

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO
CIVIL – PPGECC

MARCELO MINO SAKAMORI

MODELAGEM 5D (BIM) - PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO COM ESTUDO
SOBRE CONTROLE DE CUSTOS E VALOR AGREGADO PARA
EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

CURITIBA

2015

MARCELO MINO SAKAMORI

**MODELAGEM 5D (BIM) - PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO COM ESTUDO
SOBRE CONTROLE DE CUSTOS E VALOR AGREGADO PARA
EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Construção Civil da
Universidade Federal do Paraná,
como requisito à obtenção do grau de
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Scheer

CURITIBA

2015

S132m

Sakamori, Marcelo Mino
Modelagem 5D (BIM) : processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil/ Marcelo Mino Sakamori. – Curitiba, 2015.
178 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia,
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil, 2015.

Orientador: Sérgio Scheer .
Bibliografia: p. 155-166.

1. Modelagem de informação da construção. 2. Edificações - Modelagem de dados. 3. Edificações - Custos. I. Universidade Federal do Paraná. II. Scheer, Sérgio. III. Título.

CDD: 692.50113



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil

ATA DE DEFESA DE MESTRADO

Aos 25 dias do mês de fevereiro de dois mil e quinze, na Sala de Videoconferência do CESEC da Universidade Federal do Paraná, foi instalada pelo Professor Dr. Sergio Scheer, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, a Banca Examinadora para a **ducentésima vigésima primeira de Mestrado do PPGECC, área de concentração: Ambiente Construído e Gestão**. Estiveram presentes no ato professores, alunos e visitantes. A Banca Examinadora, atendendo determinação do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, ficou constituída pelos professores: Prof. Dr. Sergio Scheer (Orientador - Doutorado PUC – Rio de Janeiro) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da UFPR, Prof^a. Adriana de Paula Lacerda Santos (Doutorado UFSC) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da UFPR e o Prof. Dr. Ricardo Mendes Junior (Doutorado UFSC) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção da UFPR, às dez horas o Prof. Sergio Scheer iniciou os trabalhos, convidando o aluno **Marcelo Mino Sakamori** para fazer a apresentação da dissertação de mestrado intitulada "Modelagem 5D (BIM) – Processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil". Encerrada a apresentação, iniciou-se a fase de arguição pelos membros participantes. Após a arguição, a banca reuniu-se para apreciação do desempenho do pós-graduando. Tendo em vista a dissertação e a arguição, a banca decidiu pela sua APROVAÇÃO de acordo com a Resolução nº. 65/2009-CEPE – UFPR.

Curitiba, 25 de fevereiro de 2015.

Prof. Dr. Sergio Scheer

Prof^a. Dr^a. Adriana de P. Lacerda Santos.

Prof. Dr. Ricardo Mendes Junior

RESUMO

A busca incessante por resultados financeiros na indústria AEC fez com que novos processos para o levantamento de custos e controle dos empreendimentos de construção civil fossem desenvolvidos e aplicados. A modelagem da informação da construção (BIM) trouxe novas perspectivas para o desenvolvimento de ferramentas para a previsão de custos de uma edificação: sobre um modelo tridimensional da edificação podem ser agregadas informações sobre o tempo (modelagem 4D) e custos (modelagem 5D). Para uma correta modelagem 5D, são necessárias a elaboração do planejamento do empreendimento, pois sem este não é possível simular e analisar o fluxo de caixa do empreendimento. Esta simulação possibilita aos *stakeholders* avaliar qual a melhor alternativa financeira para a execução da edificação, analisando diversos cenários. O nível de precisão dependerá do nível de desenvolvimento do modelo, de modo que nas fases iniciais o levantamento de custos apresenta um alto grau de incerteza, o qual diminui à medida que aumentam os níveis de desenvolvimento e precisão do mesmo. Durante o processo de modelagem são resolvidos erros devido às incompatibilidades do projeto, enquanto falhas de orçamentação e incoerência dos projetos são resolvidas na fase de projeto. Alcançar um nível de precisão de 100% entre o custo orçado e o custo real executado não é possível, em virtude da perda de insumos durante o processo executivo e da variação do nível de produtividade da mão-de-obra. Valores consistentes nas fases preliminares do projeto podem ser previstos utilizando a modelagem 5D. Este trabalho visa ilustrar o conjunto de processos utilizados para a modelagem 5D, demonstrando desde a fase de modelagem, passando pela extração de dados do modelo, a indexação dos dados quantitativos aos custos fornecidos pelo banco de dados da SINAPI até a inclusão de estudos adicionais que servem como uma linha de base para o controle dos custos do empreendimento.

Palavras chave: BIM, modelagem 5D, estimativa de custos, extração de quantitativos

ABSTRACT

The relentless pursuit of financial results across the AEC industry has promoted that new processes for the collection of costs and control of construction projects to be developed and applied. The Building Information Modeling (BIM) brought new perspectives for the development of tools for the building costs modeling. Where on a three-dimensional model of the building were added information about time (4D modeling) and costs (modeling 5D). For a correct modeling 5D requires information about the time management, because without this you cannot simulate and analyze the project cash flow. This simulation allows stakeholders evaluate the best financial alternative for the building implementation, analyzing different scenarios. The level of accuracy depends on the model's level of development, so that in the early stages the costs survey has a high degree of uncertainty, which diminishes as the model's level of development and accuracy increase. During the modeling process, errors caused by design incompatibilities are resolved, while budgeting failures due to inconsistency of the projects are solved in the design phase. Achieving a 100% accuracy level between the estimated cost and the actual cost is not possible because of the loss of inputs that occurs during the enforcement process, and also because of the change in the level of hand labor productivity. Despite that, consistent values in the preliminary stages of the project are possible using the 5D modeling. This work aims to illustrate a complete 5D modeling process, showing the whole procedure set from the modeling phase through the model data extraction and indexing of quantitative data provided by the costs of SINAPI database and the inclusion of additional studies serve as a baseline for the control of development costs.

Keywords: BIM, 5D modeling, cost estimation, quantitative takeoff

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Comparação do custo estimado com o custo real, em variações percentuais..... | 20 |
| Figura 2: Protocolo de Coleta de Dados | 26 |
| Figura 3: Processos de planejamento, com destaque nos assuntos abordados nesta dissertação. | 29 |
| Figura 4: Curva ABC | 41 |
| Figura 5: Diagrama da Modelagem BIM..... | 51 |
| Figura 6: BIM e o ciclo de vida do modelo..... | 54 |
| Figura 7: Classificação de acordo com a Norma ISO 12006-2:2010..... | 77 |
| Figura 8: <i>Milestone</i> do desenvolvimento do SINAPI | 78 |
| Figura 9: Tabela SINAPI - preço dos insumos | 79 |
| Figura 10: Tabela SINAPI - custo de composições | 80 |
| Figura 11: Localização do Caso "A" | 83 |
| Figura 12: Modelo 3D do Estudo de Caso "A" | 84 |
| Figura 13: Localização do caso "B" | 85 |
| Figura 14: Modelo 3D do Estudo de Caso "B"..... | 86 |
| Figura 15: Localização do caso "C" | 87 |
| Figura 16: Modelo 3D do estudo de caso "C" | 88 |
| Figura 17: Modelagem do Empreendimento | 89 |
| Figura 18: Relação das Famílias de objetos e elementos construtivos | 90 |
| Figura 19: Demonstração dos Subitens das Famílias | 91 |
| Figura 20: Descrição do Subitem da família..... | 92 |
| Figura 21: Interface para a importação do desenho em CAD | 94 |
| Figura 22: Projeto arquitetônico em 2D..... | 94 |

| | |
|---|-----|
| Figura 23: Barra de ferramentas para a criação do modelo | 95 |
| Figura 24: Modelagem do empreendimento em 3D | 95 |
| Figura 25: Ferramentas para a modelagem da estrutura | 96 |
| Figura 26: Modelo estrutural..... | 98 |
| Figura 27: Modelagem do sistema elétrico e telefônico | 99 |
| Figura 28: Modelagem do sistema hidro sanitário..... | 100 |
| Figura 29: Extração dos quantitativos do modelo..... | 101 |
| Figura 30: Interface do software para a extração dos quantitativos | 102 |
| Figura 31: Relação dos objetos quantificados..... | 103 |
| Figura 32: Extração de quantitativos do modelo | 104 |
| Figura 33: Exportação dos quantitativos do modelo..... | 105 |
| Figura 34: Visualização do arquivo de exportação em "txt" | 105 |
| Figura 35: Importação dos arquivos para o <i>Microsoft® Excel</i> | 106 |
| Figura 36: Assistente de importação do <i>Microsoft® Excel</i> – Etapa 1 | 106 |
| Figura 37: Assistente de importação do <i>Microsoft® Excel</i> - Etapa 2..... | 107 |
| Figura 38: Dados de saída da importação de dados..... | 108 |
| Figura 39: Introdução da unidade da federação que os dados serão coletados..... | 112 |
| Figura 40: Limpar dados da planilha | 113 |
| Figura 41: Buscar dados das tabelas quantitativas | 113 |
| Figura 42: Estrutura analítica do projeto | 115 |
| Figura 43: Gráfico Gantt..... | 115 |
| Figura 44: Levantamento de custos da atividade | 116 |
| Figura 45: Levantamento de custo da atividade..... | 117 |
| Figura 46: Lançamento dos Custos no Planejamento da Obra..... | 118 |
| Figura 47: Janela de simulação 5D (<i>Autodesk® Navisworks</i>)..... | 118 |

| | |
|--|-----|
| Figura 48: Importação do Modelo no <i>software Autodesk® Navisworks</i> | 119 |
| Figura 49: Inserção do cronograma ao modelo..... | 120 |
| Figura 50: Dados importados do <i>Microsoft® Project</i> | 121 |
| Figura 51: Seleção dos objetos para vinculação com atividades do cronograma..... | 122 |
| Figura 52: Inserção da atividade selecionada à <i>Timeliner</i> | 123 |
| Figura 53: Vinculação da seleção de objetos à atividade correspondente..... | 123 |
| Figura 54: Simulação 5D..... | 124 |
| Figura 55: Simulação 5D (no dia d+27)..... | 125 |
| Figura 56: Simulação 5D (no dia d+54)..... | 125 |
| Figura 57: Simulação 5D (no dia d+81)..... | 126 |
| Figura 58: Simulação 5D (no dia d+108d)..... | 126 |
| Figura 59: Setup na configuração da <i>Timeliner</i> | 127 |
| Figura 60: Curva ABC do empreendimento | 134 |
| Figura 61: Composição da atividade 87525 - Alvenaria de vedação..... | 136 |
| Figura 62: Curva ABC - Serviços e insumos | 140 |
| Figura 63: Curva S ou curva do valor planejado (VP) | 143 |
| Figura 64: Introdução dos dados referente ao custo real do projeto | 145 |
| Figura 65: Orçamento do Caso "C" | 146 |
| Figura 66: Introdução dos dados do Valor planejado (VP)..... | 146 |
| Figura 67: Introdução dos dados da % do trabalho concluído | 147 |
| Figura 68: Estudo do Valor Agregado | 148 |
| Figura 69: Introdução dos custos realizados na obra (extrapolado em 5%)... | 148 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: <i>Ranking</i> dos critérios de sucesso da utilização do BIM | 19 |
| Tabela 2: Relação dos últimos estudos publicados sobre a Modelagem 5D ... | 21 |
| Tabela 3: Comparativo das relações do projeto e orçamento | 37 |
| Tabela 4: Classes da análise ABC | 40 |
| Tabela 5: Resultados dos Índices de desempenho | 45 |
| Tabela 6: Tabela demonstrando os principais ganhos adotando a tecnologia BIM | 50 |
| Tabela 7: Evolução do Nível de Desenvolvimento (LOD) do Modelo BIM | 64 |
| Tabela 7: Evolução do Nível de Desenvolvimento (LOD) do Modelo BIM (conclusão)..... | 65 |
| Tabela 8: Nível de precisão e esforço demandado da estimativa de custo..... | 74 |
| Tabela 8: Nível de precisão e esforço demandado da estimativa de custo (conclusão)..... | 75 |
| Tabela 9: Relação das famílias quantificadas | 109 |
| Tabela 10: Análise ABC - Classe "A" - atividades | 129 |
| Tabela 11: Análise ABC - Classe "B" - atividades | 131 |
| Tabela 12: Análise ABC - Classe "C" - atividades..... | 133 |
| Tabela 13: Estratégia de respostas proposta aos riscos da análise ABC - classe "A" | 135 |
| Tabela 14: Análise ABC - Classe "A" – serviços e insumos | 137 |
| Tabela 15: Análise ABC - Classe "B" - serviços e insumos..... | 139 |
| Tabela 16: Análise ABC - Classe "C" - serviços e insumos..... | 141 |
| Tabela 16: Análise ABC - Classe "C" - serviços e insumos (conclusão) | 142 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------|---|
| AACE | - <i>Association for the Advancement of Cost Engineering</i> |
| ABC | - <i>Activity-Based Costing</i> |
| AEC | - Arquitetura, Engenharia e Construção |
| ANSI | - <i>American National Standards Institute</i> |
| BDI | - Benefícios e Despesas Indiretas |
| BIM | - <i>Building Information Modeling</i> |
| BNH | - Banco Nacional de Habitação |
| CAD | - <i>Computer Aided Design</i> |
| CEF | - Caixa Econômica Federal |
| EAP | - Estrutura Analítica do Projeto |
| EVA | - Estudo de Valor Agregado |
| FDTE | - Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia |
| IAI | - <i>International Alliance for Interoperability</i> |
| IDM | - <i>Information Delivery Manual</i> |
| IFC | - <i>Industry Foundation Classes</i> |
| IFD | - <i>International Framework for Dictionaries</i> |
| IPMA | - <i>International Project Management Association</i> |
| ISO | - <i>International Organization for Standardization</i> |
| LOD | - <i>Level of Development</i> |
| NBR | - Norma Brasileira |
| NIBS | - <i>National Institute of Building Sciences</i> |
| PMBOK | - <i>Project Management Body of Knowledge</i> |
| PMI | - <i>Project Management Institute</i> |
| PPGECC | - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil |
| SINAPI | - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da |
| TCPO | - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos |
| TIC | - Tecnologia da Informação na Construção |
| UFPR | - Universidade Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1 | Problema..... | 15 |
| 1.2 | Pressuposto | 15 |
| 1.3 | Objetivos..... | 16 |
| 1.3.1 | Objetivo Principal e Secundários | 16 |
| 1.4 | Justificativas..... | 17 |
| 1.5 | Contextualização do programa..... | 21 |
| 1.6 | Definição da estratégia do método de pesquisa | 23 |
| 1.7 | Unidade de análise | 24 |
| 1.8 | Delimitação do trabalho | 24 |
| 1.9 | Protocolo de Coleta de Dados..... | 25 |
| 1.10 | Estrutura do Trabalho | 26 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL | 27 |
| 2.1 | Gerenciamento de Projetos..... | 27 |
| 2.1.1 | Estrutura Analítica do Projeto – EAP | 30 |
| 2.2 | Gerenciamento de custos..... | 31 |
| 2.2.1 | Estimar os custos..... | 31 |
| 2.2.1.1 | Levantamento de quantitativos | 33 |
| 2.2.2 | Orçamento..... | 35 |
| 2.2.3 | Controle dos custos | 38 |
| 2.2.3.2 | Análise ABC | 39 |
| 2.2.3.3 | Estudo do Valor Agregado (EVA)..... | 42 |
| 2.3 | Building Information Modeling (BIM) | 47 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 2.3.1 | Modelagem Paramétrica..... | 52 |
| 2.3.2 | Orientação à Objetos | 52 |
| 2.3.3 | Uso em todo o ciclo de vida | 53 |
| 2.3.4 | Colaboração | 54 |
| 2.3.4.1 | Fragmentação da Cadeia Produtiva | 57 |
| 2.3.5 | Interoperabilidade | 58 |
| 2.3.5.1 | Industry Foundation Classes (IFC)..... | 60 |
| 2.3.6 | Biblioteca de componentes..... | 62 |
| 2.4 | Níveis de desenvolvimento do modelo BIM..... | 62 |
| 2.5 | nD Modeling | 66 |
| 2.6 | Modelagem 4D | 67 |
| 2.7 | Modelagem 5D | 70 |
| 2.8 | Sistema de custeio | 72 |
| 2.9 | Levantamento de custos com a utilização do BIM..... | 72 |
| 2.9.1 | Sistemas de Classificação..... | 75 |
| 2.9.1.1 | Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI | 77 |
| 3 | ESTUDO DE CASOS | 81 |
| 3.1 | Contextualização dos Casos | 83 |
| 3.1.1 | Estudo de caso “A” | 83 |
| 3.1.2 | Estudo de caso “B” | 85 |
| 3.1.3 | Estudo de caso “C” | 87 |
| 3.2 | Modelo arquitetônico..... | 88 |
| 3.3 | Modelo estrutural | 96 |
| 3.4 | Modelo de instalações elétricas e hidráulicas..... | 98 |
| 3.5 | Extração de quantitativos | 101 |
| 3.6 | Levantamento de custos | 110 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.7 | Elaboração do planejamento de prazos | 114 |
| 3.8 | Associação do prazo e dos custos..... | 116 |
| 3.9 | Simulação da Modelagem 5D | 118 |
| 4 | ESTUDOS COMPLEMENTARES | 128 |
| 4.1 | Análise ABC | 128 |
| 4.2 | Estudo do Valor Agregado (EVA)..... | 143 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 150 |
| 5.1 | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 154 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 155 |
| 7 | APÊNDICES | 167 |

1 INTRODUÇÃO

Todo e qualquer empreendimento de construção civil, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor muito exigente, requer para seu sucesso uma série de procedimentos, como um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003). De acordo com Manzione (2006), na indústria da construção civil a pressão pela redução de custos como forma de garantir as margens do negócio provocou ondas de terceirizações e queda nos preços dos insumos, obtidas a partir de uma intensificação nas negociações comerciais e caracterizando uma primeira etapa de mudanças nas relações entre os agentes envolvidos.

Verificando estes cenários, a eficácia em custos se tornou um fator essencial para a sobrevivência das organizações, com foco de estratégia competitiva e como coadjuvante em outros contextos. São de extrema necessidade informações sobre custos que tanto facilitem o planejamento e o controle de produção como estimulem a produtividade e auxiliem no processo de melhoria contínua, conforme descritos por Johnson e Kaplan (1987).

Arayici *et al.* (2010) cita que a indústria da construção civil está passando por uma grande mudança de paradigma, a qual se dá por meio da procura pela melhoria da produtividade, eficiência e qualidade, bem como da redução dos custos do ciclo de vida e prazos de execução da edificação.

Souza (2012) complementa que o mercado imobiliário apresenta a perspectiva da continuidade de um forte crescimento para os próximos anos. Deverão ser criados novos mecanismos de governança corporativa de empreendimentos e obras, a fim de minimizar os riscos do negócio imobiliário. Por isso, o foco das incorporadoras e construtoras deverá ser na garantia de cumprimento de contratos, prazos, custos e qualidade.

Shen *et al.* (2010) descreve que o processo de geração de uma estimativa de custos detalhada de uma construção é uma tarefa crítica e demorada. Estimativas de custos pouco consistentes são identificadas como um dos principais fatores que contribuem para a elevada taxa de insucesso do setor.

Uma estimativa de custos excessivamente detalhada, por outro lado, indica que muito tempo foi gasto na visualização, interpretação e entendimento dos projetos e informações das especificações e no cálculo de mão de obra, materiais e equipamentos.

Na procura por novas soluções para o desenvolvimento de projetos e gestão da construção, o mercado encontrou tecnologias como o *Building Information Modeling (BIM)*, uma maneira de pensar o processo de projeto que pode levar a uma grande modificação nas atividades relacionadas ao setor. Com a implantação desta tecnologia ocorrerá uma profunda alteração no formato de interação entre os *stakeholders* durante todo o ciclo de vida de uma edificação.

Florio (2007) diz que a aplicação do BIM no projeto colaborativo pode contribuir para aprimorar o processo de obtenção das quantificações dos elementos desenhados e parametrizados. Matipa (2008), por sua vez, afirma que é inevitável que o processo de geração de documentos e dados tenha a tendência de ser cada vez mais automatizado, a ponto de que a quantificação e de outros processos técnicos exigirem a mínima intervenção humana.

Nassar (2012) conclui que a utilização do BIM para determinar uma estimativa de custos produz ganhos significativos de velocidade e precisão neste processo. Esses ganhos se devem ao fato de que o quantitativo é extraído automaticamente de um modelo tridimensional com os objetos parametrizados, conforme será explicado ao longo da dissertação.

O uso do BIM, ao possibilitar quantificação automática e precisa e, conseqüentemente, reduzir a variabilidade na orçamentação e aumentar sua velocidade, permite a exploração de mais alternativas de projeto (WITICOVSKI, 2011). A inclusão da variável “custo” ao modelo virtual é denominada “modelagem 5D”, e este é o foco principal deste trabalho.

1.1 Problema

Kymmell (2008) afirma que o maior problema no planejamento, na orçamentação e na construção de projetos de edifícios é a visualização incorreta das informações contidas no projeto. Uma vez que um projeto é representado em uma série de desenhos, é possível que o conteúdo desses documentos pode não seja claro para todos que os utilizam. Conseqüentemente, se este não está totalmente visualizado, compreendido e comunicado, poderá não ser corretamente representado no orçamento e assim criar empecilhos para a etapa de sua construção. Através da implantação do BIM no processo de concepção do empreendimento estes problemas são minorados.

Tendo em vista o potencial oferecido à indústria da AEC pelo BIM e pela modelagem 5D, apresenta-se como problema desta pesquisa a seguinte questão: Como é realizado um processo de modelagem 5D de um empreendimento de construção civil?

1.2 Pressuposto

Partindo do pressuposto que o processo de levantamento de dados quantitativos e, conseqüentemente, a estimativa de custos de uma obra apresenta grandes imprecisões em virtude de sua extensão e complexidade, bem como das dificuldades relativas ao fato de serem feitas manualmente, questiona-se a possibilidade de utilizar o *Building Information Modeling* (BIM), para aprimoramento da precisão desses custos visto que todos os dados por utilizados são extraídos diretamente de um modelo virtual preciso.

De acordo com Eastman *et al.* (2008), com a utilização do modelo BIM, espera-se uma maior precisão destas estimativas de custos, as quais seriam obtidas com a identificação automática dos componentes da construção. Foi convencionalizado que a denominação deste processo de modelagem é “modelagem 5D”.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta dissertação é demonstrar o processo de modelagem 5D (BIM) em um empreendimento de construção civil, pois embora diversos estudos tenham revelado que a estimativa de custos em um ambiente BIM é mais eficiente e precisa em relação ao modelo tradicional de projetos, poucos ilustram como é realizado um processo de modelagem.

1.3.1 Objetivo Principal e Secundários

Conforme descrito anteriormente o objetivo principal desta dissertação é:

- a. Ilustrar a utilização da Modelagem 5D (BIM) em empreendimentos de construção civil, demonstrando os processos de extração e indexação dos dados quantitativos do modelo a uma base de dados de custos, seguida da geração de um levantamento de custos e posteriormente uma simulação do fluxo de caixa do empreendimento.

E para agregar novos estudos à dissertação serão apresentados alguns objetivos secundários ao trabalho:

- a. Fornecer uma análise ABC do empreendimento para auxiliar o processo de controle das atividades, onde são classificadas as atividades de acordo com o previsto na metodologia e a partir desta classificação atribui-se critérios de controles para estas atividades;
- b. Ilustrar um processo para o controle do empreendimento utilizando a técnica de Estudo de Valor Agregado (EVA). Esta técnica faz um controle baseado no tempo e nos custos onde são comparados a linha de base planejada com os dados reais obtidos no empreendimento.

1.4 Justificativas

Para a modelagem dos custos de uma edificação é necessária a estimativa de custo. O principal objetivo da estimativa de custo é captar com precisão os dados de custos necessários no projeto do edifício, assim evitando o risco de superação orçamental na fase de construção (KUO *et al.*, 2009).

De acordo com Ma *et al.* (2013) A estimativa de custo é uma das atividades mais críticas da indústria AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção. Matipa (2008) descreve a importância do levantamento dos quantitativos já nas fases iniciais do projeto, pois este fornece o ponto de partida para a avaliação global do papel da gestão de custos dentro da equipe do projeto. Marchiori (2009) diz que nas etapas iniciais do projeto, o orçamento deve possibilitar a elaboração de um estudo de viabilidade do empreendimento.

A informação gerada pelo processo de estimativa de custo serve para apoiar as decisões preliminares de projeto e basear as primeiras negociações com clientes e fornecedores (KERN, 2005). Os benefícios da utilização do BIM são também reforçados com uma maior precisão no levantamento de custos, redução drástica no tempo de engenharia, melhor atendimento ao cliente e suporte para a automação na produção (SACKS *et al.*, 2005).

Com a utilização da modelagem 5D, espera-se um aumento na precisão da estimativa de custos através da identificação automática dos componentes da construção. Melhado (1994) diz que a precisão dos custos está relacionada ao nível de detalhamento e qualidade das informações dos projetos.

