X d i x	30 0 0	{ T e h u h c i s h }	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
92	L I t 1 1 I X t L I t 1 1 I X t I X t { X t 1 1 X }	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
93	/ D A h i c d i x	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
94	w r g I X d i x	30 0 0	{ T e h u h c i s h }	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
95	L I t 1 1 I X L I t 1 1 I X t w r g I X t 1 1 I X t 1 1 I X t 1 1 I X	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
96	/ D A h i c d i x	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
97	/ I X t 1 1 I X	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	v e h u h c i s h	w e h u h e h u
98	9 4 1 1 I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
99	4 T 1 h e h c i s h	30 0 0	v e h u h c i s h	{ T e z z h c i s h }	w e z h a h e h u
100	w e h u h c i s h	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
101	/ I X t 1 1 I X t I X t w r g I X t I X t I X t I X t	30 0 0	v e h u h c i s h	{ T e z z h c i s h }	w e z h a h e h u
102	4 T 1 h e h c i s h	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
103	/ I X t 1 1 I X	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
104	t L I t 1 1 I X t I X t I X t { X t 1 1 X }	30 0 0	v e h u h c i s h	{ T e z z h c i s h }	w e z h a h e h u
105	/ I X t 1 1 I X	30 0 0	v e h u h c i s h	{ T e z z h c i s h }	w e z h a h e h u
106	L I i x t I t L t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	4 T 1 h e h c i s h	w e z h a h e h u
107	/ I X t 1 1 I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	4 T 1 h e h c i s h	w e z h a h e h u
108	L I i x t I t L t I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	4 T 1 h e h c i s h	w e z h a h e h u
109	L I i x t I t L t I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	{ T e z z h c i s h }	w e z h a h e h u
110	w r g I X d i x	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
111	t I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u
112	t I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e z z h c i s h }	{ T e z z h c i s h }	w e z h a h e h u
113	! 1 1 I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	{ T e h u h c i s h }	4 T 1 h e h c i s h	w e z h a h e h u
114	t I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t I X t	30 0 0	v e h u h c i s h	v e h u h c i s h	w e z h a h e h u

CasaBigua'u

Id	Nome da tarefa	Dura'2o	In'cio	T'rmino	Custo
115	t 0IX 0IX 0IX	3o 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX
116	w 0IX 0IX a 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
117	w 0IX 0IX / 0IX 0IX	3o 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX
118	w 0IX 0IX 0IX a 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
119	w 0IX 0IX 0IX	3o 0IX	v 0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX
120	0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
121	0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
122	0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	0IX 0IX	0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
123	t 0IX 0IX 0IX 0IX	3o 0IX	0IX 0IX	0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
124	0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
125	t 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
126	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
127	a 0IX 0IX / 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	v 0IX 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
128	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
129	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
130	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	3o 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
131	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
132	a 0IX 0IX / 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
133	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
134	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
135	t 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	3o 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
136	0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
137	t 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	{T 0IX 0IX}	{T 0IX 0IX}	w 0IX 0IX 0IX
138	[0IX 0IX 0IX a 0IX 0IX	3o 0IX	v 0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
139	/ 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX [0IX 0IX 0IX a 0IX 0IX	3o 0IX	v 0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
140	/ 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
141	! 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX
142	/ 0IX 0IX 0IX 0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	0IX 0IX	w 0IX 0IX
143	a 0IX	0IX 0IX	0IX 0IX	v 0IX 0IX	w 0IX 0IX 0IX

CasaBigua' u

Id	Nome da tarefa	Dura' 2 o	In'cio	T' rmino	Custo
144	[CI ix ↑□	3h00	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
145	[CI ix ↑□ CCI 1/3	h00	v C 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
146	/ □□ I r □□ ot 9 I □ □ IX	h00	{T _E 3x3x3h	ot ↑ 3 I □ □	wā 3x3x3h
147	! o I □ □ ↑ □ □ □ IX	3h00	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
148	t L □ □ I t I □ □ a b X ot hr ↑ □	h00	{T _E 3x3x3h	v C 3x3x3h	wā 3x3x3h
149	t L □ □ I t I □ □ X I □ □ L p □ a b X ot hr ↑ □	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
150	t L □ □ I t I □ □ X I □ □ t □ a b X ot hr ↑ □	3o□	v C 3x3x3h	v C 3x3x3h	wā 3x3x3h
151	/ □ □ X L □ □ □	h00	{T _E 3x3x3h	ot ↑ 3x3x3h	wā 3x3x3h
152	t ↑ X ↑ X	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
153	{ □ □ □ □ b X ot hr ↑ □	3o□	ot ↑ 3x3x3h	ot ↑ 3x3x3h	wā 3x3x3h
154	/ □ □ X L □ □ t ↑ X	h00	{T _E 3x3x3h	ot ↑ 3 I □ □	wā 3x3x3h
155	/ □ □ X [T □ □	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
156	! o I □ □ ↑ □ □ b X ot hr ↑ □	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
157	! o I □ □ ↑ □ □ b X ot hr ↑ □ 3	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
158	! o I □ □ ↑ □ □ b X ot hr ↑ □ w	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
159	! o I □ □ ↑ □ □ b X ot hr ↑ □ w	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h
160	! o I □ □ ↑ □ □ b X ot hr ↑ □ w	3o□	v C 3x3x3h	v C 3x3x3h	wā 3x3x3h
161	! o I □ □ ↑ □ □ b X ot hr ↑ □ 3	3o□	{T _E 3x3x3h	{T _E 3x3x3h	wā 3x3x3h