Cho, Son e Chun (2011) citam que, utilizando BIM, a extração dos quantitativos é automática e os orçamentistas podem utilizar os quantitativos para calcular os custos de um empreendimento com uma maior precisão.

Ao utilizar a modelagem BIM é possível simular todo o ciclo de vida de uma edificação e conseqüentemente melhorar a aplicação dos materiais e dos serviços, reduzindo o desperdício nas obras de construção civil. Segundo Roodman (1995), a indústria da construção civil é responsável por 55% da madeira cortada (não destinada para a produção de energia) e 40% de toda a energia e os materiais produzidos no mundo.

Hardin (2009), por exemplo, percebeu que no mercado os engenheiros começaram a utilizar arquivos BIM para reduzir demandas de energia usando o modelo para calcular a penetração e a refletância de luz. O modelo BIM fornece ao arquiteto condições para analisar um edifício em termos de massa e forma, visando aperfeiçoar os fechamentos e balancear a radiação dos vidros. Contratantes podem futuramente utilizar o modelo para quantificar e administrar a entrada e saída de materiais nas obras visando facilitar sua reutilização e a reciclagem.

Muitos softwares BIM destinados a modelagem 5D, como o Innovaya e o VICO *Estimator*, extraem os dados diretamente do modelo e produzem um eficaz orçamento. Estes *softwares* não apresentam, porém, versões educacionais gratuitas, necessárias para desenvolvimento deste estudo. Além disso, é desconhecido o meio pelo qual é realizada a atualização do banco de dados relativos aos custos nestes aplicativos. Este é um empecilho grave para sua utilização, visto que no mercado brasileiro os preços dos insumos sofrem atualizações constantemente.

De acordo com Ma *et al.* (2013) poucos *softwares* permitem uma efetiva troca de informações entre si, sendo assim dependentes do formato de dados exclusivo de seus fabricantes.

Bryde *et al.* (2013) estudou por dois anos, entre 2008 a 2010, 35 empreendimentos que utilizaram o processo BIM em seus projetos, listando seus principais benefícios na tabela 1.

Tabela 1: *Ranking* dos critérios de sucesso da utilização do BIM

| Critério de Sucesso | Vantagens | | Desvantagens | |
|------------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| | Número de Projetos | % do total de projetos | Número de Projetos | % do total de projetos |
| Redução ou Controle de Custos | 21 | 60,0% | 2 | 5,7% |
| Redução ou Controle do Tempo | 12 | 34,3% | 3 | 8,6% |
| Melhoria na Comunicação | 13 | 37,1% | 0 | 0,0% |
| Melhoria na Coordenação | 12 | 34,3% | 3 | 8,6% |
| Melhoria ou Controle da Qualidade | 12 | 34,3% | 0 | 0,0% |
| Redução dos Riscos | 6 | 17,1% | 1 | 2,9% |
| Melhoria no Entendimento do Escopo | 3 | 8,6% | 0 | 0,0% |
| Melhoria na Organização | 2 | 5,7% | 2 | 5,7% |
| Problemas com Softwares | 0 | 0,0% | 7 | 20,0% |

Fonte: Bryde (2013).

Em 2012, Nassar fez a comparação da extração dos quantitativos com a quantidade real de uma construção. O estudo consistia em um experimento em que alunos de pós-graduação e profissionais do mercado AEC trabalharam para avaliar a precisão e a exatidão das estimativas de custos em edificações ao utilizar o BIM. A Figura 1 apresenta a variação percentual entre o custo estimado e o custo real da obra, em nenhum dos casos ocorre a extrapolação das quantidades dos serviços executados.

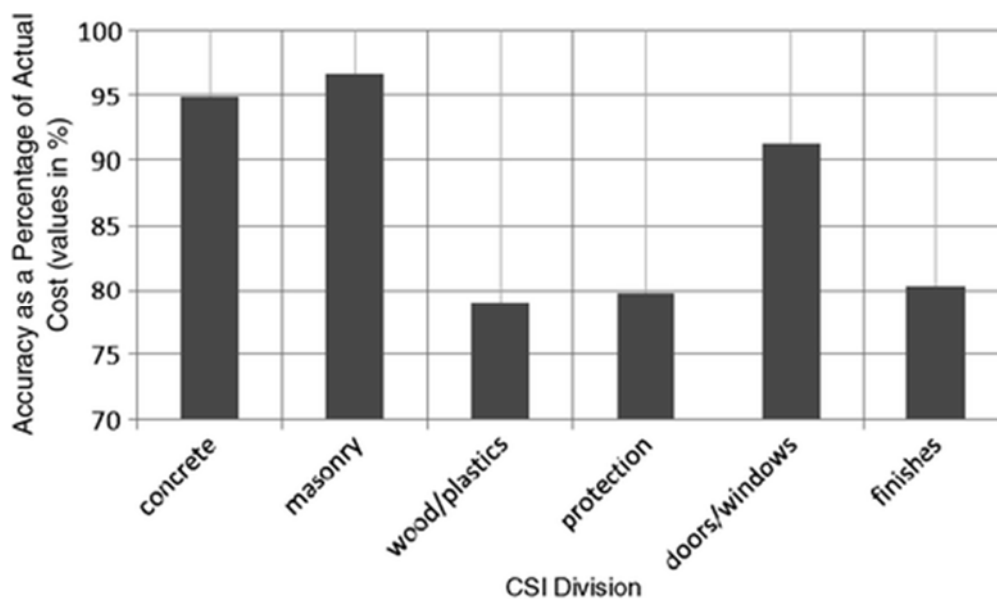


Figura 1: Comparação do custo estimado com o custo real, em variações percentuais.

Fonte: NASSAR (2012).

De acordo com Matipa (2008), com a utilização do modelo BIM, há uma produção de dados concretos já nas fases iniciais do processo de projeto. O intercâmbio de dados digitais sobre um projeto de construção pode substituir a base de processos impressos e assim aumentar a velocidade e a eficiência da comunicação, bem como melhorar a gestão dos custos, da concepção à conclusão.

Xiangyu *et al.* (2014) fizeram um levantamento sobre a produção de trabalhos sobre a modelagem 5D e verificaram que foram publicados poucos trabalhos sobre este tipo de modelagem, dos quais grande parte se limitou à descrição do conceito 5D e de suas aplicações. No artigo desses autores foram listados os trabalhos mais importantes realizados sobre a modelagem 5D, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Relação dos últimos estudos publicados sobre a Modelagem 5D

| Autor (data) | Descrição do projeto | Finalidade do Modelo 5D |
|----------------------------------|--|---|
| Abdelmohsen <i>et al.</i> (2011) | Edifício do Tribunal Federal dos Estados Unidos | Automatizar a análise preliminar do custo do projeto |
| Jongeling <i>et al.</i> (2005) | Edifício residencial com 25 pavimento na Suécia | Verificação do conceito da Modelagem 5D |
| Kala <i>et al.</i> (2010) | Centro Médico em Oakland | Comparação da velocidade de estimativa entre a Modelagem 5D e o método tradicional |
| Panushev & Pollalis (2006) | Edifício “Renzo Piano” da Califórnia Academy of Sciences em São Francisco, USA | Melhorar o processo de comunicação do projeto e estabelecer uma base de conhecimento para a modelagem |
| Tanyer & Aouad (2005) | Complexo residencial em Manchester, UK | Desenvolvimento e avaliação de um banco de dados único baseado no padrão IFC |

Fonte: XIANGYU *et al.* (2014).

A partir da constatação da falta de estudos aprofundados sobre o processo de formatação e extração de dados quantitativos do modelo, este trabalho visa retratar melhor este processo, demonstrando como o mesmo é realizado e como se pode interliga-lo com as bases de dados de custos para gerar outros produtos, como por exemplo um levantamento de custos e um orçamento. O processo levantado é uma das formas de se realizar a modelagem 5D, não sendo a única, mas servindo como guia para o estudo de novos processos de modelagem.

1.5 Contextualização do programa

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC) da Universidade Federal do Paraná possui como uma de suas três áreas de concentração a chamadad “Ambiente Construído e Gestão”.

Dentro desta área, há a linha de pesquisa “Gestão da Construção Civil”, que lista como foco o desenvolvimento de conceitos, metodologias e ferramentas de apoio ao processo de desenvolvimento do projeto de edificações e a sistemática de organização e previsão eficientes das etapas de atividades da construção civil, envolvendo viabilidade, custos, racionalização e mercado (UFPR, 2013).

No âmbito do PPGECC, foram publicadas diversas dissertações a respeito da utilização do BIM. Dentre os trabalhos realizados no PPGECC dentro dessa temática, destacam-se alguns estudos relevantes como os de Ayres Filho (2009), Müller (2010), Witicovski (2011), Carvalho (2012) e o de Antunes (2014).

Ayres Filho (2009) fez uma análise sobre as diversas formas de acessar os dados de modelos de edifícios, utilizando um formato proprietário (*Archicad* – PLN) e um neutro (IFC). O pesquisador desenvolveu também pequenos aplicativos para demonstrar a acessibilidade, facilidade e disponibilidade de ferramentas para as formas de acesso.

Müller (2010) realizou um estudo da interoperabilidade entre sistemas *Computer Aided Design* (CAD) de projeto estrutural de estruturas de concreto armado e sistemas *Building Information Modeling* (BIM).

Witicovski (2011) realizou um estudo de casos múltiplos com seis empreendimentos – quatro deles utilizando o processo BIM –, em dois ciclos de pesquisa. Os resultados permitiram entender mais claramente a importância da qualidade das informações contidas em projetos e a sua relação com a gestão do empreendimento durante o seu ciclo de vida.

No ano seguinte, Carvalho (2012) fez a investigação dos resultados obtidos pela exportação e importação com modelos de edifícios elaborados com o BIM e utilizando sistemas de projetos de estruturas disponíveis no mercado que permitem o uso do IFC como arquivo de comunicação entre os sistemas.

Antunes (2014), por sua vez, realizou um mapeamento de processos e a determinação de requisitos de informação em projetos de estrutura em concreto armado utilizando a metodologia IDM.

Além desses trabalhos, podem ser citados também alguns artigos publicados pelo PPGECC relacionados ao tema estudado, como:

- a. “Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba” (HILGENBERG *et al.*, 2012);
- b. “Análise do processo de modelagem colaborativa em CAD como suporte ao projeto de edifícios em equipe” (SCHEER *et al.*, 2009);
- c. “Metacompilação de classes para acesso a modelos IFC e sugestões para criação de classes para acesso em alto nível” (AYRES FILHO e SCHEER, 2009);
- d. “A utilização do BIM em projetos de construção civil” (SANTOS *et al.*, 2009);
- e. “Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?” (MIKALDO *et al.*, 2008).

1.6 Definição da estratégia do método de pesquisa

O método pesquisa utilizado nesta dissertação é o estudo de casos múltiplos, uma estratégia para realizar uma pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenômeno particular contemporâneo usando múltiplos recursos para evidenciá-lo (ROBSON, 2002). Segundo Yin (2001), a estratégia de pesquisa do estudo de caso deve ser escolhida para tratar de acontecimentos contemporâneos nos quais não se pode manipular comportamentos relevantes.

Bonoma (1985) *apud* Albertin (2009) argumenta que o estudo de caso se aplica de forma muito adequada para pesquisas sobre situações em que o fenômeno estudado é abrangente, complexo, e deve ser estudado dentro do contexto. O estudo de caso é muito útil nas pesquisas que têm como objetivo contextualizar e aprofundar o estudo de certo tema.

Robson (2002) afirma que o estudo de caso requer um conhecimento intenso sobre um assunto e tem como característica a seleção para estudo de

um determinado caso (ou um número pequeno de casos relacionados) de uma situação individual.

Para reforçar os procedimentos de Modelagem 5D foram estudados três casos específicos. De acordo com Yin (2005), os estudos de casos múltiplos possuem vantagens e desvantagens distintas em comparação aos estudos de caso único. A utilização de casos múltiplos deve seguir uma lógica de replicação, e não de amostragem, de modo que os casos devem funcionar de maneira semelhante aos experimentos múltiplos, ou seja, apresentando resultados similares ou contraditórios previstos explicitamente no princípio da investigação. Pode-se afirmar, em suma, que a justificativa para casos múltiplos deriva diretamente de seu entendimento de repetições literal e teórica (YIN, 2005).

1.7 Unidade de análise

Foram adotados como casos para estudo três empreendimentos de construção civil cujos projetos utilizaram a modelagem 5D, mas cujos nomes não serão divulgados por motivo de sigilo requerido pelos seus responsáveis. Para que nenhuma informação importante seja omitida para a análise dos casos, no entanto, esses foram identificados como:

- a. Um empreendimento com duas casas destinadas à habitação social (Caso “A”);
- b. Uma casa com dois pavimentos de médio padrão (Caso “B”);
- c. Um empreendimento com duas casas destinadas à habitação social (Caso “C”).

1.8 Delimitação do trabalho

Neste projeto foram estudados somente os empreendimentos indicados na unidade de análise e com foco no levantamento de custos pela modelagem 5D. Não foram aprofundados estudos sobre a modelagem, o planejamento, o

formato de contratação, a interoperabilidade do sistema e a execução do empreendimento.

Neste trabalho todos os dados financeiros são custos. Em nenhum momento foi trabalhado com preço de venda, e tampouco foram considerados os custos indiretos e impostos, itens necessários para a composição do Benefícios e Despesas Indiretas (BDI).

O trabalho foi realizado utilizando modelos desenvolvidos no período de 2011 a 2014.

1.9 Protocolo de Coleta de Dados

O formato da coleta de dados seguiu os passos ilustrados na Figura 2. Foi realizada uma entrevista com os autores dos casos “A” e “B”. Após essa entrevista, todos os materiais dos casos foram liberados pelos autores, permitindo o início do estudo sobre o desenvolvimento dos processos de modelagem 3D, 4D e 5D. Cronologicamente o caso “A” foi modelado em Janeiro de 2013, o caso “B” foi modelado em Junho 2013 e o caso “C” onde o autor deste trabalho fez a observação direta do processo de modelagem 5D foi realizado em Novembro de 2013.

Todo o material foi disponibilizado apresentando uma cláusula de sigilo sobre os proprietários dos modelos, e seu conteúdo disponibilizado exclusivamente para o uso acadêmico.

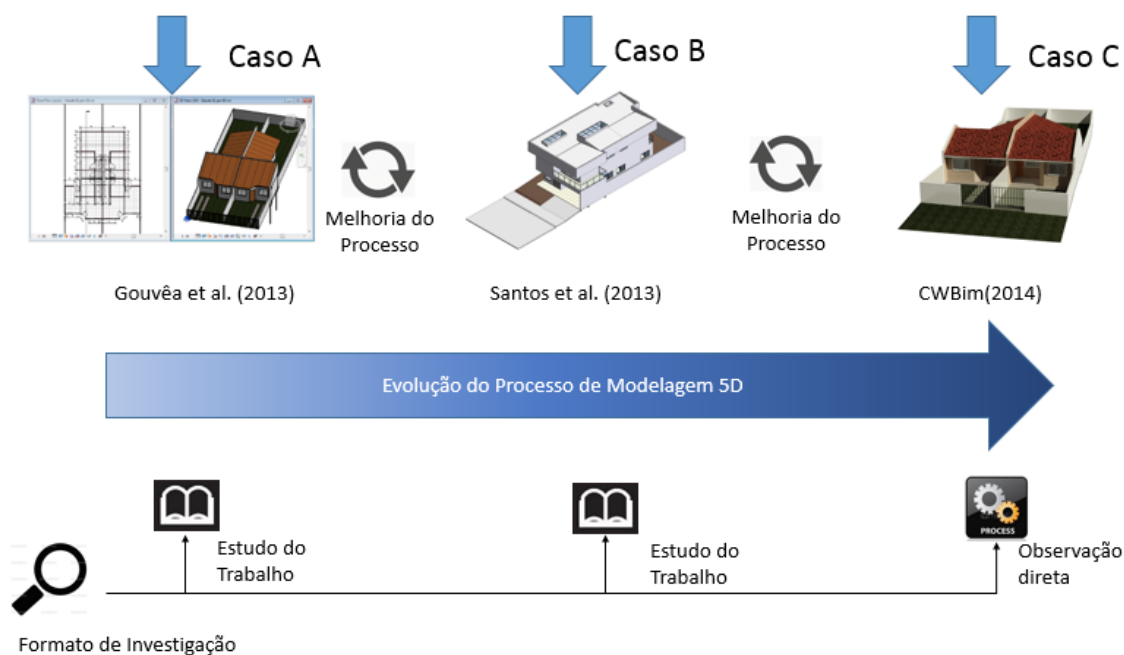


Figura 2: Protocolo de Coleta de Dados
 Fonte: O Autor (2014).

1.10 Estrutura do Trabalho

Para atingir o objetivo principal da dissertação, esta foi dividida em três partes. A parte inicial consiste na contextualização do problema, no objetivo principal, na apresentação da metodologia de pesquisa e na revisão bibliográfica dos assuntos abordados nesta dissertação. Esta parte compreende:

Capítulo 1: Introdução, problemas, objetivos, pressupostos, delimitações e metodologia de pesquisa. Nesta fase são apresentadas a fundamentação e a motivação para o desenvolvimento da pesquisa.

Capítulo 2: Referencial Teórico Conceitual dos assuntos abordados na dissertação. Foi realizada uma revisão bibliográfica para apresentar aos leitores um embasamento teórico de todos os assuntos abordados nesta dissertação.

Na segunda parte são apresentados os casos estudados, com o estudo sobre o processo de levantamento de custos em um ambiente BIM, coleta dos resultados deste levantamento e análise dos dados coletados. Esta, por sua vez, abrange:

Capítulo 3: O desenvolvimento de estudo de casos múltiplos. Neste capítulo foram estudados três casos que utilizaram a modelagem 5D para a

geração de um orçamento analítico e uma simulação do fluxo de caixa do empreendimento.

Na parte final são apresentados estudos complementares, conclusões e recomendações para novos estudos, com os respectivos capítulos:

Capítulo 4: Inclusão de estudos adicionais. Foram apresentadas duas análises geradas a partir dos dados levantados na modelagem 5D: a análise ABC e o Estudo de Valor Agregado (EVA).

Capítulo 5: Conclusões e recomendações para novos estudos. Este último capítulo serviu para concluir as atividades desenvolvidas no trabalho e fornecer embasamentos teóricos para futuros estudos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL

O referencial conceitual tem como objetivo servir de embasamento teórico dos assuntos que serão trabalhados nesta dissertação. Estes assuntos serão aprofundados visando subsídios para demonstrar a eficiência da utilização do BIM no levantamento de custos dos casos selecionados para esta dissertação.

2.1 Gerenciamento de Projetos

Para se iniciar a definição sobre gerenciamento de projetos foi realizada uma breve descrição do projeto sob a ótica de pesquisadores que estudam sobre o assunto.

O conceito de “projeto” pode ser definido como: um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, destinados a atingir um objetivo claro e definido, e que serão conduzidos por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade (VARGAS, 2005). De acordo com o Guia PMBOK® (2013), o “projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”.

Zegarra *et al.* (1999) cita que na indústria da construção civil, cada empreendimento possui características próprias, o que lhes confere grau de unidades. Classificam-se assim, como projetos, os modelos desenvolvidos segundo os preceitos da tecnologia BIM.

A definição de projeto dada por Limmer (1997) descreve-o como um empreendimento singular, com um ou mais objetivos bem definidos, a serem materializados segundo um plano preestabelecido e dentro de condições de prazo, custo, qualidade e risco previamente definidas.

Para Heldman (2006) um projeto é um empreendimento temporário, com datas de início e término definidas, que tem por finalidade criar um produto ou serviço único, e que está concluído quando suas metas e objetivos forem alcançados e aprovados pelos *stakeholders*¹.

Segundo Valeriano (2005), o projeto tem uma missão, um ambiente, um objetivo, uma estrutura, regras de funcionamento e recursos. Também pode ser definido como uma organização transitória, que tem por objetivo um produto singular. Projeto é uma habilidade intelectual humana que opera por meio da criatividade, das técnicas e dos conhecimentos na busca de soluções para problemas e desafios (FABRICIO, 2002).

O gerenciamento de projetos teve um grande impulso durante a revolução industrial, a qual promoveu uma profunda alteração na estrutura econômica do mundo ocidental. A partir deste momento as organizações focaram seus esforços na melhoria do processo de gestão do negócio, o que provocou a necessidade de sistematizar e padronizar a forma de administrar estas organizações, dando início ao desenvolvimento do sistema de administração de gerenciamento de projetos.

No processo de gerenciamento de projeto é importante que todos os colaboradores tenham acesso às informações a respeito de solicitação de alteração, aprovação, status do projeto, etapas de trabalho, processo de elaboração de projetos indicando o fluxo das atividades e responsáveis,

¹ Stakeholders: parte interessada

cronogramas, escopo, prazos, custos, qualidade, recursos humanos, metas e riscos (QUINTÃO, 2003).

O Guia PMBOK® foi desenvolvido pela *Standards Committee* do *Project Management Institute - PMI®* e procura utilizar os principais elementos a serem utilizados em um projeto. Este guia tem a finalidade da padronização dos processos, com a identificação dos processos, áreas de conhecimento, técnicas e regras. A sua primeira edição foi publicada em 1999, como um padrão de gerenciamento de projeto pelo *ANSI – American National Standards Institute*.

Além do *PMI®* existem outras organizações especializadas em projetos como o *International Project Management Association – IPMA* (2012) que define o projeto como uma operação com restrições de custos e prazos, caracterizadas por um conjunto definido de entregas, com base em normas e requisitos de qualidade, cujo objetivo é produzir entregas definidas.

No desenvolvimento deste trabalho considerou-se a modelagem (BIM) como um projeto e o levantamento de custos faz parte de um grupo de processos da área de conhecimento – Gerenciamento dos custos do projeto. Por este motivo, as práticas abordadas no Guia PMBOK® (2008) serviram como um referencial teórico para a dissertação.

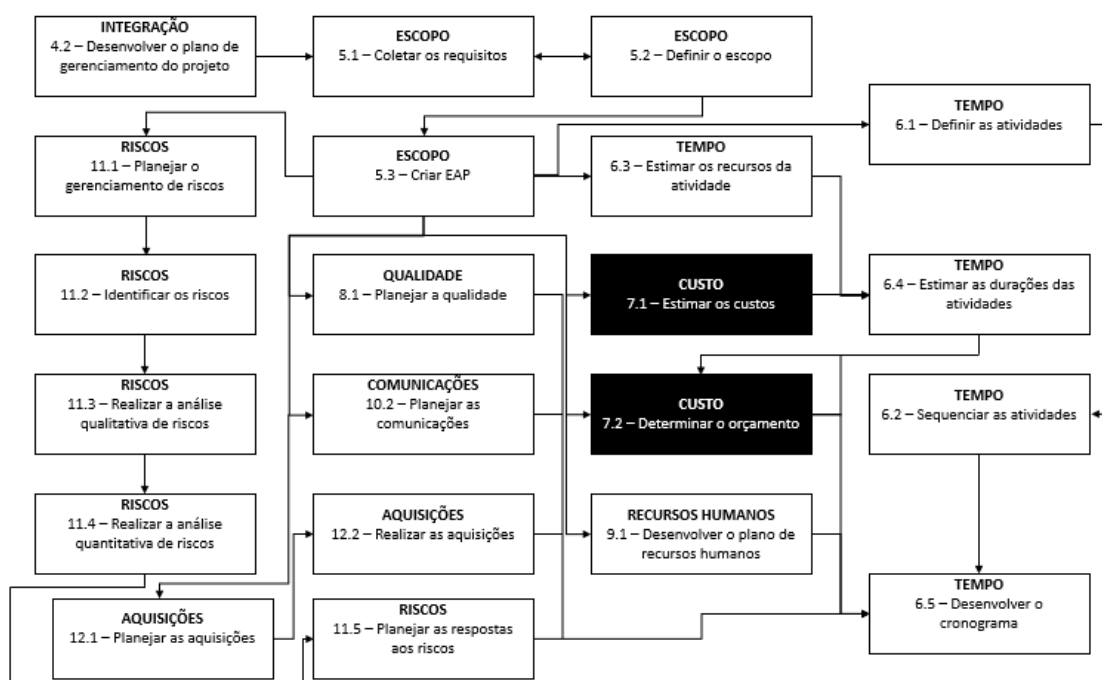


Figura 3: Processos de planejamento, com destaque nos assuntos abordados nesta dissertação.

Fonte: PMBOK (2008).

As práticas do *Project Management Institute (PMI)* foram adotadas pelo fato do modelo de gerenciamento ser um dos mais adotados atualmente. De acordo com dados extraídos do *PMI* cerca de 370.000 profissionais são certificados com competência e conhecimento em práticas adotadas pelo *PMI* e apresentam em torno de 700.000 membros associados.

Em 2007 o *PMI* lançou um guia específico para a indústria da construção civil o *Construction Extension to the PMBOK® Guide* com algumas alterações específicas para a indústria da construção civil, onde foram adicionadas e modificadas algumas áreas de conhecimento e boas práticas de modo a atender as características e especificidade dos projetos da indústria AEC.

Adiante serão definidos especificamente os assuntos abordados no decorrer desta dissertação. Os assuntos descritos serão a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), gerenciamento de custos, estimar custos, levantamento dos quantitativos e orçamento.

2.1.1 Estrutura Analítica do Projeto – EAP

A estrutura analítica do projeto é uma composição hierárquica orientada à entrega do trabalho a ser executado pela equipe do projeto, para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas necessárias. Ela possui a finalidade de organizar e alinhar as atividades com o objetivo do escopo total do projeto. O trabalho é subdividido em partes menores e mais fáceis de serem gerenciadas: em cada nível descendente da EAP, representando uma definição mais detalhada do trabalho do projeto (PMBOK, 2008).

Em seu estudo Kerzner (2002) afirma que uma das mais importantes atividades no gerenciamento de projetos é o desenvolvimento de uma estrutura analítica de projeto. Esta atividade é estruturada de acordo com o trabalho que será executado e interfere na maneira que os custos do projeto e os dados serão tratados e reportados. Para cada atividade é atribuído um código identificador exclusivo para localizar a atividade dentro do escopo do projeto.

A EAP não mostra a ordem dos pacotes de trabalho ou quaisquer dependências entre eles. Ela tem como objetivo principal mostrar o trabalho envolvido em criar o produto.

Além da criação da EAP, é necessária a elaboração do dicionário da EAP, que lista para cada atividade a declaração do trabalho, o responsável pela atividade e uma lista de marcos do cronograma. Outras informações adicionais podem também ser incluídas, tais como: informações de contrato, requisitos de qualidade, referências técnicas para facilitar o desempenho do trabalho, recursos necessários e estimativa de custos. Esse dicionário tem a função de informar o escopo de cada atividade da estrutura analítica de projeto.

2.2 Gerenciamento de custos

O gerenciamento de custos do projeto inclui os processos envolvidos em estimativa, orçamento e controle de custos, objetivando que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado. O PMBOK (2008) diz que o gerenciamento de projeto é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades deste, a fim de atender aos seus requisitos. Ainda segundo a mesma fonte, o gerenciamento de custos do projeto envolve três processos principais:

- a. Estimar os custos: desenvolvimento de uma estimativa dos custos necessários para concluir o projeto;
- b. Determinar o orçamento: agregar os custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha base de custos;
- c. Controle os custos: controle dos fatores que causam variâncias nos custos e controle das mudanças no orçamento do projeto.

2.2.1 Estimar os custos

Estimar os custos refere-se ao processo de levantar os custos dos recursos necessários para conclusão de um projeto. Nesta fase, consideram-se

também as variâncias que podem ocorrer nos custos durante o ciclo de vida do mesmo.

De acordo com os estudos de Khemlani (2006) a estimativa de custos é mais complexa do que a simples obtenção de uma lista de materiais e suas dimensões. Envolve também a análise da edificação, o agrupamento de objetos comuns em conjuntos apropriados para a construção, montagem e configuração de variáveis de itens e, em seguida os preços dos objetos.

Nas fases iniciais das estimativas de custos, segundo o PMBOK (2008), a precisão da estimativa pode variar entre -50 a +100% do custo final do projeto, enquanto nas fases finais do projeto a precisão varia na faixa de -10 a +15% do valor final. As estimativas de custos são refinadas durante o andamento do projeto devido aos detalhes adicionais disponíveis.

Estimativas de custos para projetos de construção, tradicionalmente começam com uma quantificação, processo intensivo de registro dos componentes de conjuntos de desenhos impressos, ou desenhos CAD (*Computer-Aided Design*). A partir destas quantidades, orçamentistas utilizam método de planilhas de custos para produzir uma estimativa de custos do projeto. Esse processo, no entanto, está sujeito a erro humano e tende a propagar imprecisões. A quantificação é um processo demorado e pode exigir 50% a 80% de uma estimativa de custo de tempo em um projeto (SABOL, 2008).

A estimativa de custos para proposta de projetos de construção civil consiste em três grandes processos: classificar todos os produtos da construção que constituem uma edificação em itens; levantar quantitativos desses itens e processar os custos do projeto. Especificações para a padronização destes processos, como o *UniFormat* e *Masterformat*, necessitam ser rigorosamente cumpridas com a finalidade de desenvolver uma eficaz e rigorosa estimativa de custos (MA *et al.*, 2013). Complementando esta afirmação demonstra-se a necessidade de um sistema de classificação padronizado com as características da indústria AEC nacional.

A estimativa de custos dentro de um ciclo de vida de um empreendimento de engenharia é uma importante ferramenta nos processos de tomada de decisões.

2.2.1.1 Levantamento de quantitativos

O levantamento de quantitativos é a base de qualquer estimativa de custo. Estimar custos requer o conhecimento de cada propriedade de cada elemento de construção e como este pode ser quantificado (AZEVEDO, 2009). De acordo com Alder (2006) esta é a atividade mais importante em um levantamento de custos e é uma atividade que mais demanda recursos e tempo.

Para efetuar o levantamento de quantitativos, tem-se por base a estruturação definida a partir da coleta das quantidades correspondentes a cada uma das atividades, obedecendo assim as unidades atribuídas para cada uma delas (KNOLSEISEN, 2003).

Segundo Marchiori (2009), a falta de padronização no levantamento dos quantitativos em um projeto pode ser apontada como uma das fontes de imprecisão no custo final do orçamento, tal como o desconhecimento sobre a relação indispensável entre o coeficiente de consumo da composição de custo e o respectivo critério de medição.

Segundo Alder (2006), o levantamento de custos pode ser realizado manualmente ou de modo automatizado dependendo da preferência e das ferramentas disponibilizadas à equipe que fez a estimativa de custos. Métodos manuais de levantamento de quantitativos incluem a medição e a contagem de todos os elementos de uma construção, utilizando escalas e inserindo todos os dados em uma planilha. A utilização de planilhas auxilia na organização de uma estimativa de custos e demonstra de forma clara e concisa os dados e a maneira que os cálculos foram realizados.

Toenjes (2000) diz que métodos que fazem a estimativa de dados automaticamente podem diminuir o tempo e reduzir a possibilidade de erros e falhas no processo de estimativa de quantitativos. Uma estimativa de dados automatizada permite a compilação, padronização e integração dos dados em outros departamentos da empresa.

O levantamento de quantitativos do projeto, quando realizado em um ambiente BIM, permite uma rápida avaliação sobre o impacto de uma decisão do projeto no custo da obra (SANTOS *et al.*, 2009). De acordo com a Autodesk Inc. (2005), no modelo BIM são definidos os parâmetros que permitem uma extração de quantidade de materiais e qualquer outra informação da construção definida no escopo do projeto.

Schwegler *et al.* (2001, página 10-11), apresenta um caso em que:

“A alguns anos atrás a YIT Corporation iniciaram um ambicioso programa de pesquisa e desenvolvimento de softwares para a estimativa e desenvolvimento do planejamento de obras. A YIT concluiu que a transferência de dados entre as fases do projeto não possui muitos detalhes, porque as informações contidas nos projetos não podem ser modificáveis para a interpretação direta em outros programas de computador. Recentemente, a YIT converteu todos os seus softwares para se tornarem compatíveis com o Industry Foundation Classes (IFC) R 2.0. O grande ganho foi fornecer apoio à decisão nas fases preliminares, estimativas confiáveis para orçamentação e dados sobre todas as fases do ciclo de vida do empreendimento (LAITIEN, 1998). YIT apontou como ganhos no processo as seguintes atividades:

- a. Redução de 80% no tempo para a geração de uma estimativa de custos (incluindo a análise do modelo e a simulação de novas alternativas);
- b. Precisão na estimativa de custos de +/- 3%;
- c. Rápida geração de visualizações do modelo incluindo as simulações de novas alternativas e a verificação dos seus impactos”.

KHEMLANI (2006) cita em seu artigo que um dos ganhos das empresas que utilizam o BIM é a extração e a estimativa de custos de um projeto. Uma das grandes vantagens da utilização do BIM para a extração de quantitativos é que os atributos dimensionais são extraídos diretamente do modelo, eliminando os problemas causados por utilização incorreta da escala no projeto (ALDER, 2006).

2.2.2 Orçamento

Para Limmer (1997), orçamento pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto. A preparação de um orçamento é imprescindível para um bom planejamento, pois é com base nele que advém o sucesso de qualquer empreendimento de construção predial. O orçamento é baseado na previsão de atividades futuras logicamente encadeadas e que acarretam custos, geralmente expressos em termos de uma unidade monetária padrão, e que se tornam uma previsão de ocorrências monetárias ao longo do prazo de execução do projeto.

Complementando a afirmação anterior, Donk *et al.* (2004) descrevem o orçamento de um empreendimento como uma estimativa ou previsão expressa em termos quantitativos físicos ou monetários que visa auxiliar o gerenciamento e a tomada de decisões, seja para a empresa como um todo ou apenas para um empreendimento. Os quantitativos físicos se referem, por exemplo, a: quantidades de materiais de construção, horas trabalhadas de mão de obra e horas de equipamentos utilizados. Já os quantitativos monetários referem-se a: receitas, despesas, custos, impostos e lucro.

Para que um orçamento seja realizado, o orçamentista precisa considerar todos os detalhes que possam ter impacto em custos durante a execução de uma obra de construção civil (LOSSO, 1995). Knolseisen (2003) afirma que o orçamento se inicia com a interpretação minuciosa de todos os projetos arquitetônicos, estrutural, fundação, elétrico, hidráulico e todas as especificações e memoriais para, em seguida, passar à definição da estrutura analítica do projeto.

Marchiori (2009) destaca as diferentes etapas do projeto e os objetivos do orçamento. Nas etapas iniciais, este deverá possibilitar a análise da viabilidade do empreendimento. Já nas fases mais próximas da construção é necessário conhecer as metas de custo para um determinado período ou para um determinado produto de construção.

Verificando que os orçamentos são realizados antecipadamente às obras, deve-se buscar sempre um orçamento mais próximo da realidade, sendo

que o ideal de 100% de acerto é inatingível antes da construção (SCHEER, 2009). O nível de precisão do orçamento está ligado diretamente ao estágio de desenvolvimento do projeto: quanto maior o nível de detalhamento maior será a precisão do orçamento.

Segundo Xavier (2008), os atributos ou qualidade de um orçamento traduzem a sua capacidade de retratar a realidade de um projeto. Elencar as especificações de uma determinada obra ainda na fase de orçamento é o nível de precisão que o orçamento deve conter, pois quanto maior e mais apurada for a sua elaboração, menor será a sua margem de erro.

De acordo com o PMBOK (2008) a orçamentação envolve a agregação dos custos estimados de atividades do cronograma individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha base dos custos totais para a medição do desempenho do projeto.

O orçamento se caracteriza como instrumento de ação, cujo objetivo principal é orientar o processo de tomada de decisões econômicas de uma empresa (ZDANOWICS, 1984). O principal papel de um orçamento é fornecer uma visualização antecipada dos recursos operacionais de um empreendimento de construção civil. Para Formoso (1991) o planejamento é um processo gerencial para estabelecimento de objetivos e dos meios para atingi-los, sendo efetivo somente se acompanhado de um processo de controle das atividades executadas.

De forma simplificada, o orçamento de uma obra é composto pelas seguintes informações: levantamento das quantidades de serviços a serem executados na obra, consumo unitário, que são produtos de indicadores de produtividade da mão de obra e consumo de materiais por unidades de serviço e o preço unitário da mão de obra e dos materiais (MARCHIORI, 2009). Esse raciocínio, porém, não apresenta um importante variável, os ativos organizacionais e fatores ambientais da empresa, as características do empreendimento, dos *stakeholders* e qual o estágio de desenvolvimento do projeto o orçamento foi realizado.

Para a execução de um orçamento são necessários todos os projetos, especificações, memoriais descritivos da obra e o planejamento de como será

executado o empreendimento. Segundo Knolseisen (2003) a ausência de um planejamento é uma das deficiências encontradas no processo de orçamentação de um empreendimento, pois é ele que define as etapas e ordena as atividades a serem desenvolvidas numa sequência lógica, procurando atingir o controle da qualidade, do desperdício e da velocidade nos canteiros de obra.

Um dos maiores problemas na execução de um orçamento é a visualização incorreta das informações contidas no projeto. Uma vez que um projeto é representado em uma série de desenhos, o conteúdo desses documentos pode não ser claro para todos os que o utilizam. Se não estiverem totalmente visualizados, compreendidos e comunicados, podem não ser corretamente representados no orçamento, criando, assim, problemas durante a construção (KYMMEL, 2008).

De acordo com Andrade (1996) existem muitos tipos de orçamento de produto utilizados na construção civil. Os orçamentos mais utilizados são os seguintes:

- a. Convencional: feito a partir de composições de custos, dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço;
- b. Executivo: preocupa-se com todos os detalhes de como a obra será executada, modelando os custos de acordo com a forma que eles ocorrem na obra ao longo do tempo;
- c. Paramétrico: é um orçamento aproximado, utilizado em estudos de viabilidade ou consultas rápidas de clientes. Está baseado na determinação de constantes de consumo dos insumos por unidades de serviço.

Ao se adaptar o estudo de Ávila *et al.* (2003) com a classificação desenvolvida por Andrade (1996) é possível verificar o nível de precisão de cada tipo de orçamento. Conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3: Comparativo das relações do projeto e orçamento

| Orçamento | Margem de erro | Elementos técnicos necessários |
|-------------|----------------|--|
| Paramétrico | 20% a 15% | Anteprojeto ou projeto indicativo Preços unitários de serviços de referências Especificações genéricas |

| | | Índices físicos e financeiros de obras semelhantes |
|--------------|----------|---|
| Convencional | 15% a 5% | Projeto executivo Projetos complementares Especificações dos serviços e materiais Preços de insumos de acordo com a escala de serviços |
| Executivo | 5% a 1% | Todos os elementos necessários ao orçamento detalhado mais o planejamento da obra |

* o erro diminui conforme o nível de detalhamento dos elementos técnicos

Fonte: Adaptado pelo autor (AVILA *et al.*, 2003)

Os projetos de construção exigem estimativas precisas para cada etapa do processo. Comparando o orçamento executivo e o orçamento convencional a diferença está na utilização do planejamento para a definição dos custos. Ao se executar um orçamento executivo, parte-se de uma programação prévia, analisando todo o processo construtivo para se chegar a uma estimativa de custo detalhada. Nesta última abordagem, apenas o custo dos materiais é proporcional à quantidade produzida, enquanto os custos de mão de obra e equipamentos são proporcionais ao tempo (GELDERMAN *et al.*, 2005).

A aplicação do BIM no projeto colaborativo pode contribuir tanto para aprimorar o processo de obtenção das quantificações dos elementos desenhados a partir da modelagem 4D, com o levantamento de custos e prazos para a execução (FLORIO, 2007).

Somente após a conclusão do orçamento pode-se determinar a viabilidade técnica-econômica do empreendimento, o cronograma físico-financeiro da obra, o cronograma detalhado do empreendimento e os relatórios para acompanhamento físico-financeiro (COELHO *et al.*, 2008).

2.2.3 Controle dos custos

Monitorar os gastos dos recursos financeiros sem considerar o valor do trabalho sendo realizado para tais gastos tem pequeno valor para o projeto, a não ser permitir que a equipe fique dentro dos limites dos recursos financeiros autorizados. Muito do esforço despendido no controle de custos envolve a

análise da relação entre o consumo dos fundos do projeto e o trabalho físico realizado para tais gastos (PMBOK, 2008).

Limmer (1997) afirma que para que os objetivos propostos sejam atingidos dentro dos padrões preestabelecidos, é necessário que sejam definidos parâmetros a serem controlados. A principal função do controle dos projetos é a detecção dos desvios, a fim de garantir que os parâmetros definidos nas fases iniciais do projeto sejam cumpridos.

Os projetos de construção, em geral, são compostos por várias atividades e insumos a serem controladas simultaneamente. Todos os projetos necessitam de um processo de gerenciamento de custos para que o orçamento previsto inicialmente seja superado pelos custos decorrentes da execução do empreendimento. Os processos de controle dos custos que serão estudados o método da análise ABC e a análise do Estudo do Valor Agregado (EVA).

2.2.3.2 Análise ABC

A análise ABC é um estudo baseado na classificação das atividades, materiais e mão de obra, dos itens mais representativos para os menos representativos. Proposto por Robin Cooper e Robert Kaplan na década de 80, o custeio baseado em atividades é um sistema que provê aos gestores de custos importantes informações estratégicas para a tomada de decisões. Este estudo (KAPLAN e COOPER, 1998) é descrito no livro “Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo”. Esta análise difere dos demais sistemas de custeio por organizar as informações por atividades e não por volume de produtos. Devido à facilidade, a praticidade e a eficiência deste estudo, este foi aplicado em outras atividades, dentre elas uma ferramenta melhorar o processo de controle dos custos.

Nakagawa (2001), por exemplo, vê o custeio baseado em atividades como uma metodologia criada para facilitar a análise estratégica de custos relacionados às atividades que mais consomem recursos de um empreendimento.

De acordo com Pereira (2013), a análise ABC fornece uma visão dos processos que envolvem a execução do empreendimento e os custos são determinados a partir dos fatores que os provocam, ou seja, os direcionadores de custos. E se trata de uma forma sistemática de acompanhar os negócios a fim de sustentar o crescimento e manter a rentabilidade e otimizar a utilização dos recursos.

Carvalho (2002) propõe uma classificação dos serviços e insumos dividida nas seguintes classes:

Tabela 4: Classes da análise ABC

| Classe | Importância | Quantidade dos insumos ou serviços | Valor dos insumos ou serviços | Planejamento de respostas ao risco |
|--------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| A | Maior importância | 20% | 65% | Evitar ou mitigar |
| B | Importância intermediária | 30% | 25% | Mitigar ou transferir |
| C | Menor importância | 50% | 10% | Transferir ou aceitar |
| Total | | 100% | 100% | |

Fonte: adaptado pelo autor (2014), Carvalho (2002).

Os itens da classe A abrangem os itens mais importantes e que merecem um grau de controle especial por parte da equipe do gerenciamento de obras, enquanto os itens da classe C apresentam menor impacto sobre o sucesso do projeto, onde os riscos podem ser transferidos ou aceitos. Os itens da classe B, por fim, apresentam uma classificação de impactos intermediários e seus riscos devem ser mitigados ou transferidos. Sendo assim, a análise ABC

permite concluir quais os itens devem ser controlados e o respectivo grau de controle sobre os mesmos a fim de evitar superação dos custos estimados para o projeto.

Simões e Ribeiro (2007) citam em seu trabalho que uma forma prática e eficiente de visualizar a análise ABC é plotar os dados obtidos em uma curva onde o eixo “x” corresponde aos itens e o eixo “y” ao custo acumulado destes itens.

O termo utilizado na prática do gerenciamento de projetos para denominar a classificação ABC é Diagrama de Pareto. Como o termo mais utilizado na indústria AEC é a análise ABC, esta será a denominação utilizada nesta dissertação. Os subprodutos analisados serão a classificação ABC e a curva ABC.

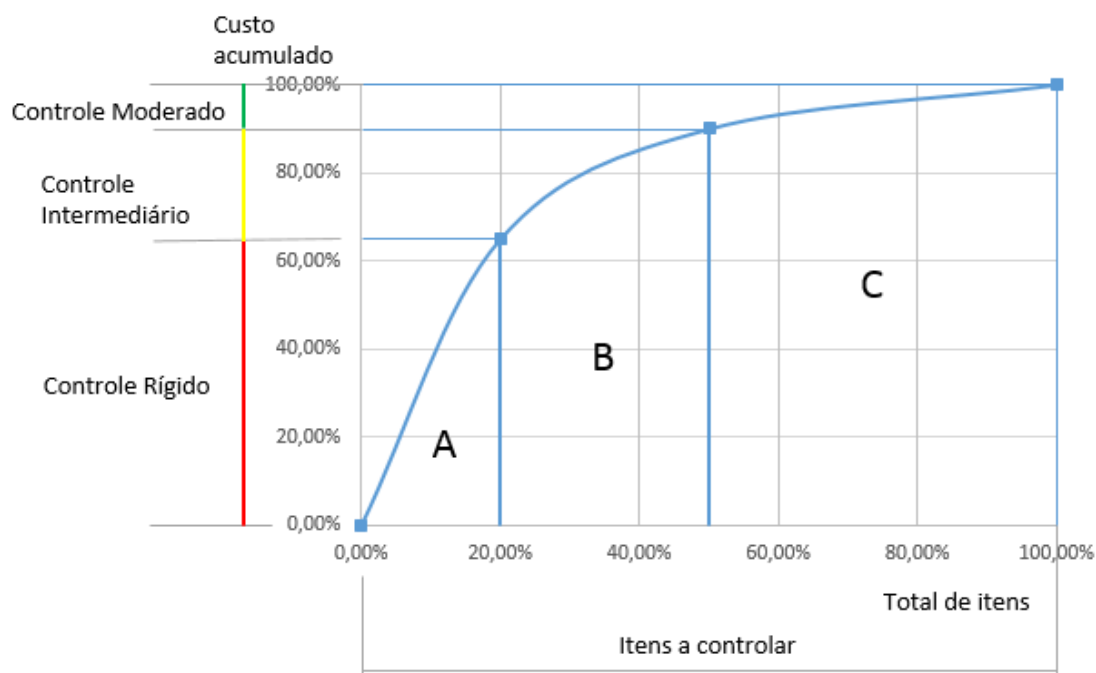


Figura 4: Curva ABC
Fonte: O autor (2014)

2.2.3.3 Estudo do Valor Agregado (EVA)

Abba (1997) em seu estudo buscou a origem da aplicação do estudo do valor agregado e encontrou os primeiros indícios dentro do Departamento de Defesa Estadunidenses, datados da década de 1960. Esse sistema é por eles utilizado até hoje para o controle dos projetos de defesa, visto que estes apresentam grande orçamento e um rígido controle dos prazos de entrega.

O PMBOK (2008) descreve que o estudo de valor agregado é um método utilizado para medição de desempenho que integra várias medidas, entre elas o escopo, custos e cronograma, com a finalidade de auxiliar os *stakeholders* avaliar e medir o desempenho e o progresso do projeto.

De acordo com Vargas (2005) o conceito de valor agregado requer que medidas de despesa-desempenho sejam estabelecidas dentro de um cronograma físico do projeto, dando maior precisão ao controle do que apenas a controles financeiros e de prazos isolados.

Para explicar melhor o método é importante a descrição de alguns termos:

Valor Planejado (VP): É o valor inicialmente orçado e aprovado para a execução do projeto;

Valor Agregado (VA): É o valor do trabalho autorizado e concluído de acordo com os valores planejados para a atividade. O valor agregado é medido através da verificação da porcentagem do serviço executado e do valor orçado para a conclusão da atividade;

Custo Real (CR): É o valor gasto para concluir a atividade planejada. No custo real devem ser contemplados os custos diretos e os custos indiretos do empreendimento.

O projeto deverá ser controlado com a utilização dos dados coletados do projeto. O produto desta análise é o surgimento de alguns indicadores para a verificação do andamento do projeto, tais como:

Variação de prazo (Vp): Este indicador verifica o andamento do projeto em relação à linha de base do tempo. É obtido através da seguinte fórmula:

$$Vp = VA - VP \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: Vp = Variação de Prazo;

VA = Valor Agregado em uma determinada data do projeto;

VP = Valor Planejado em uma determinada data do projeto.

Esta variação pode ser obtida graficamente observando a diferença entre a linha de base do projeto e a curva do valor agregado.

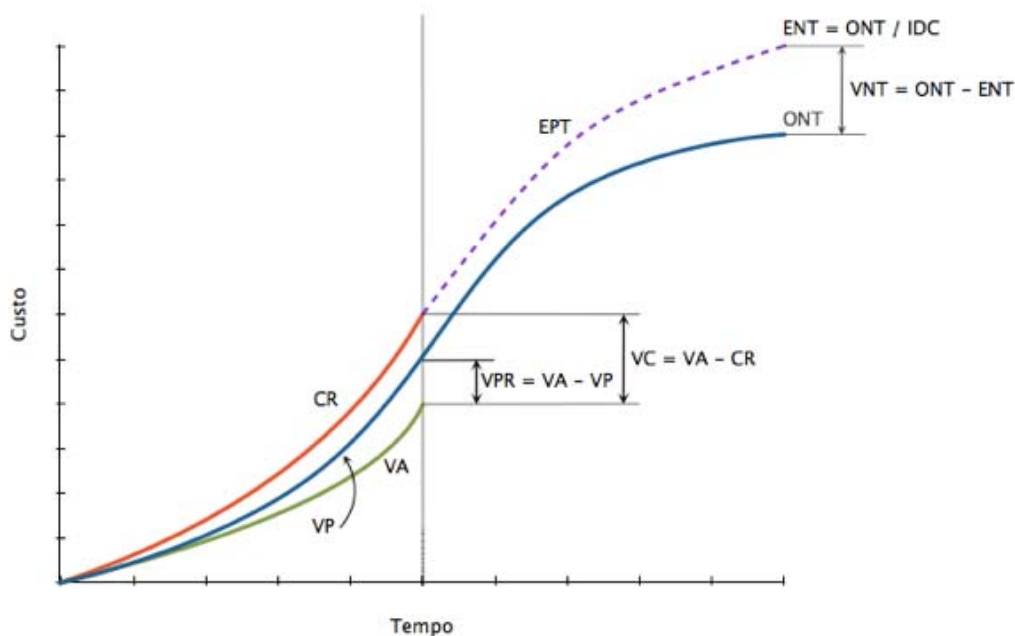


Figura 5: Gráfico EVA
 Fonte: Gerenciamentoestrategico² (2015)

Variação de custos (Vc): Mostra a relação entre o desempenho físico e o custo real. Esta variação é determinada pela seguinte fórmula:

$$Vc = VA - CR \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: Vc = Variação de custos;

² Figura extraída do Site: < <https://gerenciamentoestrategico.wordpress.com/tag/valor-agregado/>>. Acesso em: 26/02/2015.

VA = Valor Agregado do projeto em uma determinada data;

CR = Custo Real do projeto em uma determinada data.

É possível verificar graficamente ao observar a diferença entre a curva do valor agregado e a curva do custo real do projeto.

Variação do tempo (Vt) é a diferença, na escala de tempo, entre o custo previsto planejado com as atividades que foram executadas (valor agregado). É graficamente obtido verificando quando um projeto atinge determinado custo, observa-se então a diferença na escala de tempo entre a linha de base do projeto e a curva do valor agregado.

A partir destes estudos podem ser obtidos índices de desempenho do projeto e é possível fazer uma previsão dos prazos e custos finais do projeto.

O Índice de Desempenho de Prazo (IDP) é o indicador que mostra a taxa de conversão do valor previsto em valor agregado. Este índice pode ser determinado pela seguinte fórmula:

$$IDP = \frac{VA}{VP} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: IDP = Índice de Desempenho de Prazo;

VA = Valor Agregado em uma determinada data;

VP = Valor Planejado em uma determinada data.

Índice de Desempenho de Custos (IDC) demonstra qual a conversão entre o custo real e o valor agregado do projeto. Este índice é determinado pela seguinte equação:

$$IDC = \frac{VA}{CR} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: IDC = Índice de Desempenho de Custo;

VA = Valor Agregado em uma determinada data;

CR = Custo Real em uma determinada data.

Na Tabela 5 ilustrada como os índices deverão ser interpretados.

Tabela 5: Resultados dos Índices de desempenho

| Resultado dos Índices | Índice de Desempenho de Prazo (IDP) | Índice de Desempenho de Custos (IDC) | Resultado para o andamento do projeto |
|-----------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| > 1 | O projeto avança mais que o planejado | Agrega mais valor do que gera custos | Excelente |
| = 1 | O projeto avança conforme foi planejado | Agrega valor igual ao custo gerado | Bom |
| < 1 | O projeto avança menos do que foi planejado | Agrega menos valor do que gera custos | Ruim |

Fonte: O autor (2014).

O *forecasting* dos prazos e custos finais do projeto pode ser determinado utilizando os índices de desempenho e as informações de custo real (CR) e o tempo decorrido do projeto.

A Estimativa no Término (ENT) é obtida por meio da divisão do orçamento no término (ONT) pelo o índice de desempenho de custo (IDC). Com a utilização desta estimativa é possível fazer uma previsão do custo final do projeto.

$$ENT = \frac{ONT}{IDC} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: ENT = Estimativa no término;
ONT = Orçamento no término do projeto;
IDC = Índice de desempenho de custo do projeto.

Outra previsão possível é *Time at Completion (TAC)* que consiste em verificar o tempo necessário para completar o projeto. É possível fazer a previsão da data de conclusão dividindo a duração prevista para realização do projeto (*Plan at Completion (PAC)*) pelo Índice de Desempenho de Prazo (IDP).

$$TAC = \frac{PAC}{IDP} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde: TAC = Duração prevista para a conclusão do projeto;
PAC = Duração planejada para a conclusão do projeto;
IDP = Índice de Desempenho de Prazo.

2.3 Building Information Modeling (BIM)

A modelagem da informação da construção, também conhecida pelo termo BIM (*Building Information Modeling*) é uma ferramenta com reconhecido potencial para aumentar significativamente a qualidade dos processos e dos produtos da indústria da construção civil (AYRES FILHO, 2009).

Na tecnologia BIM um modelo virtual é construído digitalmente. Quando completado, o modelo gerado pelo computador contém informações de geometria e dados relevantes necessários para o apoio na construção, fabricação e aquisições necessárias para a realização da construção (EASTMAN *et al.*, 2008).

Segundo Menezes (2011), *Building Information Modeling* (BIM) é uma filosofia de trabalho que integra a indústria AEC, envolvendo a elaboração de um modelo virtual preciso, o qual gera um banco de dados que contém informações topológicas, subsídios para orçamento, previsão das fases de construção, entre outras atividades.

Meireles (2013) descreve o BIM como um processo integrado que armazena e dinamiza a troca de informações de projetos e construção entre os *stakeholders*, criando modelos tridimensionais que representam as características físicas e funcionais do edifício e que tem um grande potencial no suporte de tomada de decisões em vários estágios do projeto.

A proposta do BIM é de que o empreendimento seja construído virtualmente no computador, antes de sua construção real, no canteiro, sendo assim um processo que reúne os envolvidos em um arranjo virtual de projeto cooperativo, garantindo que o conhecimento agregado por cada profissional seja

integrado em uma única fonte de dados, o modelo da edificação (EASTMAN *et al.*, 2008).

Com os recentes avanços na TIC e da modelagem de informações da construção (BIM), têm crescido as experiências com os denominados projetos colaborativos. O rápido aumento da velocidade e acesso às informações oferecidas pelas tecnologias da informação e comunicação tornou mais ágil a troca de ideias e tomada de decisões em prazos mais curtos. Com a introdução dos fatores tempo e custos pelo BIM, os construtores puderam gerenciar e simular as etapas da construção, além de analisar melhor a construtibilidade antes da execução (FLORIO, 2007).

Um dos maiores benefícios do BIM é a visão sistêmica do processo, que possibilita que o empreendimento seja visto e analisado em relação ao todo. Assim, todas as atividades nele envolvidas podem ser gerenciadas de forma estratégica durante o ciclo de vida do empreendimento.

Embora o BIM exista há mais de vinte anos, apenas recentemente os proprietários de edifícios perceberam que o projeto, a construção e a operação podem ser feita de modo muito mais rápido e eficiente com sua utilização (COATES *et al.*, 2010). O uso desta tecnologia está se disseminado pelo setor da construção por ser um recurso para compartilhar informação sobre uma edificação e configurar uma base confiável para apoiar decisões e melhorar os processos no decorrer do ciclo de vida do projeto, baseando-se em uma representação digital de características físicas e funcionais dessa edificação (NBIMS, 2007).

A principal ferramenta do BIM é o modelo do edifício, um repositório de informações acessado por todos os profissionais envolvidos no desenvolvimento do edifício, da sua concepção à sua construção, manutenção e disposição final. O modelo do edifício representa as características físicas e funcionais dos componentes da edificação, em um ambiente multidimensional em que elas podem ser testadas e aprimoradas antes do início das obras (AYRES FILHO, 2009).

Com o BIM os projetos são inevitavelmente mais detalhados, não somente devido às informações relacionadas ao modelo como também pela

automatização dos seus elementos, contribuindo para a eliminação das causas referentes à escassez de detalhes de projetos, aos erros e às omissões (VASCONCELOS, 2010). Souza *et al.* (2009) observam em sua pesquisa que o BIM propiciou um aumento da quantidade de informações disponíveis nos projetos realizados. Além disso, houve a geração de produtos antes não oferecidos ao cliente, como levantamento de quantitativos e o modelo virtual da edificação.

Uma das características da utilização do BIM é a parametrização dos objetos, permitindo simulações dimensionais que auxiliam na tomada de decisão. Associar o modelo com informações gráficas e não gráficas permite a realização de simulações dos processos construtivos, análises de desempenho de conforto da edificação e estudos de viabilidade do empreendimento, o que permite aos *stakeholders* a simulação de várias alternativas a fim de encontrar a que apresente uma melhor resposta as suas necessidades.

O BIM oferece uma tecnologia transformadora, por meio da sua capacidade de fornecer um recurso compartilhado digital para todos os participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício desde o desenho preliminar, até o gerenciamento das facilidades e manutenções pós-ocupacionais.

Como um banco de dados visual dos componentes do edifício, o BIM pode fornecer a quantidade exata e automatizada e ajudar na redução significativa da variabilidade das estimativas de custos (SABOL, 2008).

O BIM pode ser compreendido como um ciclo que trabalha com informações inseridas logo de início em uma base dados por meio da qual são disponibilizadas as informações já moldadas para a utilização e interoperabilidade entre os diversos usuários e sistemas. Num primeiro momento, nele devem ser colocadas descrições das funções que o modelo deve seguir em termos de cálculos matemáticos, requisitos e parâmetros do sistema, bem como a base de dados da empresa, contando com o conhecimento gerado em outras edificações e as regras, regulamentações e leis de edificações vigentes no país. Os projetos, visualizações e modelos tridimensionais são feitos junto a outros programas que são utilizados para a formatação de projetos,

estruturas e demais programas necessários para os cálculos e simulações das edificações do empreendimento, podendo ser utilizados por diversos usuários simultaneamente (MALÓ, 2007).

De acordo com Bryde *et al.* (2013), o BIM proporciona uma estrutura para auxiliar a análise de dados e apresentação dos resultados. Seguindo este autor, na Tabela 6 os critérios de sucesso foram agrupados de acordo com as práticas abordadas no Guia PMBOK® (2008).

Tabela 6: Tabela demonstrando os principais ganhos adotando a tecnologia BIM

| Potenciais benefícios da utilização do BIM para gerentes de projetos | |
|--|--|
| Potenciais benefícios para os Gerentes de Projetos | Porque? |
| Organizar o cronograma e o orçamento do projeto | Uma modelagem 5D atualiza imediatamente o cronograma e o orçamento quando ocorre uma modificação. |
| Trabalho eficiente entre a equipe de projetistas | Utilizando uma modelagem 5D permite visualizar e explorar os impactos das modificações no projeto permite manter o escopo do projeto alinhado entre os projetistas e o proprietário. |
| Contratação e controle dos subcontratados | Através da detecção de conflitos no modelo e os trabalhos coordenados permitem que os subcontratados trabalhem de forma previsível. |
| Request for Information (RFI) e change orders | Utilizando a simulação de construção para a coordenação, estas solicitações podem alcançar números próximos a zero. |
| Otimizar a experiência e a satisfação do proprietário | O proprietário recebe uma injeção de confiança quando o gerente de projetos mostra como as decisões impactam nos custos e no cronograma. |
| Fechamento do projeto | O gerente de projetos apresenta a modelagem 6D – facilidades com informações de garantia, |

| | |
|--|---|
| | especificações, cronogramas de manutenção e outras informações. |
|--|---|

Fonte: adaptado pelo autor (2014), Bryde *et al.* (2013).

Sendo assim, respondendo à questão problema, o uso estratégico da tecnologia da informação e do BIM, mediante integração de dados, informação, controle e processo deve ser analisado dentro do sistema gerencial inserido. Não se trata apenas do uso de novas ferramentas de *software*, mas de uma abordagem transformacional dos negócios e da missão organizacional que compreende uma nova forma de trabalhar com várias pessoas juntas em um tempo real (WITICOVSKI, 2011).

A Figura 6 apresenta um diagrama BIM com os dados que serão inseridos no modelo, os produtos gerados a partir do modelo e a divisão nos respectivos estágios de modelagem (*nD Modeling*).

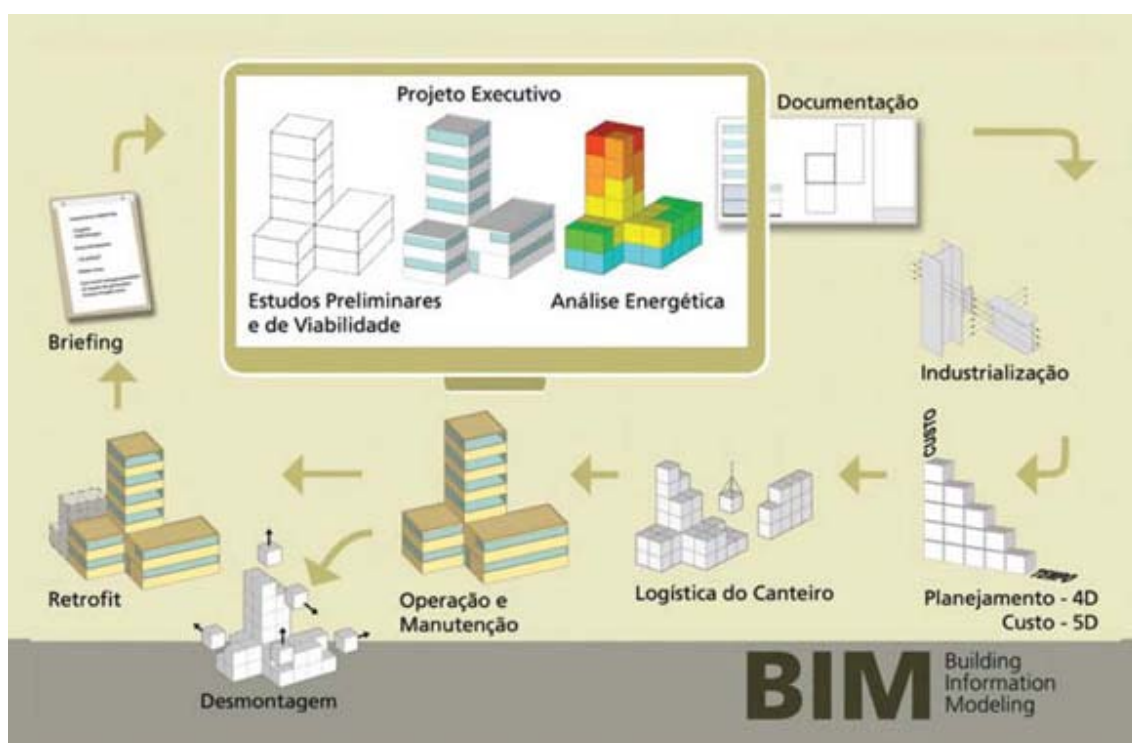


Figura 6: Diagrama da Modelagem BIM

Fonte: Metallica³ (2014).

³ Figura extraída do Site: < <http://www.metallica.com.br/arquitetura/uso-de-bim-nas-estruturas-de-aco-diagnostico-e-desafios>>. Acesso em: 09/02/2015.

Santos (2012) cita os preceitos estabelecidos da prática do BIM que o modelo deve possuir para se considerar como tal:

- a. Modelagem Paramétrica;
- b. Orientação a Objetos;
- c. Uso em todo o ciclo de vida de projeto;
- d. Colaboração;
- e. Interoperabilidade;
- f. Biblioteca de Componentes.

2.3.1 Modelagem Paramétrica

Os sistemas BIM adotam modelos paramétricos dos elementos construtivos de uma edificação e permitem o desenvolvimento de alterações dinâmicas em um modelo gráfico da mesma, de modo que são imediatamente refletidas em todas as pranchas de desenhos associadas, bem como nas tabelas de orçamento e especificações (COELHO *et al.*, 2008).

As propriedades e elementos que representam a realidade do projeto permitem que todas as partes envolvidas alimentem o modelo para finalmente ter um projeto virtual preciso. É possível simular a construção do edifício, com um nível de detalhamento que reduz o risco e a criação de melhores perspectivas para a gestão da construção (RUIZ, 2009).

Todos os tipos de parâmetros técnicos definidos podem ser utilizados para filtrar o conjunto de soluções disponibilizadas pelos fabricantes, que são separadas por: funcionalidade, desempenho construtivo, compatibilidade com outros materiais, resíduos produzidos, resultados de ensaios normalizados, reação a agentes de degradação, durabilidade entre outros (PISSARRA, 2010).

2.3.2 Orientação a Objetos

Os objetos de um modelo BIM contêm dados consistentes e não redundantes de forma que toda sua visão de um modelo é representada de forma coordenada. Como função, os objetos têm a capacidade de ligar ou receber,

transmitir ou exportar um conjunto de atributos, materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia, para outras aplicações e modelos (EASTMAN *et al.*, 2008).

Os sólidos paramétricos são intimamente relacionados à tecnologia de orientação a objetos, denominando os chamados objetos paramétricos. Um objeto paramétrico pode ser entendido como uma unidade de informação (ou classe) que encapsula os dados (os parâmetros) e métodos para processá-los (os *scripts*), resultando em uma instância do objeto (YANG *et al.*, 2008).

2.3.3 Uso em todo o ciclo de vida

A tecnologia BIM tem o potencial de ser uma solução para problemas de incoerência de dados geométricos e parâmetros dos elementos construtivos, visto que ocorre constante atualização do modelo em todo o ciclo de vida do projeto. Todas as informações podem ser compartilhadas entre as diferentes fases com o suporte de um formato de dados aberto e padronizado para o BIM, o IFC (MA *et al.*, 2013).

O BIM opera sobre uma base de dados digital que atua de modo que qualquer alteração feita reflete em todos os objetos desenhados que compõem o projeto. Isto permite que todos os envolvidos no ciclo de vida do projeto, possam visualizar o modelo de modo diferente, conseguindo facilmente compartilhar e sincronizar informações (ARSENAULT, 2009).

De acordo com o *National Institute of Building Sciences* (NIBS), “O BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Serve como conhecimento compartilhado de recursos para obter informações sobre uma instalação formando uma base sólida para as decisões desde o início do seu ciclo de vida em diante” (AZEVEDO, 2009).

O BIM, por ser um repositório único todos os documentos, cronogramas e outras informações relacionadas entre si, pode ser a única fonte de dados para representar todo o ciclo de vida de um projeto, desde a concepção, a execução, a operação e a disposição final.

A Figura 7 apresenta uma visão de todo o ciclo de vida de uma edificação modelada em BIM, desde a fase de estudo de viabilidade até a demolição.



Figura 7: BIM e o ciclo de vida do modelo
Fonte: Cypecad⁴ (2014).

2.3.4 Colaboração

BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelagem das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as disciplinas, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelagem 3D paramétrica e a interoperabilidade são as características essenciais que dão suporte a esse conceito (AZEVEDO, 2009).

Oliveira (2005) afirma que o BIM consiste em uma plataforma de programas computacionais, destinadas aos profissionais ligados às áreas de AEC, capaz de reunir em um único arquivo, todas as informações inerentes a um determinado projeto de edificação.

⁴ Figura extraída do Site: < <http://www.topinformatica.pt/index.php?cat=44&item=48682> > Acesso em: 09/02/2015.

A colaboração entre os membros das equipes de projeto gira em torno de um modelo baseado nas informações necessárias para o planejamento e construção de um edifício. Neste contexto, o envolvimento dos profissionais durante as fases de orçamento e concepção de projetos, de planejamento e construção mostra-se adequado à formação de um modelo consistente do edifício (COELHO *et al.*, 2008).

Segundo Pissara (2010), os formatos de arquivos trocados, de domínio público, envolvem um padrão aberto de modelo de construção, carregando propriedades de objetos, materiais, relação entre objetos, além das propriedades geométricas e são interfaces essenciais para o uso de aplicativos de análise e gestão da construção.

De acordo com Florio (2007), o BIM e o trabalho colaborativo podem resultar nas seguintes transformações:

- a. Melhoria da visualização dos dados e informações sobre o projeto;
- b. Contribuição para melhorar a eficiência e qualidade da construção civil;
- c. Aprimoramento da coordenação dos documentos compartilhados da construção a fim de promover tanto a rápida troca de informações;
- d. Gestão de projetos que incorpore e compartilhe informações e distribua responsabilidades, riscos e recompensas entre os participantes do projeto;
- e. Incorporação e disseminação de informações oriundas de fabricantes dos materiais para quantificar e estimar os custos.

O estudo de Deng *et al.* (2001) concluiu que o sucesso de um projeto de construção depende diretamente da comunicação entre seus participantes. É de fundamental importância que as informações tenham consistência, conteúdo, velocidade e qualidade para que se alcance o êxito do empreendimento.

A coordenação entre os diversos projetos está diretamente vinculada à integração entre os profissionais participantes do processo e ao fluxo de informações contínuo e organizado entre todos os *stakeholders* (AOUAD *et al.*, 1995).

Poucas empresas que utilizam o BIM para a coordenação e trabalho colaborativo obtêm êxito: inovações tecnológicas implicam em adaptações que envolvem riscos devido à dificuldade da implantação de um novo sistema de trabalho e à necessidade de modificar todo um processo já consolidado. Essas mudanças enfrentam grandes barreiras culturais devido à resistência dos *stakeholders*. Segundo (DOSSICK *et al.*, 2008), dentro da aplicação BIM, na colaboração da coordenação de projeto, as barreiras comuns a todos os projetos podem ser colocadas em quatro categorias: liderança, tecnologia de informação, processo de trabalho e habilidade dos *stakeholders*.

Florio (2007) cita que os projetos complexos exigem um processo colaborativo envolvendo muitos profissionais. Há uma crescente pressão e exigência por parte dos contratantes para que as equipes de projetistas sejam capazes de coparticipar de todo o processo de projeto, com prazos menores e com maior qualidade.

As empresas têm tido dificuldade de manter a cadeia produtiva eficiente e dois dos grandes motivos são a terceirização de atividades ligadas ao negócio principal da empresa e a falta de padronização do processo produtivo (WITICOVSKI, 2011).

Tobin (2008) *apud* Biotto (2012) propôs três graus de uso da tecnologia BIM na indústria AEC:

- a. BIM 1.0: refere-se ao desenvolvimento de projeto por meio de modelos 3D parametrizados, porém, sem a colaboração entre projetistas e profissionais de outras áreas;
- b. BIM 2.0: trata-se da implantação do BIM, em que são adicionadas ao modelo 3D informações relativas ao tempo (4D), ao custo (5D) e outras análises de desempenho da edificação;
- c. BIM 3.0: descrita como a era pós-interoperabilidade, em que são necessárias soluções de padrões compatíveis de dados em formato

aberto e neutro para garantir a interoperabilidade em todo o ciclo de vida da edificação.

O trabalho colaborativo se torna mais viável com o avanço tecnológico ao utilizar um único repositório virtual baseado na nuvem. Este repositório torna o modelo acessível e disponível para atualizações para todos os usuários, agregando mais informações, especificações e dados.

A indústria AEC, no entanto, possui como uma de suas principais características a fragmentação da cadeia produtiva, na qual grande parte da indústria é formada por pequenas e médias companhias.

2.3.4.1 Fragmentação da Cadeia Produtiva

De acordo com Campbell (2007), a indústria AEC possui uma cadeia muito fragmentada e a utilização do BIM demonstra ser uma importante ferramenta de auxílio na integração de seus processos, a partir da eliminação de ineficiências e redundâncias e aumentando a colaboração e a comunicação, com a finalidade de obter melhores resultados de produtividade.

Ulrich *et al.* (1999) dizem que a estrutura convencional da construção civil, na qual predomina a divisão do trabalho e a falta de interação entre os agentes envolvidos, torna o desenvolvimento de um trabalho em conjunto uma tarefa de realização altamente complexa.

Zegarra *et al.*(1999) cita em seu trabalho que a fragmentação na indústria da construção significa dizer que nenhuma empresa inserida neste mercado exerce força suficiente para influenciá-lo: o mercado da construção civil no Brasil é composto por numerosas empresas de pequeno e médio porte. Esta fragmentação se alastra para o interior das organizações, o que pode ser demonstrado ao verificar que os fluxos de informações e dados, muitas vezes úteis para diferentes departamentos, acontecem de forma pouco eficiente, de modo que a transferência e o intercâmbio de informações apresentam falhas devido à falta de integração entre os diversos departamentos da empresa.

Jacoski *et al.* (2002) reforçam esta ideia, apontando que cada cadeia produtiva da construção apresenta sérias dificuldades de agregação da

informação de todo o setor devido a dispersão de dados e a heterogeneidade dos agentes participantes.

A difusão da informação é um dos itens que precisavam ser melhorados nas empresas, dado que a falta de integração, e mesmo de comunicação entre os *stakeholders* de um projeto é uma das principais causas de seu insucesso (FRUET *et al.*, 1993).

2.3.5 Interoperabilidade

Interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e usarem as informações que foram trocadas. Um modelo que incorpora todos esses recursos caminha para a verdadeira definição do BIM e a sua desejada capacidade de fornecer resultados (AZEVEDO, 2009).

De acordo com Arsenault (2009), o BIM não é apenas a transferência eletrônica de documentos em meio físico. Ele aumenta a capacidade de controlar e manipular dados e informações de uma forma sem precedentes e num formato de interoperabilidade. No modelo de informação baseado em dados paramétricos, o desenho digital pode ser utilizado para estimativas de custos, simulações, programação, análise energética, projeto estrutural, fabricação, montagem e gestão das instalações.

A interoperabilidade pode ser definida como a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem informações e utilizar as informações que foram trocadas. De acordo com Eastman *et al.* (2008), a interoperabilidade elimina a necessidade de reproduzir dados previamente criados e facilita o fluxo de informações e automação de processos.

Thorne (2000) *apud* Mattei (2008) cita que a interoperabilidade consiste na habilidade para comunicar dados através de diferentes atividades produtivas. Esta habilidade vem se tornando essencial para a produtividade e competitividade de muitas indústrias devido à eficiência requerida pelos projetos

e a produção, em que o processo conta com uma representação digital do produto e com a participação de diferentes agentes.

A troca direta de dados elimina a possibilidade da geração de dados duplicados, introdução repetitiva da mesma informação e de erros humanos. A interoperabilidade consiste na utilização de um formato de troca de arquivos, através do qual funciona em todo o sistema.

Segundo Oliveira (2005), problemas de retrabalho podem ocorrer devido a informações conflitantes ou não recebidas no momento adequado pelas partes interessadas. O principal problema é a lacuna no fluxo de informações entre as diferentes partes envolvidas num projeto.

Tradicionalmente, cada profissional é responsável por uma série de documentos, que devem ser devidamente coordenados. Mudanças feitas por cada um devem ser devidamente assimiladas pelo restante da equipe, sendo portanto necessário no ciclo de vida do projeto o trabalho colaborativo entre seus diversos participantes. Essa integração é de fundamental importância para a integração do processo e gerenciamento da informação no processo construtivo (TAVARES, 2011).

O escopo do projeto deve conter todas as informações básicas sobre o projeto, como o detalhamento dos dados a serem inseridos e o modo como a informação será disponibilizada, além de definir como será feita a troca de informações entre os *stakeholders*. As informações devem ser agregadas para poder ser utilizada na detecção de interferências, obtenção de análises de desempenho da edificação e estimativas de prazo e custo.

Um dos grandes problemas da falta de interoperabilidade é a perda de informações durante o processo de troca de dados entre os diversos softwares utilizados na indústria AEC. A falha no processo de interoperabilidade dos dados gerados pelos *softwares* pode causar repetição ou erros no lançamento dos objetos, comunicação incorreta de dados e erros por divergências de parâmetros entre os elementos construtivos.

Information Delivery Manual (IDM) pretende facilitar a relação entre os softwares e o desenvolvimento do empreendimento através de definição dos

seus processos de criação (*workflows*), detalhando as especificações de como a informação deve ser integrada no modelo, identificando os respectivos intervenientes responsáveis por essa ação, em cada momento da sua fase de desenvolvimento. O IDM pretende ainda identificar a criação de um conjunto de funções associadas ao modelo e que poderão ser utilizadas durante o desenvolvimento ou, posteriormente, pelos utilizadores do empreendimento. A metodologia IDM, foi publicada como a norma internacional ISO 29481-1:2010 (*International Alliance for Interoperability*, 2010).

Para promover o processo de troca de informações entre as plataformas sem a perda de dados e de forma eficiente, a indústria AEC desenvolveu um formato de linguagem denominado IFC.

2.3.5.1 Industry Foundation Classes (IFC)

Em 1995, empresas ligadas ao mercado AEC dos Estados Unidos se reuniram e discutiram maneiras de implantar tecnologias modernas de informações. Este grupo fundou a *Industry Alliance for Interoperability* (IAI) e fez a primeira demonstração de interoperabilidade utilizando um grupo de ferramentas CAD e de simulações no AEC System Show em Atlanta.

Em meados de 1996, a aliança se tornou global, alterando o seu nome para *International Alliance for Interoperability* (IAI). Esta aliança constitui em uma organização sem fins lucrativos, que tem como missão definir parâmetros e especificações para o formato de linguagem *Industry Foundation Classes* (IFC).

O IFC foi desenvolvido baseado no padrão de transferência de dados *Standard Exchange of Product Model Data* (STEP), linguagem padrão da indústria manufatureira. O IFC é um modelo representativo de uma coleção de classes e é capaz de representar toda uma edificação com uma única estrutura de dados. Pode-se distribuir facilmente esta estrutura através de aplicativos usados pelos profissionais da indústria AEC.

De acordo com Jacoski *et al.*(2002), o IFC constitui-se em um modelo central, com inferência em quatro áreas: arquitetura, serviços da construção civil, gerenciamento de obras e ferramentas gerenciais.

A utilização do IFC permite que os *stakeholders* tenham acesso direto e imediato às informações do projeto ao acessar utilizando qualquer plataforma BIM. Isso pode gerar um aumento na qualidade do projeto, visto que a edificação será construída virtualmente antes de ser executada, antecipando assim a resolução dos problemas para a fase de projeto.

O IFC foi criado para suprir essa demanda, sendo desenvolvido para se tornar um padrão na troca de informações na indústria AEC. É capaz de representar uma gama muito grande de informações a respeito do projeto e, a cada nova versão, ampliar suas possibilidades (EASTMAN *et al.*, 2008), podendo, além disso, ser considerado um formato independente, por ser suportado por quase todos os aplicativos BIM

O modelo de dados IFC consiste nas definições, regras e protocolos que devem ser seguidos pela base de dados para a descrição de todo o ciclo. As definições permitem que os desenvolvedores de *software* criem interfaces de IFC de modo que estes permitam a disponibilização e troca da mesma informação no mesmo formato entre programas diferentes, sem que ocorra incompatibilidade entre os mesmos. Os objetos descritos pelo modelo IFC compartilham informações essenciais para o BIM. Estes objetos servem de suporte do modelo para planejamento, desenho, construção e outras operações do processo (*International Alliance for Interoperability*, 2008).

A criação do formato de arquivo IFC pela IAI se deve ao fato de que para um modelo ser compatível com outros, criados por outras ferramentas de *software*, é necessário que todos possam ser traduzidos em um formato de arquivo uniforme, que possibilite que todas as informações do objeto possam ser transferidas corretamente. Na maioria dos casos é desafiador reter todas as informações contidas no seu formato nativo do arquivo original (KYMMEL, 2008).

O desenvolvimento do IFC aborda a massiva quantidade de dados que podem ser inseridas em um modelo de edifício em quatro eixos de informação: ciclo de vida, disciplinas, nível de detalhamento e aplicativos (AYRES FILHO, 2009).

Enquanto a Norma IFC descreve os objetos, as formas como eles estão conectadas e a forma como a informação deve ser trocada e armazenada. O

International Framework for Dictionaries (IFD) descreve o que são os objetos e, quais são os seus componentes e propriedades, unidades e outras informações que possam ser agregadas no objeto.

2.3.6 Biblioteca de componentes

Os componentes devem possuir as seguintes características pertinentes ao do modelo BIM, como a geometria modelada em 3D, com parâmetros e especificações geométricas, técnicas e funcionais, e devem ser produzidos em formatos interoperáveis entre as plataformas BIM.

Alguns componentes, tal como a porta, só precisam ser contados. Isso requer uma simples consulta ao banco de dados. Outros componentes, no entanto, precisam ser identificados, têm comprimento, área, volume ou massa determinada para depois terem agregados os dados. Componentes discretos sólidos, tais como rodapés, acabamentos de pisos, paredes de concreto cabem neste grupo. Para isso, o conhecimento dos produtos do fabricante é necessário. Isto significa que a geração de descrições de item tem de ocorrer em quatro fases – identificar os componentes relevantes, extrair as quantidades necessárias, gerar a descrição do item e, em seguida, contar o número de ocorrências (DROGEMULLER *et al.*, 2003).

2.4 Níveis de desenvolvimento do modelo BIM

Para criar uma estrutura conceitual para trabalhar de forma a coordenar o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução do detalhamento das suas informações, foi elaborado o *Level of Development* (LOD) (MANZIONE, 2013).

Cambiaghi (1992) *apud* Melhado (1994) afirma que o conteúdo de um projeto completo deve ser o mais abrangente possível, devendo ser capaz de permitir: sua verificação e coordenação; identificação dos processos e métodos construtivos; qualificação, especificação e quantificação de todos os elementos que todos os elementos que constituem a obra.

Ao invés de se representar uma parede de forma bi-dimensional, com duas linhas paralelas, o objeto parede possui propriedade que descrevem suas

dimensões geométricas como comprimento, largura e peso, bem como seus materiais, acabamentos, especificações, fabricantes e custos. Todos os elementos podem ser descritos desta forma. Um objeto pode ter um finito conjunto de parâmetros que ditam sua forma (MATTEI, 2008).

O nível de precisão da estimativa de custos se deve principalmente ao nível de desenvolvimento do Modelo BIM. A *American Institute of Architects* (AIA) definiu no documento AIA E202 uma padronização para a contratação do modelo BIM. A modelagem é determinada através do *Level of Development* (LOD). Os LODs são classificados da seguinte forma:

LOD 100 - O equivalente ao projeto de concepção da edificação. O modelo LOD 100 geralmente consiste na construção geral para realizar uma análise de toda a construção, incluindo o volume, a orientação do edifício, os custos de metro quadrado, etc.

LOD 200 - Semelhante ao desenho esquemático ou desenvolvimento de design, o modelo consiste em incluir as quantidades aproximadas, tamanho, forma, localização e orientação. No LOD 200 os modelos são normalmente utilizados para análise dos sistemas e objetivos gerais de desempenho.

LOD 300 - elementos modelo equivalente aos documentos de construção tradicionais e desenhos específicos dos objetos que serão adquiridos. No LOD 300 os modelos são adequados para estimar, coordenar a construção, para a detecção de conflitos, programação e visualização da edificação. Os Modelos que apresentam o LOD 300 devem incluir os atributos e parâmetros definidos pelo proprietário.

LOD 350 – Este nível de desenvolvimento apresenta os dados geométricos que constam no LOD 300 com algumas especificações necessárias para o início da montagem e fabricação. Segundo a AIA deve apresentar detalhes suficientes para a instalação e coordenação da fabricação (BEDRICK, 2013).

LOD 400 - Este nível de desenvolvimento é considerado apropriado para a fabricação e montagem. Este LOD é mais utilizado por empreiteiros e

fabricantes para construir e fabricar componentes do projeto, incluindo os sistemas MEP.

LOD 500 - O nível final de desenvolvimento representa o projeto como ele foi construído. O modelo é configurado para centralizar o armazenamento de dados para integração dos sistemas de construção, operações e manutenção. LOD 500 modelos irão incluir parâmetros de conclusão e atributos especificados pelos proprietários.

O *Building and Construction Authority* (2013), incorpora esses conceitos e os representa de forma gráfica conforme Tabela 7.

Tabela 7: Evolução do Nível de Desenvolvimento (LOD) do Modelo BIM

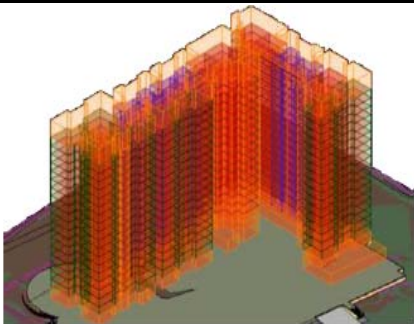


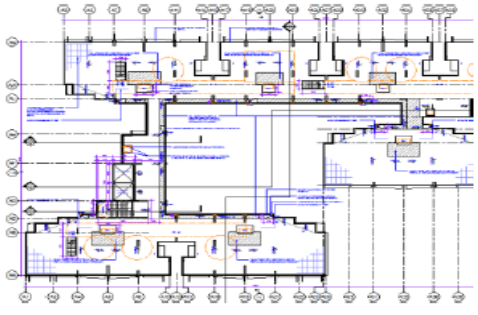
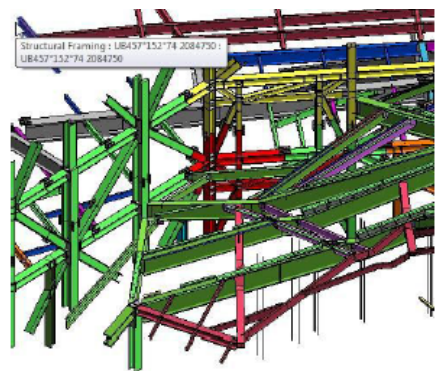
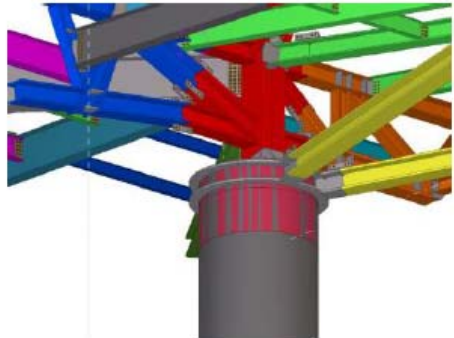

| Fase | LOD | Produtos "Entregáveis" do BIM | |
|----------------------|-----|--|--|
| | | Conteúdo do modelo | Ilustração |
| Conceitual | 100 | Estudos de massa conceituais com dimensões, áreas, volumes, localização e orientação apenas indicativos |  |
| Geometria aproximada | 200 | Visão geral da edificação e seus sistemas com dimensões, forma, localização, orientação e quantidades aproximadas. Podem ser inseridas propriedades não geométricas nessa fase |  |
| Geometria precisa | 300 | Versão mais precisa e detalhada dos componentes e sistemas do edifício com precisão nas dimensões, forma, localização, orientação e quantidades. |  |

Tabela 7: Evolução do Nível de Desenvolvimento (LOD) do Modelo BIM (conclusão)

| Fase | LOD | Produtos "Entregáveis" do BIM | |
|-----------------------|-----|---|--|
| | | Conteúdo do modelo | Ilustração |
| Geometria precisa | 300 | Desenhos precisos gerados no LOD 300 |  |
| Execução / Fabricação | 400 | O modelo para fabricação e montagem é apresentado com maior precisão de detalhes que na fase de LOD 300. |  |
| As Built | 500 | O modelo é detalhado com o mesmo nível de precisão do estágio anterior, mas é atualizado a partir das modificações ocorridas em obra, de forma a retratar a edificação exatamente como foi construída |   |

Fonte: Manzione (2013) adaptado de *Building and Construction Authority* (2013).

As informações contidas no modelo não são uma série de linhas e formas como em muitos CAD, mas sim uma coleção tridimensional de “objetos” que são inseridos ou virtualmente “construídos” no modelo (AZEVEDO, 2009).

Bedrick (2008), afirma que além das características geométricas de um modelo BIM, existe uma série de informações adicionais fornecidas pelos diversos *stakeholders* envolvidos no projeto.

2.5 nD Modeling

De acordo com Auoad *et al.* (2003) o *nD Modelling* é uma extensão do modelo de informação de uma construção com a incorporação de todas as informações de projeto durante o ciclo de vida de um empreendimento. Através do banco de dados do projeto várias informações podem ser geradas automaticamente, informações como plantas, cortes, elevações, cronogramas e custos.

Como o BIM possui além dos dados geométricos, dados relacionados ao cronograma, aos custos e à manutenção, verificou a possibilidade de combinar todos os dados geométricos de uma estrutura 3D (x, y, z) com os demais dados relativos ao projeto, originando o conceito do nD Modelling. Auoad *et al.* (2003) por sua vez introduziu o conceito de multidimensionalidade no BIM conhecidos como nD Modelling. Foram então criadas as seguintes nomenclaturas para classificar os estágios de Modelagem:

- a. Modelagem 3D: Modelo geométrico 3D parametrizado;
- b. Modelagem 4D: Modelo geométrico 3D parametrizado + Gerenciamento do Tempo;
- c. Modelagem 5D: Modelagem 4D + Gerenciamento dos Custos;
- d. Modelagem 6D: Modelo Geométrico 3D + Gerenciamento das Facilidades e Manutenção.

Segundo Azevedo (2009) a construção virtual permite coordenar as alternativas de desenho e planejamento e serve para sincronizar e analisar as

mudanças entre o desenho, custo e cronograma. O BIM é caracterizado por recursos de detecção de interferências, a obtenção de quantitativos reais, interligação com o planejamento (Modelagem 4D) com o edifício virtual e com as estimativas de custo (Modelagem 5D).

A seguir será apresentada uma descrição mais detalhada das dimensões da modelagem utilizadas neste trabalho.

2.6 Modelagem 4D

Eastman *et al.*(2008) afirma que os modelos e ferramentas 4D foram inicialmente desenvolvidas no final dos anos 1980 por grandes organizações envolvidas na construção de projetos complexos de infraestrutura e energia, nos quais erros de planejamento impactavam diretamente no custo da obra.

Somente década de 1990, iniciou-se a aplicação efetiva da modelagem 4D, o qual permitiu aos construtores um melhor controle de prazos e execução de obras, graças à simulação das etapas de construção, o que proporcionou também um menor retrabalho (FLORIO, 2007). Azevedo (2009), complementando o estudo de Florio, diz que com a introdução de fatores tempo e custos no projeto BIM, os construtores puderam gerir e simular as etapas de construção, assim como analisar melhor a possibilidade de construção antes da execução.

O planejamento é um dos principais aspectos de um gerenciamento e que causa grande impacto em um projeto, baseando-se em risco (probabilidade de imprevistos), financiamento (orçamento, compras) e no plano estratégico de uma organização - gestão de pessoas, comunicações (MATTOS, 2010). Santos (2010) afirma que um bom entendimento do planejamento de uma obra traz como vantagem a antecipação de decisões e o melhor gerenciamento de tempo, materiais e recursos.

Bernardes (1996) cita em seus estudos que o planejamento pode ser visto como um processo de desenvolvimento de alternativas que permite a

escolha entre as várias identificadas, de acordo com determinados critérios, visando a consecução de determinado objetivo.

O trabalho de Moraes *et al.* (2009) diz que o cronograma físico de serviços é a base do sistema de planejamento, pois representa o programa de produção e estratégia a ser seguida, mostrando as sequências e interdependências entre serviços, com as datas e os prazos de execução. O cronograma é também base para a determinação do fluxo de caixa do empreendimento. Finalizado o cronograma físico são desenvolvidos os cálculos dos índices físicos da obra seguindo a programação inicial, que serve de base para o controle do desempenho. Os indicadores de desempenho têm a função de medir a eficiência dos processos, com a finalidade de expor necessidades de melhoria.

A falta de planejamento faz com que as empresas percam importantes indicadores na sistemática gerencial do empreendimento, que são: prazo, custo, lucro, retorno sobre investimento e o fluxo de caixa. Esses indicadores apresentam representatividade se disponibilizados rapidamente para as tomadas de decisões. Mendes Junior (1999) cita em seu trabalho que a medição e avaliação de indicadores de desempenho, além da correção de possíveis desvios, fazem parte do processo de acompanhamento e controle do processo de planejamento.

A modelagem 4D faz o link entre o escopo do projeto em 3D com o cronograma da construção para graficamente simular o processo de construção. De acordo com Staub-French *et al.* (2007), muitas pesquisas têm focado na potencialidade desta ferramenta na melhoria que ocorre na fase de projetos e na execução do empreendimento. O autor ainda cita como vantagens da implantação da modelagem 4D:

- a. Eliminação de interferências;
- b. Menos retrabalho;
- c. Aumento de produtividade;
- d. Menos solicitação de informações sobre o projeto;
- e. Menos pedidos de modificações no projeto e

f. Menor custo de construção.

Em seu estudo, Witicovski (2011) explica que a modelagem 4D pode ser definida como o processo de planejamento de um empreendimento e visualização do mesmo nível espacial conforme o planejado, ou seja, consistindo em visualizar o andamento da obra em terceira dimensão ao longo do tempo, sendo este último a quarta dimensão.

Modelagem 4D (modelo 3D + tempo) consiste basicamente de modelos tridimensionais ligados ao tempo, que pode ser o tempo real, planejado de processo ou da construção de seus elementos. Os *softwares* e ferramentas especializadas na modelagem 4D provém a conexão direta com o cronograma e o modelo da construção (BIOTTO, 2012).

Segundo Kam *et al.* (2003), durante a fase preliminar de projetos, o BIM e o IFC permitem que a equipe de projetistas faça interações mais rapidamente de seus projetos, desenvolva um levantamento de custos efetivos e elimine a necessidade de efetuar novamente o lançamento de dados geométricos, dados relativos ao conforto térmico e as propriedades dos materiais de diferentes disciplinas.

Com o BIM é possível criar modelos 3D faseados no tempo, mostrando sua evolução construtiva, de um modo interativo e até mesmo imersivo: os modelos virtuais permitem uma imersão total com possibilidade de executar alterações imediatas ao projeto, oferecendo diversas opções com maior ou menor grau de imersão ou interatividade, individualmente ou conjugadas, e permitindo que o projetista utilize as técnicas que mais se adapte aos projetos e aos *stakeholders* (SANTOS, 2010).

O uso do BIM para apoiar a gestão da construção pode reduzir o desperdício de materiais no canteiro de obras. Uma melhor gestão de materiais e programação de obras através da eliminação de erros no levantamento de quantitativos e cronogramas de obras mais precisos são possíveis com a Modelagem 4D (WITICOVSKI, 2011).

Durante a análise do modelo 4D, os usuários devem ser capazes de criar e visualizar cenários alternativos de sequência de construção, bem como permitir

que cada participante do projeto possa ver o modelo em vários níveis de detalhes (KOO *et al.*, 1998). Santos (2010) complementa que o entendimento e a programação da sequência de atividades que serão realizadas no canteiro de obras são fundamentais para antecipar decisões e soluções que contribuem para diminuir desperdício de tempo, de materiais e de recursos financeiros. Os modelos 4D constituem uma contribuição positiva no apoio a decisões sobre o estabelecimento de estratégias de planejamento.

A aplicação do BIM no projeto colaborativo pode contribuir tanto para aprimorar o processo de obtenção das quantificações dos elementos desenhados a partir do modelo digital 4D, como para o levantamento de custos e prazos para a execução (FLORIO, 2007).

2.7 Modelagem 5D

Em um projeto em que são utilizadas somente ferramentas tradicionais de projeto, e em que um conjunto de informações é agregado a cada nova fase, pode ser difícil coordenar e alinhar todas as informações disponíveis nos projetos. Essa falha pode resultar na ocorrência de grandes falhas na fase de planejamento e principalmente na orçamentação do empreendimento.

Azevedo (2009) verifica que a principal vantagem da modelagem 5D (modelagem + tempo + custos) para os construtores é o aumento da precisão durante a construção, com menos desperdício de tempo e de materiais, reduzindo também alterações durante a execução das obras. Podem-se controlar tanto as atividades críticas que se sobrepõem durante a execução, compreender através de imagem virtual o projeto final, criando-se uma maior conciliação entre as disciplinas. Segundo Staub-French *et al.* (2007), um modelo 5D só pode ser construído a partir de um modelo 4D, visto que o componente tempo é necessário para que se faça um levantamento correto dos custos de um empreendimento.

O principal objetivo da estimativa de custos é captar com precisão os dados de custos necessários no projeto de uma edificação e evitar o risco de

superação orçamental durante a fase de execução. Segundo Witicovski (2011) o uso do BIM proporciona uma quantificação automática e precisa de um projeto de construção. Esta característica proporciona uma redução na variabilidade de custos e o estudo de outras soluções que atendam melhor os custos definidos no levantamento preliminar de custos ou no escopo do projeto.

Qualquer análise quantitativa pode ser pareada diretamente com a descrição dos materiais utilizados durante a elaboração do projeto, podendo assim gerar estimativas de custos e quantitativos de materiais e providenciar uma base de dados simples e integrada para análises visuais e quantitativas. Poderá também ser gerado um código automatizado para checagem da edificação durante o processo de aprovação dos projetos dentro da prefeitura ou dentro dos próprios escritórios de projetos. Empreiteiros de grandes projetos de edificações consideram essa representação vantajosa para cronogramas e planejamento para a entrega de materiais e utilização de serviços e equipamentos (EASTMAN, 1976).

O enfoque da modelagem 5D são os custos. Portanto é necessário traçar um paralelo entre a estimativa de custo e orçamento, que junto ao quantitativo fornecido por ferramentas BIM possibilita atingir mais precisão e economia em orçamentos e cronogramas físicos financeiros (GOUVÊA *et al.*, 2013).

Todas as ferramentas BIM fornecem recursos para a extração de quantitativos de componentes, quantidades de material, área e volume dos espaços. Esses recursos também incluem ferramentas para exportação de dados quantitativos em uma planilha ou uma base de dados externa (EASTMAN *et al.*, 2008).

O planejamento do empreendimento não envolve somente a dimensão tempo, mas também a estimativa de custo para cada uma das atividades. Enquanto a fase de planejamento contempla o processo de decisão, quando são definidos os programas, as metas, os objetivos a serem atingidos e os resultados desejados e atribuídos aos órgãos, o orçamento considera os insumos e os custos atribuídos aos processos e aos produtos da empresa (SANTOS *et al.*, 2009).

Matipa (2008) cita em seu trabalho que é inevitável que a documentação e os dados sejam cada vez mais automatizados a ponto da quantificação e de outros processos técnicos exigirem a mínima intervenção humana.

2.8 Sistema de custeio

Na construção civil, tradicionalmente a forma de apuração dos custos é através do custo padrão, aplicado ao custeio por absorção. O uso do custo-padrão, que utiliza índices extraídos de tabelas como TCPO, REVISTA CONSTRUÇÃO & MERCADO e TABELA SINAPI ou criado por empresas de *software* para construção civil, acaba por provocar distorções na análise de custos de empresa de construção civil, uma vez que os índices padrão utilizados são obtidos a partir de publicações técnicas da área, representando empresas líderes no setor e que apresentam um nível de produtividade melhor que o observado na maioria das empresas.

No que se refere ao custeio por absorção, a maior crítica é devida ao fato da grande parte dos custos serem inerentes à baixa produtividade, perda de materiais e administração inadequada dos recursos (CASTROS *et al.*, 1997).

2.9 Levantamento de custos com a utilização do BIM

Segundo Bedrick (2005) o uso do BIM possibilita estabelecer com precisão uma estimativa de custo de um projeto arquitetônico, diretamente a partir do modelo. A informação utilizada no BIM pode ser exportada para um banco de dados de custos e este pode produzir mais rapidamente uma precisa estimativo de custo que o método tradicional.

A vantagem da utilização do BIM é que desde o início da fase de projeto todos os componentes do modelo são inter-relacionados. Todos os dados paramétricos são relacionados com todos os elementos no projeto auxiliando os projetistas criarem projetos cada vez mais completos (ALDER, 2006).

O BIM oferece a capacidade de desenvolver as informações sobre o custo do projeto com precisão muito satisfatória em todo o ciclo de vida da construção. A chave de sucesso do BIM baseado em custos será o desenvolvimento de processos e métodos nas organizações.

Com o projeto desenvolvido, é possível extrair detalhes espaciais e quantidades de materiais diretamente do modelo. Toda ferramenta BIM tem a capacidade de extrair o número de componentes, áreas e volumes espaciais, quantidade de materiais e informar vários cronogramas sobre o empreendimento. Estas quantidades são mais adequadas para produzir um levantamento preliminar de custo (EASTMAN *et al.*, 2008).

Orçamentistas consideram que o uso da tecnologia BIM facilitou o extenso trabalho de quantificar e visualizar rapidamente, identificar e avaliar as condições e prover mais tempo para otimizar os preços com os subcontratados e fornecedores (EASTMAN *et al.*, 2008).

Segundo Eastman *et al.* (2011) é possível que um projeto modelado em BIM seja quantificado e que uma estimativa de custo, detalhes dos desenhos e relatórios sejam geradas automaticamente utilizando *softwares* que façam a leitura de dados geométricos e não geométricos. O resultado da quantificação feita através do *software* aliadas a um banco de dados com as composições de custos de cada atividade gera uma estimativa de custos do projeto. Isto permite que a equipe de construção se concentre somente nas informações e tomadas de decisões do projeto.

Uma variância é definida como qualquer desvio no cronograma, na qualidade ou nos custos ocorridos em um empreendimento. Elas devem ser minimizadas através de ações corretivas, na medida do possível. Não se deve, no entanto, tentar eliminá-las com alterações na linha de base de um projeto, pois são utilizadas em todos os níveis do gerenciamento para verificar alterações nas áreas de levantamento de custos e planejamento (KERZNER, 2002).

Os projetistas e orçamentistas devem coordenar métodos para padronizar os componentes de construção e os atributos associados aos componentes para o levantamento de quantitativos. As estimativas de custos

obtidas a partir do modelo de construção serão mais precisas a partir do rigor e nível de detalhe já modelado (EASTMAN *et al.*, 2011).

A importância do levantamento de quantitativo dos serviços do projeto fornece o ponto de partida para a avaliação global do papel da gestão de custos dentro uma equipe do projeto (MATIPA, 2008).

A classificação AACE apresentada no *54th Annual Meeting* apresenta algumas características dos estágios de desenvolvimento do modelo juntamente com a metodologia para o levantamento de custos, com a precisão estimada e o esforço necessário para a execução do processo, conforme ilustrado na Tabela 8.

Tabela 8: Nível de precisão e esforço demandado da estimativa de custo

| Característica Primária | | Característica Secundária | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------|
| Classe da Estimativa | Nível de desenvolvimento do projeto | Metodologia do levantamento de custos | Metodologia | Nível de precisão estimada (a) | Esforço demandado (b) |
| Classe 5 | 0% a 2% | Viabilidade | Análoga ou Paramétrica | +200 a -90% | 0,005% |
| Classe 4 | 1% a 15% | Estudo conceitual ou Viabilidade | Principalmente Paramétrica | +120 a -60% | 0,001 a 0,002% |
| Classe 3 | 10% a 40% | Orçamento, autorização ou Controle | Variado, mas principalmente paramétrico | +60 a -30% | 0,015 a 0,05% |
| Classe 2 | 30% a 70% | Controle ou Orçamento / Proposta | Principalmente por pacotes de trabalho e análise de proposta de fornecedor | +30 a -15% | 0,025 a 0,1% |

Tabela 8: Nível de precisão e esforço demandado da estimativa de custo (conclusão)

| Característica Primária | | Característica Secundária | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Classe da Estimativa | Nível de desenvolvimento do projeto | Metodologia do levantamento de custos | Metodologia | Nível de precisão estimada (a) | Esforço demandado (b) |
| Classe 1 | 50% a 100% | Verificação da Estimativa ou Orçamento/Proposta | Por pacotes de trabalho | +10/-5% | 0,05% a 0,5% |

(a) Representa a faixa que varia entre os valores do orçamento, do maior valor ao menor valor.

(b) Representa o custo da execução do levantamento do custo em relação ao valor do empreendimento.

Fonte: adaptado pelo autor (AL-MASHTA, 2010).

Para um correto levantamento de custos em um processo de modelagem BIM 5D é necessário que todos os elementos construtivos e objetos sejam classificados de forma possam ser identificados com um único código dentro de todo o processo.

2.9.1 Sistemas de Classificação

Os sistemas de classificação são metodologias baseadas nas relações comuns entre alguns objetos, e são utilizados para a organização e padronização de um sistema de informação, uma vez que permitem a estabilização dos termos, métodos e conceitos. Normalmente, os sistemas de classificação têm a função de definir códigos numéricos, alfabéticos ou alfanuméricos para os diferentes níveis de classificação de classes (MONTEIRO *et al.*, 2014).

Antunes (2014) descreve em seu trabalho que durante as reuniões da ISO em Vancouver, em 1999, diversas organizações envolvidas no desenvolvimento de padrões para a indústria da construção chegaram à conclusão que era necessário algum tipo de terminologia global padronizada.

Santos (2014), durante sua apresentação no 1º Seminário Regional - BIM, descreve que em 2010 foi criada uma comissão para estudos relacionados ao BIM a ABNT/CEE 134: Comissão de Estudo Especial – Modelagem da Informação da Construção (BIM). Como fruto deste esforço foram publicadas duas Normas:

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

A norma ISO 12006-2:2010 faz uma classificação de acordo com os seguintes itens:

- a. Resultado da Construção;
- b. Processo da Construção;
- c. Recurso da Construção;
- d. Propriedade/ característica.

Esta classificação pode ser sintetizada na Figura 8.

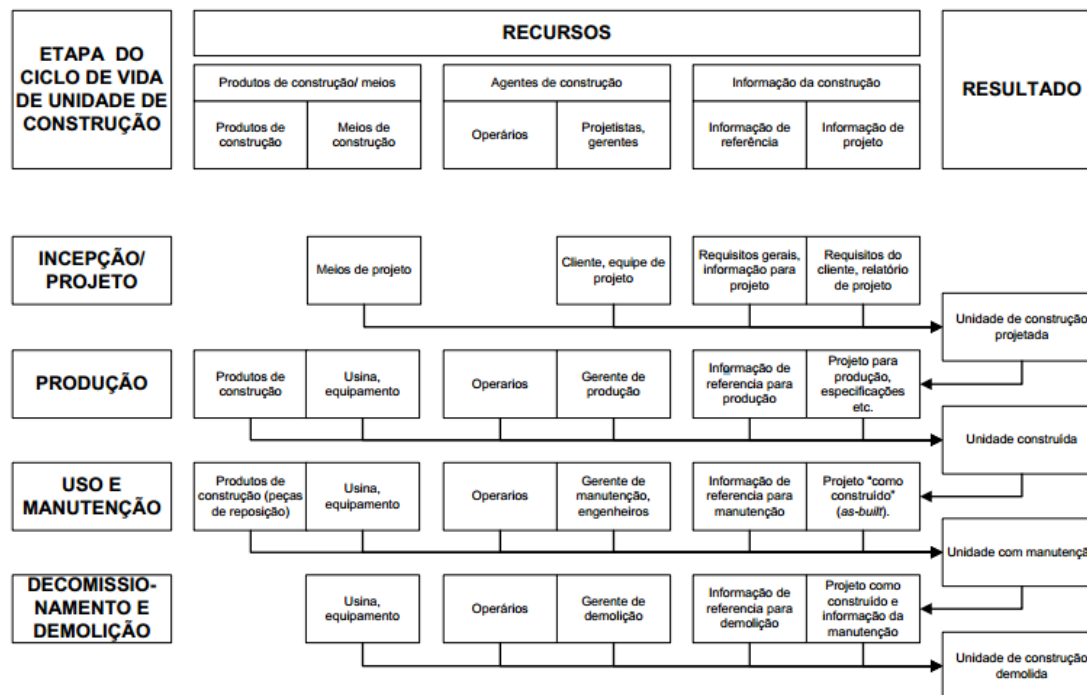


Figura 8: Classificação de acordo com a Norma ISO 12006-2:2010
Fonte: SCHEER (2013).

Para uma correta avaliação de custos é essencial a integração com um banco de dados de composições com informações consistentes. Uma barreira para a adoção deste sistema é o fato da indústria AEC não possuir um padrão para a denominação de cada elemento construtivo. Com a introdução destas novas Normas, os problemas começam a ser equacionados.

Um sistema de classificação muito utilizado no mercado é a tabela SINAPI, a qual se constitui em um banco de dados mensalmente auditado e atualizado, que contém os insumos e as composições utilizados em projetos financiados pela Caixa Econômica Federal.

2.9.1.1 Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI

O SINAPI é um sistema de pesquisa mensal que informa custos e índices da construção civil. Este sistema foi implantado em 1969, pelo extinto Banco Nacional de Habitação (BNH), com o objetivo de fornecer ao governo federal e ao setor da construção civil um conjunto de informações mensais sobre

custos e índices da construção civil de forma sistemática e de abrangência nacional (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2014).

A empresa selecionada pelo Governo Federal para atualizar e aferir os dados do SINAPI foi a Caixa Econômica Federal, por ser o principal agente financiador das obras públicas e de habitação do país. Em 2012, esta instituição realizou uma licitação com o objetivo de contratar uma instituição para aferir composições de serviços de engenharia do SINAPI. A vencedora foi a FDTE (Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia), ligada à Escola Politécnica de São Paulo. O contrato prevê a aferição de 5.000 composições de serviços em cinco anos e a elaboração de um caderno técnico para cada composição com as premissas, condições e critérios de medição adotados. O início das aferições das composições se deu em 2013 (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2014).

O Histórico do desenvolvimento da Tabela SINAPI será apresentado na Figura 9.

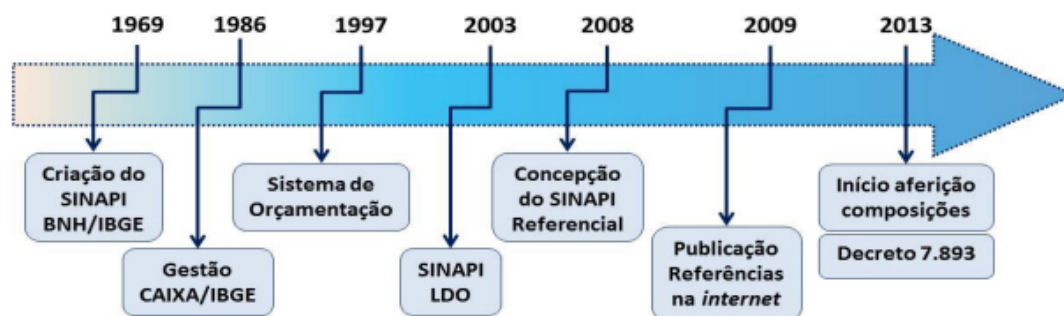


Figura 9: *Milestone* do desenvolvimento do SINAPI
Fonte: Caixa Econômica Federal (2014).

O custo dos materiais, equipamentos e mão de obra são aferidos mensalmente nas 27 capitais da federação e em seguida disponibilizados no site da Caixa Econômica Federal. Ao utilizar as composições do SINAPI é possível calcular os custos para projetos residenciais, comerciais, equipamentos comunitários e saneamento básico. Os dados são utilizados para a verificação e aferição dos custos em empreendimentos financiados pela Caixa Econômica Federal e pelo Governo Federal.

A partir da aplicação da Lei 10.524/2002, adotou-se o SINAPI como indicador oficial para aferição dos custos das obras públicas com recursos do Orçamento Geral da União.

A Figura 10 apresenta parte da Tabela SINAPI em que são demonstrados os códigos e a descrição de cada insumo com sua respectiva unidade de medida e seu custo atualizado. O período de coleta é identificado para fornecer maior segurança à equipe de levantamento de custos que os dados utilizados são os dados mais recentes.

CAIXA PREÇOS DE INSUMOS Página: 7 / 107

Mês de Coleta: 05/2014 Pesquisa: IBGE

Localidade: CURITIBA Encargos Sociais (%) Horista: 117,90 Mensalista: 74,34

| Código | Descrição do Insumo | Unid | Preço Mediano (R\$) |
|----------|---|------|---------------------|
| | IEM PROCESSO DE DESATIVACAO! VASSOURA MECANICA REBOCAVEL C/ ESCOVA CILINDRICA LARGURA VARRIMENTO = 2,44M CONSUMO VU ULIANA**CAIXA** | | |
| 00034446 | AÇO CA 50 - 20 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,20 |
| 00034449 | AÇO CA 50 - 6,3 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,55 |
| 00034439 | AÇO CA 50 - 10 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,42 |
| 00034441 | AÇO CA 50 - 12,5 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,20 |
| 00034443 | AÇO CA 50 - 16 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,20 |
| 00034456 | AÇO CA 60 - 5,0 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,30 |
| 00034457 | AÇO CA 60 - 6,0 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,50 |
| 00034460 | AÇO CA 60 - 7,0 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,56 |
| 00034452 | AÇO CA 60 - 4,2 MM (CORTADO E DOBRADO) | KG | 3,30 |

Figura 10: Tabela SINAPI - preço dos insumos
Fonte: Caixa Econômica Federal (2014).

Na Figura 11 são demonstrados os custos de cada composição com seu respectivo código de indexação e uma descrição mais detalhada dos serviços. Esses códigos são fundamentais para que seja possível identificar o respectivo serviço no ciclo de vida da geração e gestão do modelo.

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

183 de 239

PCI.817.01 - CUSTO DE COMPOSIÇÕES - SINTÉTICO

DATA DE EMISSÃO: 10/06/2014 AS 07:35:23

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE PREÇOS DA MÃO-DE-OBRA: 117,90%(HORA) 74,34%(MÊS)

DATA REFERÊNCIA TÉCNICA: 31/05/2014

ABRANGÊNCIA : NACIONAL

LOCALIDADE : CURITIBA

REF.COLETA : MEDIANO

DATA DE PREÇO : 05/2014

| CÓDIGO | DESCRIÇÃO | UNIDADE | CUSTO TOTAL |
|---------------------------------|--|---------|-------------|
| VÍNCULO.....: CAIXA REFERENCIAL | | | |
| 73988/004 | ENCUNHAMENTO (APERTO DE ALVENARIA) EM TIJOLOS CERAMICOS MACICO 5,7X9X1 9CM 1/2 VEZ (ESPESSURA 9CM) COM ARGAMASSA TRACO 1:4(CIMENTO E AREIA) | M | 8,63 |
| 74110 | ALVENARIA BLOCO CERAM ESTRUT 14X19X29 ARGAMASSA 1:3 CIMENTO E AREIA C/GROUT E ARMACAO. | | |
| 74110/001 | ALVENARIA EM BLOCO CERAMICO ESTRUTURAL 14X19X29CM, 1/2 VEZ, ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA), INCLUSO ACO CA-60 | M2 | 52,56 |
| 76445 | ALVENARIA 10CM TIJ CER FURADO 10X10X20CM CIMENTO/AREIA 1:10 | | |
| 76445/001 | ALVENARIA DE TIJOLOS CERAMICOS FURADOS 10X20X20CM, ASSENTADOS COM ARGAMASSA CIMENTO/AREIA 1:10 COM PREPARO MANUAL, ESP. PAREDE = 10CM, COM JUNTAS DE 12MM, CONSIDERANDO 8% DE PERDAS NOS TIJOLOS, SEM PERDAS DE ARGAMASSA | M2 | 36,25 |
| 76445/002 | ALVENARIA DE TIJOLOS CERAMICOS FURADOS, 10X20X30CM, ASSENTADOS COM ARGAMASSA CIMENTO/AREIA 1:7 COM PREPARO MANUAL, ESP. PAREDE = 10CM, COM JUNTAS DE 15MM, CONSIDERANDO 8% DE PERDAS NOS TIJOLOS E 5% NA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO | M2 | 27,26 |

Figura 11: Tabela SINAPI - custo de composições
Fonte: Caixa Econômica Federal (2014).

Os dados utilizados foram os presentes na Tabela SINAPI sem desoneração. Devido às novas regulamentações dispostas nas Medidas Provisórias 601/2012 e 612/2013, considera-se que podem desonerar a folha de pagamentos da construção civil as empresas que optam pelo desconto de 2% sobre o faturamento. Nos demais casos é descontado 20% sobre a folha de pagamento a título de encargos sociais “padrão”.

Marchiori (2009) descreve que atualmente ocorre uma ausência de classificação dos serviços no mercado da construção civil. Apesar da aprovação da NBR ISO 12.006:2010 – Construção de edificação – Organização de informação da construção – Parte 2: Estrutura para a classificação de informação as informações ainda se apresentam desconexas. Em seu trabalho Witicovski (2011) afirma que se espera que, após a implantação da norma técnica, seja possível integrar as terminologias e codificações das classes de objetos e os descritivos de especificações do SINAPI com esta norma, que envolve cerca de 7.200 componentes da construção, de forma a facilitar a análise de projetos financiados pela Caixa Econômica Federal e pelo Governo Federal.

3 ESTUDO DE CASOS

A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de casos múltiplos, na qual se seguiu a lógica de replicação, e não de amostragem. O processo foi se aperfeiçoando a cada modelo executado, com a utilização das lições aprendidas em cada caso para o aperfeiçoamento do processo de extração dos quantitativos.

Nesta dissertação serão apresentados três casos de empreendimentos que utilizaram a modelagem 5D para a extração de quantitativos e levantamento de custos nas fases preliminares de seus projetos.

O primeiro caso selecionado, aqui denominado caso “A”, foi extraído do trabalho de Gouvêa *et al.* (2013) e se trata de uma modelagem composta por duas unidades de habitação de interesse social. O segundo caso, denominado caso “B” foi extraído do trabalho de Santos *et al.* (2013) e tem como objeto a modelagem de uma habitação unifamiliar de dois pavimentos de padrão médio; e o terceiro caso apresentado neste trabalho como caso “C”, se trata de uma modelagem de uma habitação de interesse social composto por duas unidades.

No caso “C” foi feita uma observação direta de todo o processo desde a modelagem até a simulação 5D, enquanto nos demais casos foram estudados os trabalhos publicados por Gouvêa *et al.* (2013) e Santos *et al.* (2013), todos seguindo a mesma metodologia de implantação da modelagem 5D. No caso “C” será retratado como ocorreu todo o processo de modelagem 5D e a demonstração dos processos de controle, análise ABC e o Estudo de Valor Agregado (EVA).

As ferramentas utilizadas nos empreendimentos descritos anteriormente são: o Autodesk® Autocad, o Autodesk® Revit, o Autodesk® Navisworks, Tekla BIMsight e os Aplicativos da Microsoft® Word, Excel, Powerpoint e Project. Estas ferramentas foram escolhidas por apresentarem versões educacionais gratuitas. O Autodesk® Revit foi escolhido também por estar certificado junto a BuildingSMART International e apresenta total interoperabilidade com arquivos do formato IFC 2x3 CV2.0. Nos casos estudados, o processo de troca de

informações entre as plataformas de diferentes desenvolvedores das plataformas BIM não foi testado.

O grau de maturação do desenvolvimento do BIM, para os três casos, foi obtido com a utilização do software BIM, para acelerar a produção de documentos dentro da empresa de projeto. Todos os projetos foram desenvolvidos apenas por uma equipe de projetistas dentro da mesma empresa e não foram utilizados profissionais de outras empresas responsáveis por agregar dados de outras disciplinas ao modelo.

De acordo com a classificação proposta por Tobin (2008), o grau de maturação dos modelos estudados é o BIM 2.0, em que foram inseridas informações relativas a outras disciplinas (prazo e custo).

A sequência lógica para a elaboração da Modelagem 5D dos empreendimentos seguiu as seguintes etapas:

- Modelagem arquitetônica;
- Modelagem estrutural;
- Modelagem das instalações elétricas e hidráulicas;
- Extração de quantitativos;
- Levantamento de custos;
- Elaboração do planejamento de prazos;
- Associação do prazo ao custo;
- Simulação da Modelagem 5D.

A modelagem é o processo de inserção dos diferentes objetos que representam elementos construtivos em um modelo de uma edificação. Os modelos foram gerados no *software Autodesk® Revit*. Conforme afirmado anteriormente, não foi verificada no processo a interoperabilidade, pois embora todas as disciplinas tenham sido modeladas, estas não foram dimensionadas em outros *softwares* compatíveis com a plataforma BIM.

Os três empreendimentos apresentam similaridades nos processos construtivos utilizados. Seguindo o escopo definido pelos *stakeholders*, todos os

empreendimentos foram modelados como edificações com a estrutura em concreto armado, fechamentos em alvenaria de tijolos com seis furos e revestidos com chapisco, emboço, reboco e pintura, nas áreas externas foram pintados com textura acrílica.

Os *softwares* de dimensionamento de estruturas e instalações não foram testados em virtude de não apresentarem versões educacionais e adequados às normas técnicas brasileiras.

Foram modeladas e parametrizadas todas as instalações elétricas e hidráulicas, porém estas apresentaram uma grande dificuldade na falta de bibliotecas de elementos comercializado no Brasil e uma restrita base de dados do software. O banco de dados utilizado foi o TigreCad[®] desenvolvido para a Tigre S/A pela empresa OFCDesk.

3.1 Contextualização dos Casos

3.1.1 Estudo de caso “A”

O estudo de caso “A” se constitui em uma modelagem de um empreendimento composto por duas casas unifamiliares destinadas a habitação popular localizadas no município da Fazenda Rio Grande – PR. O lote apresenta 12 metros de testada e 30 metros de profundidade totalizando 360m².



Figura 12: Localização do Caso "A"
Fonte: Gouvêa *et al.* (2013).

Cada unidade residencial apresenta as seguintes características:

- 60,45m² de área construída;
- 2 dormitórios;
- 1 cozinha;
- 1 banheiro;
- 1 sala de estar.

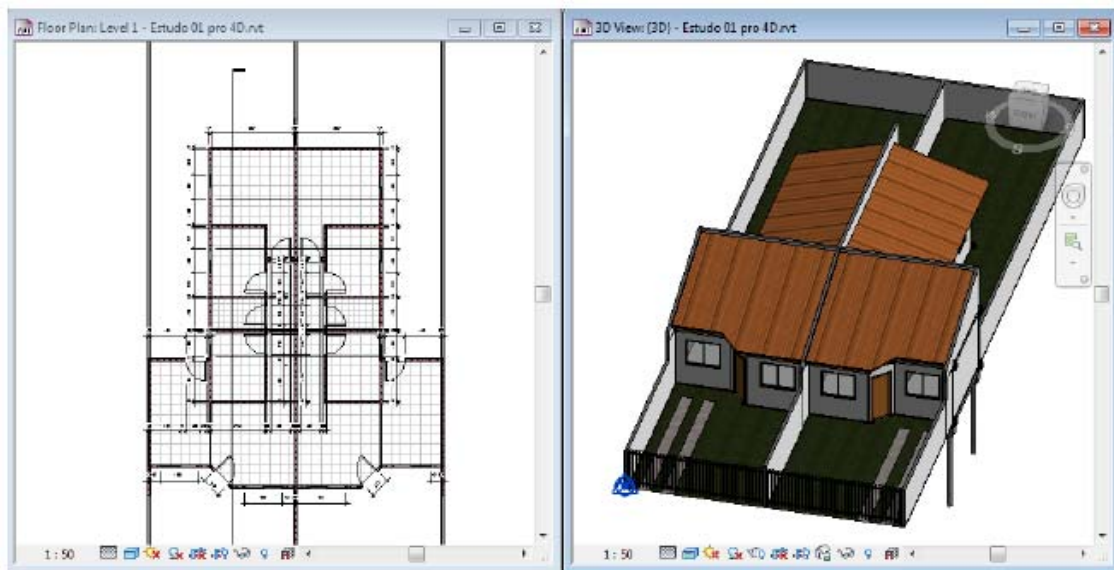


Figura 13: Modelo 3D do Estudo de Caso “A”
Fonte: Gouvêa *et al.* (2013).

3.1.2 Estudo de caso “B”

O Estudo de caso “B” aborda a modelagem de um empreendimento composto por uma unidade habitacional de médio padrão, localizado na cidade de Curitiba. A edificação se encontra em um condomínio fechado e a área do lote é de 250m².



Figura 14: Localização do caso "B"
Fonte: Santos *et al.* (2013).

Esta unidade apresenta as seguintes características:

- Área construída de 200m²;
- 3 quartos;
- 1 suíte;
- 1 cozinha;
- 2 banheiros;
- 1 lavabo;
- 1 sala de estar;
- 1 sala de jantar.



Figura 15: Modelo 3D do Estudo de Caso "B".
Fonte: Santos *et al.* (2013).

3.1.3 Estudo de caso “C”

O estudo de caso “C” se constitui na modelagem de outro empreendimento residencial unifamiliar destinado a habitação social, localizado na Fazenda Rio Grande – PR. Esta edificação foi construída em um lote de 12 metros de testada e 30m de profundidade totalizando uma área de 360m².

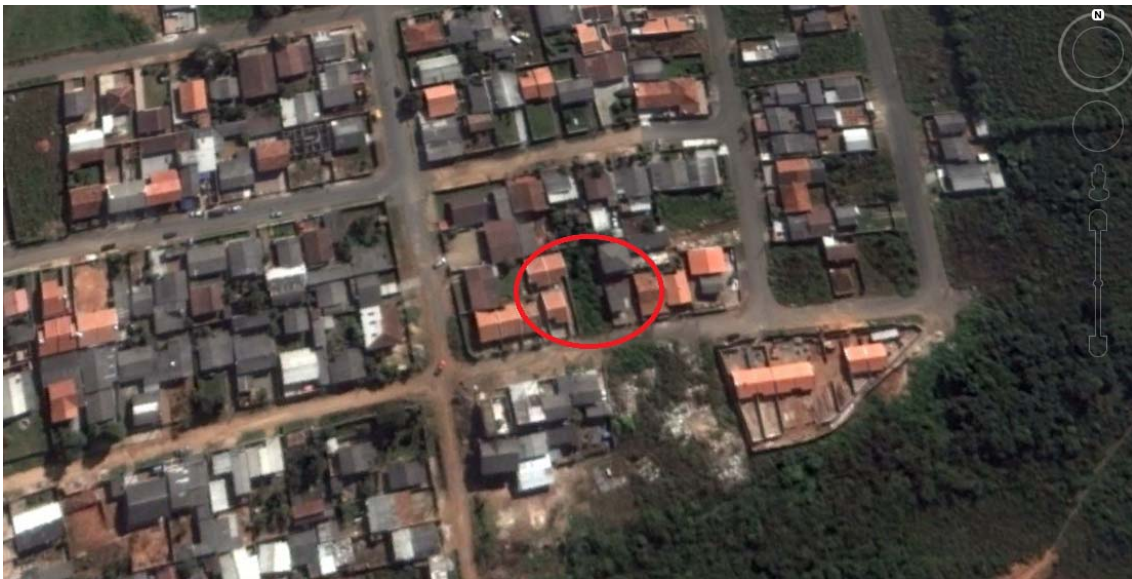


Figura 16: Localização do caso "C"
Fonte: CWBim (2014).

Cada unidade deste empreendimento apresenta as seguintes características:

- Área de 51,45m²;
- 3 dormitórios;
- 1 cozinha;
- 1 banheiro;
- 1 sala de estar.



Figura 17: Modelo 3D do estudo de caso "C"
Fonte: CWBim (2014).

3.2 Modelo arquitetônico

Todo o processo de modelagem da estrutura tem início com o levantamento do escopo, das diretrizes básicas do projeto e dos requisitos de seu patrocinador. Os projetos se iniciaram com um esboço preliminarmente desenhado em CAD 2D, contendo todas as informações relacionadas à disposição, utilização e a dimensão dos cômodos, assim como o posicionamento das janelas e portas.

Normalmente, a modelagem só inicia com a aprovação dos órgãos públicos dos projetos desenhados em 2D, visto que os mesmos não possuem ferramentas para a análise dos projetos modelados em BIM.

Embora a modelagem seja majoritariamente intuitiva, a parametrização dos objetos modelados é um processo mais criterioso, e que será descrito no decorrer desta dissertação.

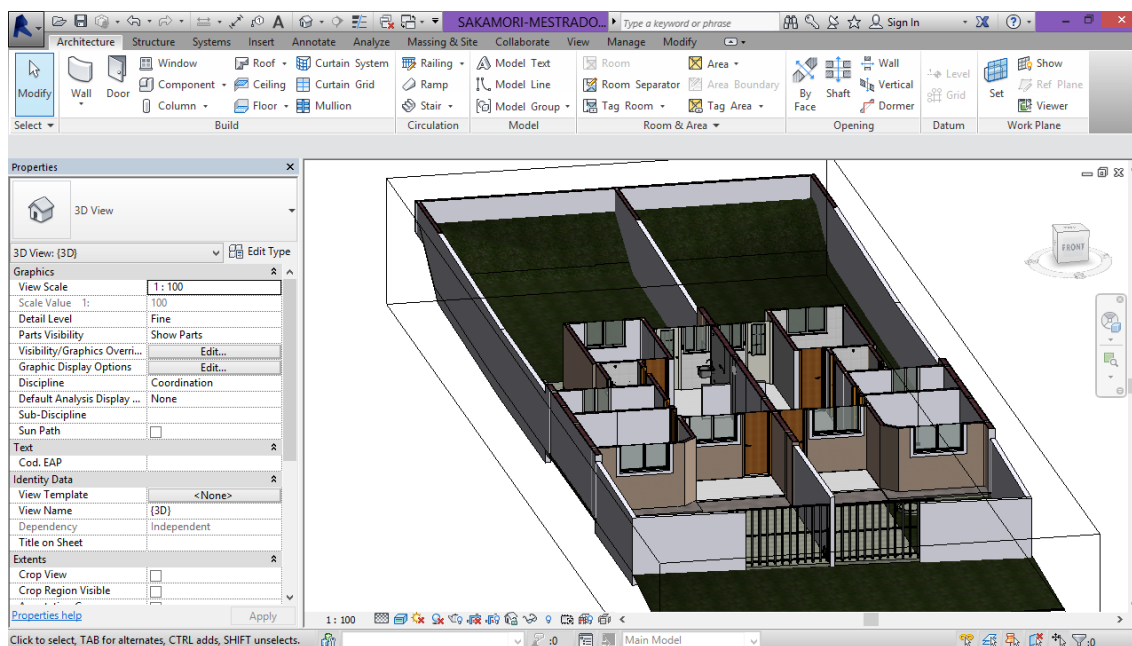


Figura 18: Modelagem do Empreendimento
Fonte: CWBim (2014).

Após o levantamento de todos os requisitos do projeto e a determinação dos métodos construtivos, foram definidas as famílias de elementos construtivos. Essas famílias (ou bibliotecas de componentes) foram criadas de acordo com as especificações de projeto e de acordo com as especificações fornecidas pela SINAPI. As famílias são criadas para organizar os objetos e os elementos construtivos que foram parametrizados.

A organização dos objetos em famílias também é um elemento chave dos projetos na modelagem sólida paramétrica. Através delas é possível criar objetos separados em categorias para que em seguida sejam utilizados no processo de modelagem. As famílias possuem diversas informações de cada objeto inteligente, podendo ser parametrizadas para melhorar a flexibilidade de tamanhos e quantidades. Cada família assume dados específicos que vão da cor, tamanho, espessura, altura, material, etc., até a distância entre níveis, custos, fabricante, modelo e as referências do produto.

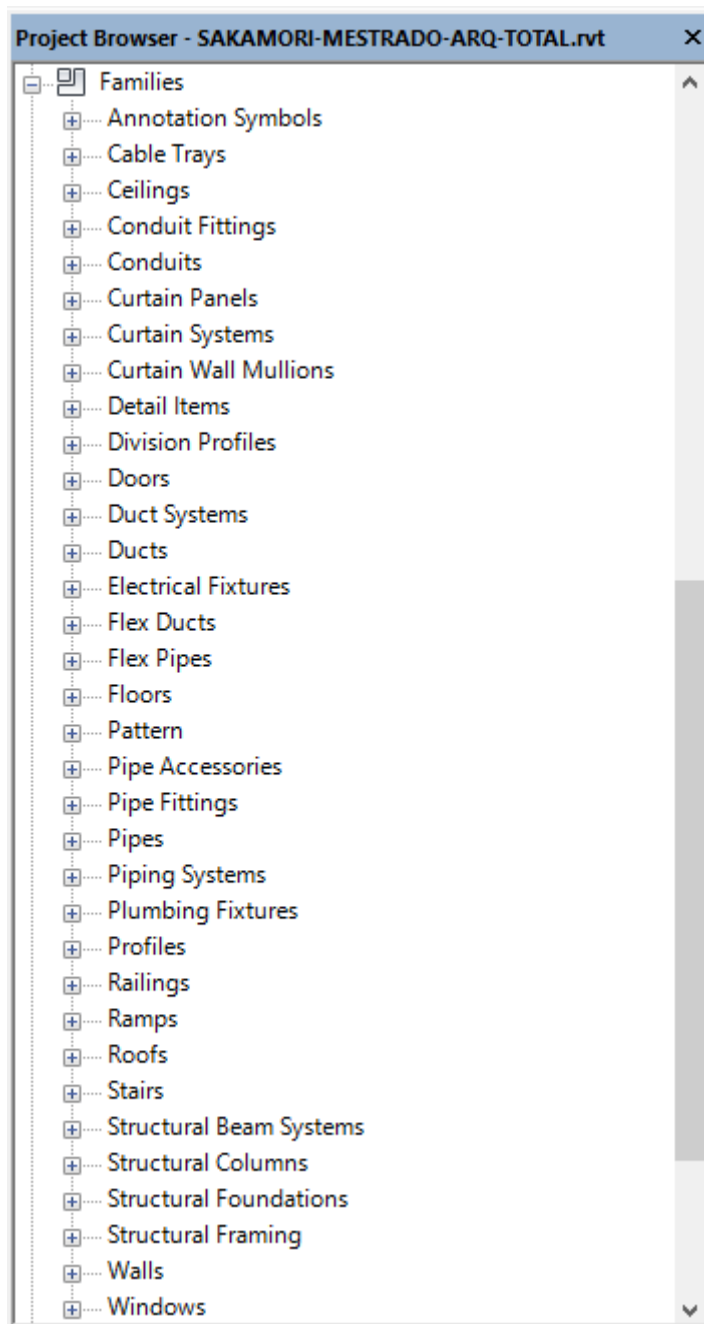


Figura 19: Relação das Famílias de objetos e elementos construtivos
Fonte: CWBim (2014).

Dentro de cada item das diversas famílias foram criados subitens para detalhar melhor a edificação e cada elemento construtivo utilizado para criação do modelo. Na Figura 20 faremos a exemplificação da criação destes subitens dentro da família *Walls*, por exemplo.

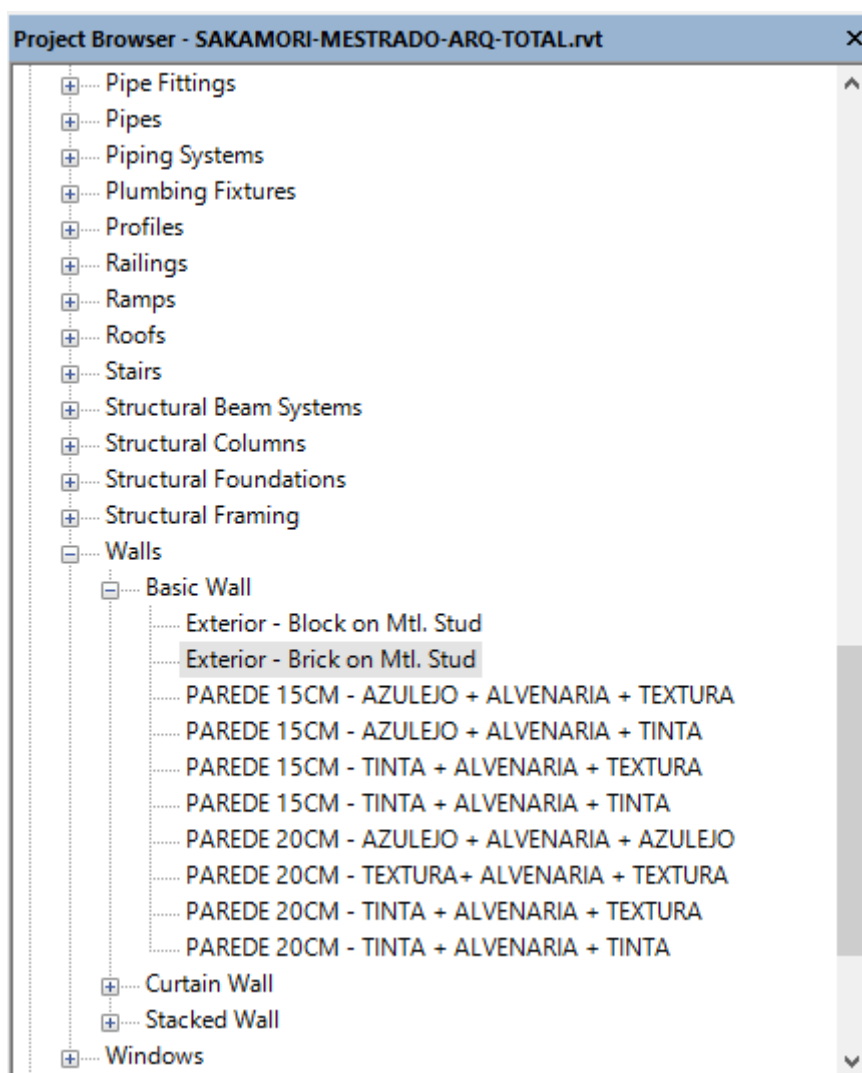


Figura 20: Demonstração dos Subitens das Famílias
Fonte: CWBim (2014).

De acordo com as especificações do caso "C" foram criados os seguintes elementos construtivos, cada um com características próprias. Neste caso, os elementos construtivos criados foram:

- a. Parede 15cm – Azulejo + Alvenaria + Textura;
- b. Parede 15cm – Azulejo + Alvenaria + Tinta;
- c. Parede 15cm – Tinta + Alvenaria + Textura;
- d. Parede 15cm – Tinta + Alvenaria + Tinta;
- e. Parede 20cm – Azulejo + Alvenaria + Azulejo;
- f. Parede 20cm – Textura + Alvenaria + Textura;

- g. Parede 20cm – Tinta + Alvenaria + Textura;
- h. Parede 20cm – Tinta + Alvenaria + Tinta.

Cada elemento construtivo apresenta suas próprias características e as características dos materiais nela empregado. Estes dados posteriormente podem ser utilizados para a avaliação do desempenho do sistema construtivo.

A seguir será demonstrado o processo de parametrização do objeto/ elemento construtivo “parede”. Cada camada deve receber uma identificação e a especificação de qual o código da composição analítica da SINAPI se refere. Dados referentes ao desempenho térmico podem ser inseridos nesta fase, mas como o objeto de estudo deste trabalho é a modelagem 5D, estes dados não foram inseridos.

Para ilustrar melhor esta demonstração, na Figura 21 foi apresentado a descrição do elemento construtivo com as especificações das camadas utilizadas.

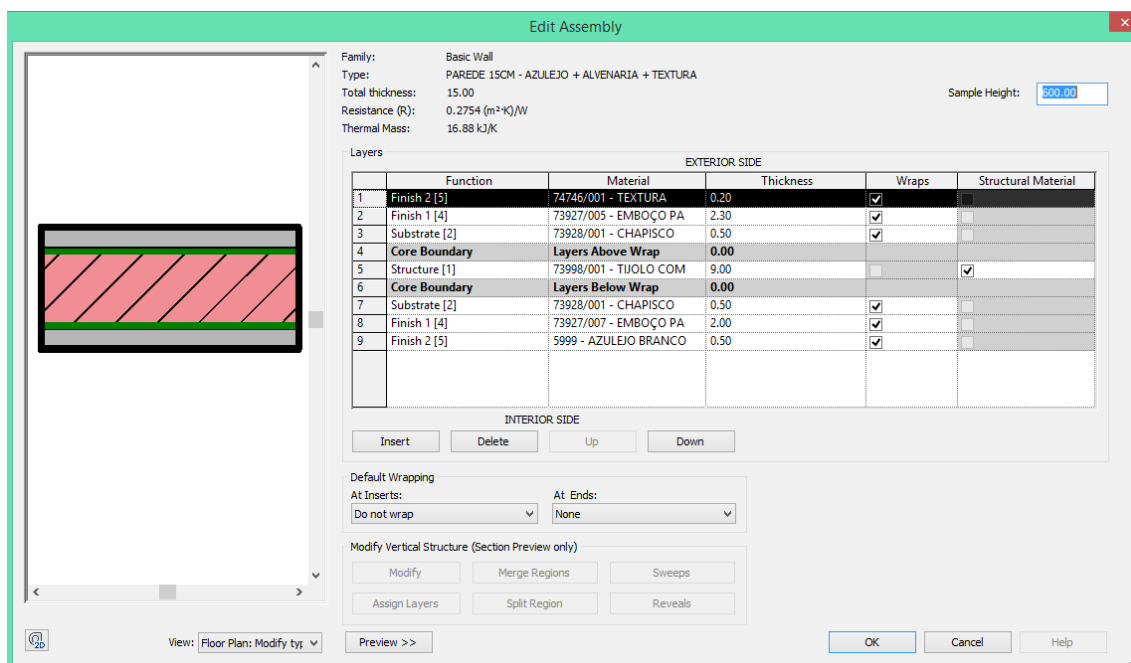


Figura 21: Descrição do Subitem da família
Fonte: CWBim (2014).

O código da composição de custo da tabela SINAPI foi inserido para unificar a nomenclatura de cada composição em todo o processo de Modelagem. Ao agregar estas informações no item 76445/2 – Alvenaria de tijolos cerâmicos furados, 10x20x30cm, assentados com argamassa de cimento/areia 1:7 com preparo manual, esp. Parede = 10cm, por exemplo, em todo o processo de modelagem 3D, 4D e 5D foi reconhecido como mesmo serviço e com a mesmo código de identificação do item. Este código também foi inserido no campo da descrição do objeto ou do elemento construtivo no campo “*keynote*” ou “nota-chave” para que posteriormente fosse possível agregar custos a este elemento.

Este processo deve se repetir para todos os demais objetos/ elementos construtivos da edificação, como portas, esquadrias, cobertura, pisos, elementos estruturais, pavimentações e instalações.

Gouvêa *et al.* (2013), afirma que a maior dificuldade para a execução de um modelo é a falta de bibliotecas de elementos e uma restrita base de dados por parte do *software*. Atualmente as bibliotecas disponíveis são relativas à tubulação, conexões hidráulicas, louças e metais sanitários. Os sistemas construtivos adotados no Brasil são caracterizados pela construção *in loco* com pouca utilização de elementos pré-fabricados, faltando por parte dos fabricantes, a necessidade da criação de bibliotecas de elementos BIM.

O *software* utilizado para a modelagem disponibilizou a importação direta do arquivo em formato *DWG* através de um plug-in desenvolvido pela própria *Autodesk*® pré-instalado no *Autodesk*® *Revit*. O arquivo de formato *DWG* é o formato mais utilizado para a geração de projetos arquitetônicos e é um formato proprietário da *Autodesk*®, como o *Autodesk*® *Revit* e o *Autodesk*® *Autocad* são desenvolvidos pela mesma empresa. Os arquivos apresentam total compatibilidade, a seguir será ilustrado o processo de importação na Figura 22.

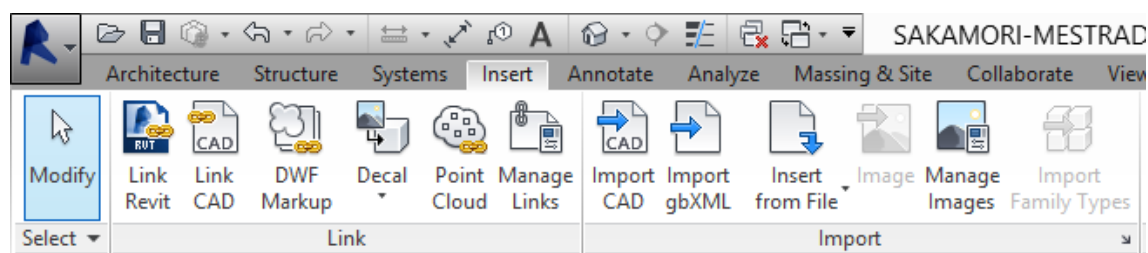


Figura 22: Interface para a importação do desenho em CAD
 Fonte: CWBim (2014).

O arquivo CAD, do estudo de caso “C”, importado no formato *DWG* será apresentado na Figura 23. Este projeto foi fornecido pela incorporadora e desenvolvido nas normas exigidas pela Prefeitura Municipal de Fazenda Rio Grande, contendo planta, vistas, cortes, implantação e as tabelas estatísticas.

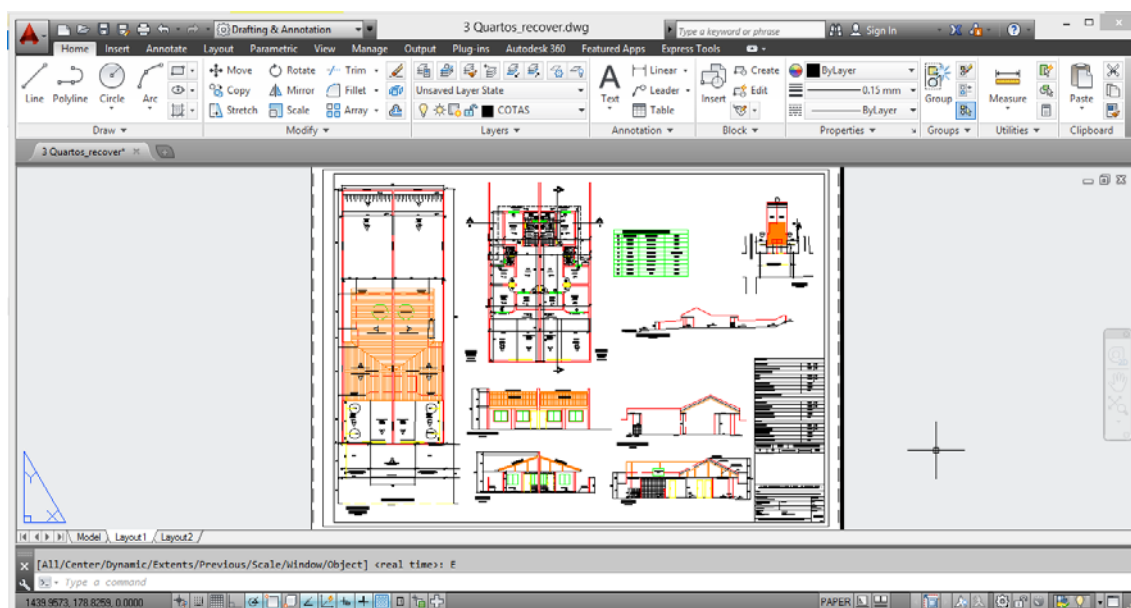


Figura 23: Projeto arquitetônico em 2D
 Fonte: CWBim (2014).

A modelagem foi executada, transformando o desenho CAD em 2D para um modelo tridimensional parametrizado. Os componentes foram inseridos no modelo utilizando os elementos construtivos disponibilizados pelo *Autodesk® Revit* e parametrizados de acordo com o detalhamento dos elementos construtivos durante a fase de criação das famílias. O processo de modelagem é bastante simplificado, onde as linhas desenhadas no CAD 2D são transformadas em um modelo 3D. Na Figura 24 é apresentada a barra de ferramentas para a criação do modelo tridimensional parametrizado. Uma das falhas encontradas é que a modelagem da edificação fica restrita aos componentes disponibilizados pelo *Autodesk® Revit*. A biblioteca de componentes ainda é muito restrita e com poucos elementos modelados. Muitos

dos objetos adotados devem ser buscados em bibliotecas disponibilizados na internet, como o disponibilizado na página *Revitcity.com*.

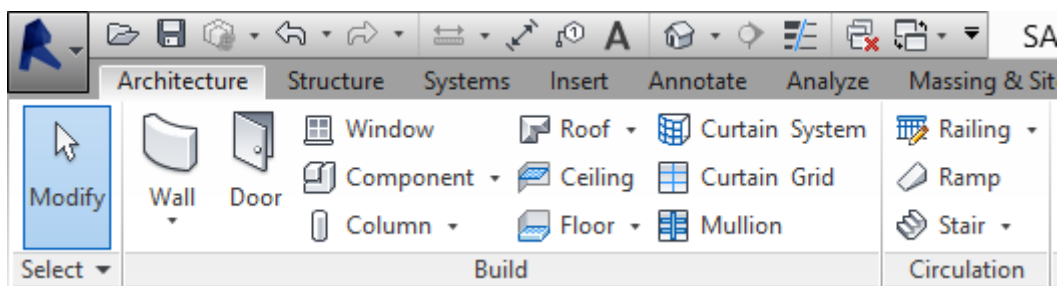


Figura 24: Barra de ferramentas para a criação do modelo
Fonte: CWBim (2014).

O modelo com as informações da geometria e com todos os elementos arquitetônicos gerados será apresentado na Figura 25. Todo o processo é gráfico, facilitando a visualização de cada elemento construtivo e as possíveis interferências durante o processo de modelagem. O recurso de visualização da edificação em outras perspectivas permite ao profissional responsável pela modelagem que busque incompatibilidades e a possibilidade de serem aplicadas diferentes alternativas de projeto ainda na fase de modelagem arquitetônica.

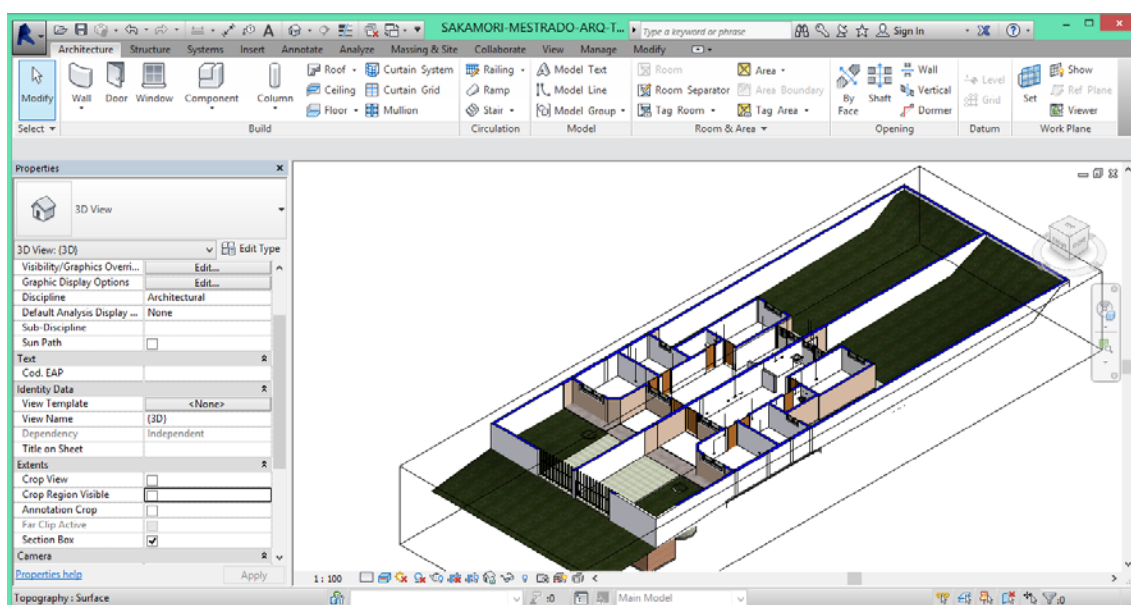


Figura 25: Modelagem do empreendimento em 3D
Fonte: CWBim (2014).

A utilização da ferramenta “*Section box*” ou “Caixa de corte” do *Autodesk® Revit* permite ao profissional responsável pela modelagem a aplicação de cortes instantâneos e especificamente no local onde se deseja observar algum detalhe.

Durante o processo de modelagem é possível verificar em tempo real de como a edificação ficará após o término da construção, permitindo que sejam analisadas as definições de cores e dos materiais de acabamento.

3.3 Modelo estrutural

A modelagem da estrutura foi feita somente com o lançamento dos pilares, vigas e do radier. O dimensionamento da estrutura não foi executado por não estarem disponíveis para uso aplicativos especializados como o *Nemetschek® Scia Engineer*, *Nemetschek® All Plan*, *Autodesk® Robot* e o *Tekla®* e pela falta de profissionais capacitados para a execução deste serviço. Além disso, esses aplicativos não possuem versões educacionais e não estão adequados às normas brasileiras.

As ferramentas utilizadas para a modelagem da estrutura utilizadas no *Autodesk® Revit* são apresentadas na Figura 26.

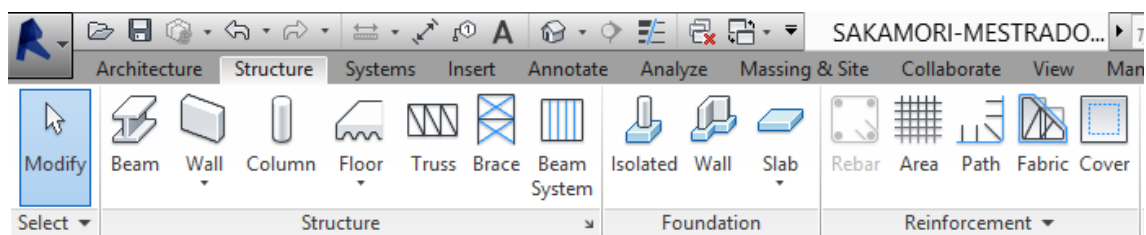


Figura 26: Ferramentas para a modelagem da estrutura
Fonte: CWBim (2014).

O cálculo da estrutura foi executado no *CYPE Ingenieros® Cypecad* a partir da exportação de um desenho em 2D no formato DXF, do *Autodesk® Autocad* para o *Cypecad*. Os dados de carregamento da edificação forma baseados na Norma NBR NBR 6120:1980 (Cargas para o cálculo de estruturas

de edificações) e o cálculo estrutural na NBR 6118:2007 (Projetos de estrutura de concreto). Esta última Norma foi adotada em virtude do *software CYPE Ingenieros*® *Cypecad* ainda possuir parâmetros de cálculo com esta versão de Norma e a data de execução do projeto foi feito em 2013, ainda com a Norma atual ainda não em vigor.

Os cálculos e o projeto das armaduras foram executados no ambiente 2D, de modo que não é possível exportar os dados gerados no *Cypecad* para o modelo BIM. Neste caso, não ocorreu a interoperabilidade entre o *Cypecad* e o *Autodesk*® *Revit*.

Como o objeto deste estudo é apresentar uma estimativa de custos em um ambiente BIM, somente a informação sobre a quantidade de aço, a seção e a dimensão dos elementos estruturais é considerada relevante.

Um cuidado adotado para a correta quantificação do volume da estrutura, bem como para a correta simulação da construção da edificação, é a transformação dos pilares em elementos construtivos não contínuos, de modo que nasçam a partir da cota do piso acabado do radier para evitar a soma de volumes sobrepostos de elementos construtivos. Esta preocupação influencia no momento de detecção de interferências, o “*clash detection*”, e caso não seja adotada, indicará a interferência em todas as interfaces entre o pilar e o radier.

A Figura 27 apresenta o modelo estrutural criado no *Autodesk*® *Revit*, com o radier, os pilares e vigas modelados de acordo com o projeto estrutural gerado no *Cypecad*. Os dados referentes ao detalhamento das armaduras do radier e de cada pilar e viga não foram modelados. O *software* não faz a modelagem do aço utilizado nos elementos estruturais, mas somente a introdução do elemento construtivo “pilar em concreto armado”, por exemplo.

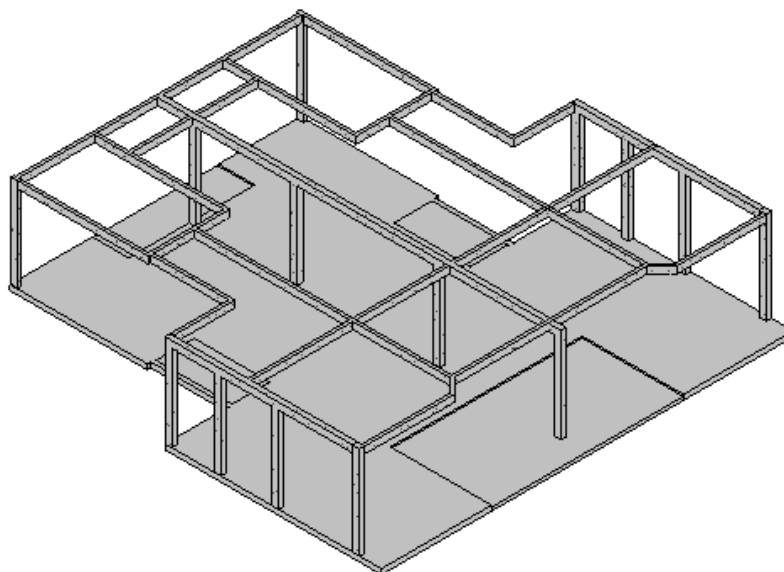


Figura 27: Modelo estrutural
Fonte: CWBim (2014).

3.4 Modelo de instalações elétricas e hidráulicas

A modelagem dos componentes elétricos e telefônicos foi feita utilizando-se o banco de dados do *Autodesk® Revit*, pelo fato dos elementos construtivos não possuírem objetos/ elementos construtivos disponibilizados pelos fabricantes dos componentes. Os componentes disponibilizados pelo *software* foram editados e inseridos parâmetros de acordo com as especificações dos produtos utilizados no empreendimento. Na Figura 28 será apresentado um esquema do projeto elétrico e telefônico.

Estes componentes foram anexados os códigos dos materiais de acordo com os códigos da tabela SINAPI, necessários para a modelagem 5D.

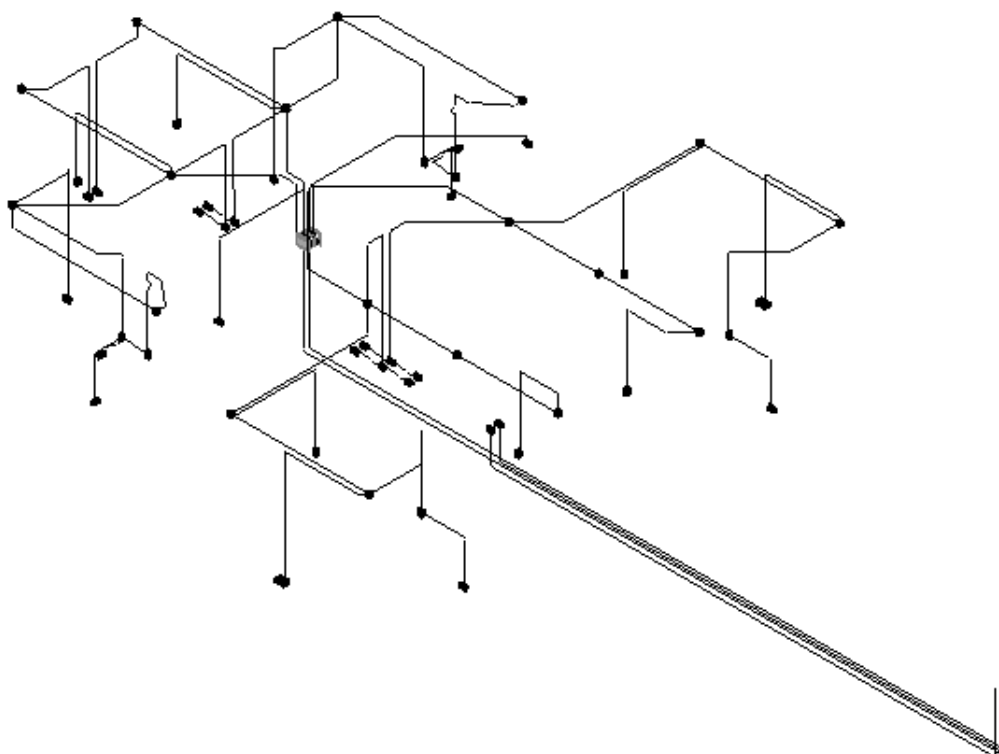


Figura 28: Modelagem do sistema elétrico e telefônico
Fonte: CWBim (2014).

Embora nos empreendimentos tenham sido adotados eletrodutos de PVC corrugado, na modelagem estes foram introduzidos como eletrodutos de PVC rígido, uma vez que o *software* não possui elementos com maiores semelhanças em relação a este componente especificamente, outras soluções podem ser adotadas como a utilização do elemento construtivo “PEX” da família dos objetos hidráulicos, por exemplo. Na tabela SINAPI, porém, como ambos os eletrodutos são quantificados por metro linear instalado e o componente eletroduto corrugado apresenta um índice que contempla as perdas decorrentes das propriedades físicas do material, não houve diferenças significativas nas quantidades dos materiais empregados.

A modelagem do sistema hidráulico, hidro sanitário e de drenagem de águas pluviais foram desenvolvidos em 2D e posteriormente modelados no *Autodesk® Revit*. Os componentes utilizados foram os elementos modelados e disponibilizados no aplicativo *TigreCad®*. Os projetos dos casos “A” e “C” foram desenvolvidos de acordo com as especificações e recomendações da Prefeitura

Municipal de Fazenda Rio Grande – PR. Pelo fato da rede de esgoto não estar disponível em todas as ruas da cidade foi apresentada como solução a utilização de fossa séptica e sumidouro.

Na Figura 29 será apresentado o layout do sistema hidro sanitário e drenagem de águas pluviais.

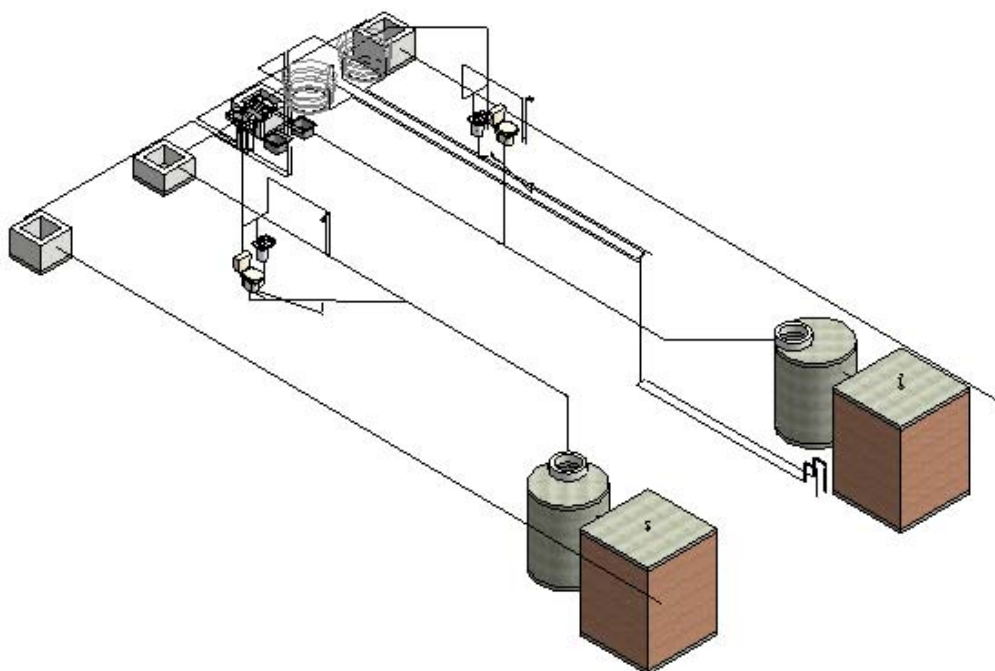


Figura 29: Modelagem do sistema hidro sanitário
Fonte: CWBim (2014).

A principal dificuldade da modelagem dos elementos elétricos, telefônicos e hidro sanitários é a falta de componentes utilizados na indústria da construção civil brasileira. Muitos dos elementos são extraídos de catálogos de componentes estrangeiros ou de um único fabricante no Brasil, no caso da Tigre para os componentes elétricos e hidráulicos, e Deca, para os componentes de metais e louças sanitárias.

Uma das grandes vantagens da modelagem BIM é que o processo de visualização de cada disciplina é bastante simplificado, bastando apenas filtrar o que o usuário deseja visualizar e permitindo também verificar e corrigir as possíveis interferências entre as disciplinas.

3.5 Extração de quantitativos

A extração de quantitativos é feita com o auxílio de um recurso do Autodesk® Revit Schedules/Quantities, em que são listados os serviços de acordo com as especificações do objeto/ elemento construtivo e informados o código EAP e o *keynote* das atividades, com suas respectivas quantidades. As unidades de cada atividade devem ser discriminadas no momento da geração das planilhas quantitativas, podendo ser volumétricas, área ou a quantidade unitária das atividades. O processo de criação das tabelas de quantitativos está representada na Figura 30.

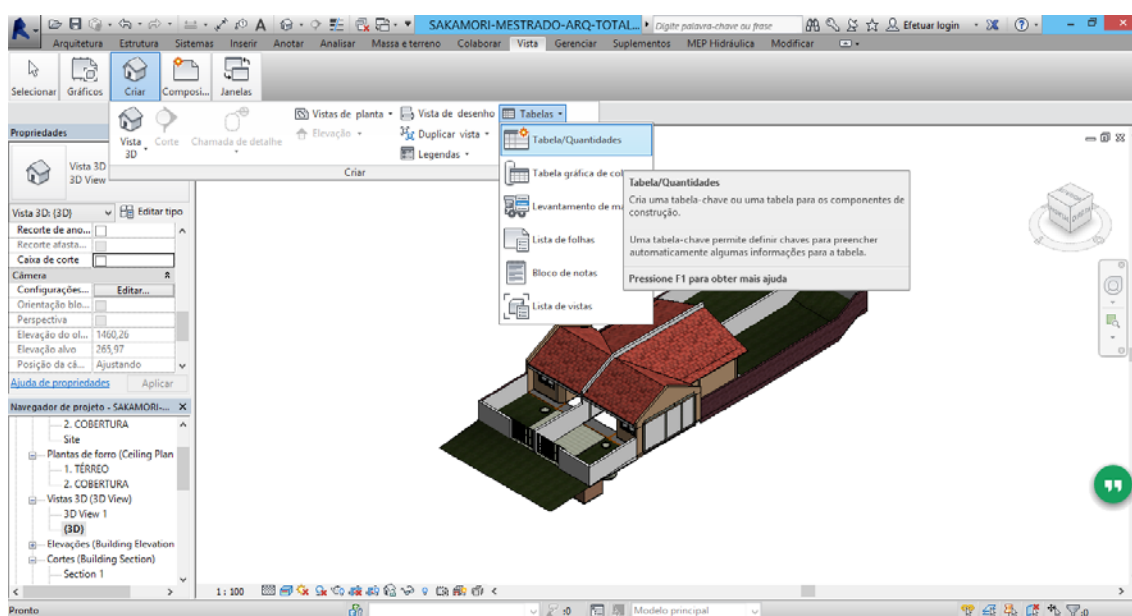


Figura 30: Extração dos quantitativos do modelo

Fonte: CWBim (2014).

A Figura 31 mostra a relação discriminada dos serviços selecionados com o respectivo código EAP, *keynote* e a quantidade de serviços a ser executada. Estes dados foram filtrados e separados pelo código EAP e pelo *keynote* da atividade. O código EAP do objeto é vinculado ao modelo para que seja relacionado ao planejamento da execução deste objeto e o *keynote* do objeto serve para relacionar o objeto com os dados da tabela SINAPI. O

“keynote” ou “código chave” é o principal elemento para filtrar entre os diversos quantitativos extraídos do modelo.

| <Paredes> | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| A | B | C |
| Material: Cod. EAP | Material: Keynote | Material: Area |
| 1.7.1 | 87533 | 720,12 |
| 1.7.1 | 87878 | 787,20 |
| 1.7.1 | 88417 | 340,85 |
| 1.7.2 | 87528 | 67,52 |
| 1.8.1 | 73415 | 220,05 |
| 1.8.2 | 88416 | 158,40 |
| 1.8.4 | 87272 | 67,52 |
| 1.9.3 | 87519 | 170,87 |
| 1.9.3 | 87525 | 288,96 |

Figura 31: Interface do software para a extração dos quantitativos
Fonte: CWBim (2014).

Na Figura 32 são demonstrados a relação dos objetos quantificados que servirão de banco de dados para a planilha responsável pela determinação do custo da obra.

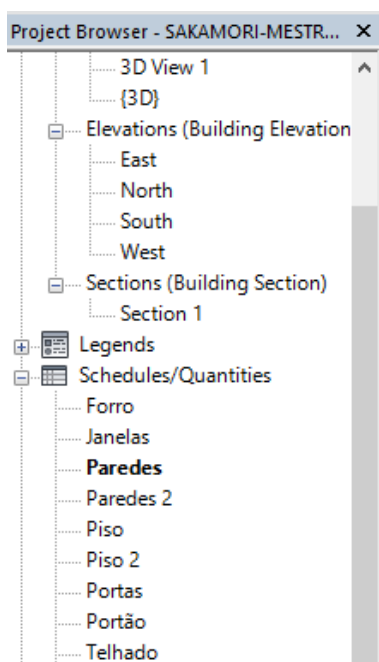


Figura 32: Relação dos objetos quantificados
Fonte: CWBim (2014).

O *Autodesk® Revit* não apresenta uma interface para inserção de dados da Tabela SINAPI em seu banco de dados, sendo assim necessária a exportação de todos as informações para uma planilha de cálculos do *Microsoft® Excel*.

Na Figura 33 se apresenta o procedimento para a extração de dados do *Autodesk® Revit* para o envio dos dados para o *Microsoft® Excel*. O formato do arquivo de troca é “*txt*”, único formato de arquivos de troca aceitos por ambos os *softwares*.

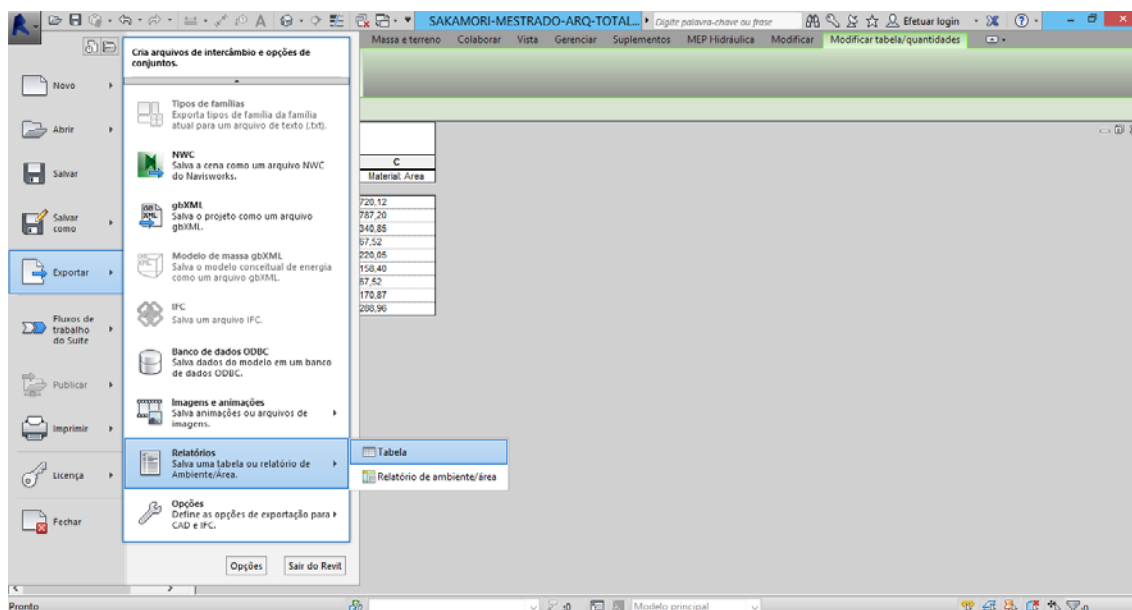


Figura 33: Extração de quantitativos do modelo
Fonte: CWBim (2014).

A interface de exportação do arquivo no formato “*txt*” segue os passos da Figura 34. Os dados em “*txt*” foram exportados com o espaçamento com a tabulação e destacados entre “parênteses”. A Figura 35 demonstra a apresentação destes dados.

Este processo é um dos processos mais importantes para o envio das informações do modelo BIM para o *software* que irá agregar custos aos dados do modelo. No caso estudado, foi utilizado o *Microsoft® Excel*, mas é possível lança-los também em outras plataformas, como um programa específico para a execução de orçamentos ou em um banco de dados como o *Microsoft® Access*.

A configuração das unidades no *Autodesk® Revit* facilita o processo de lançamento das quantidades dos elementos construtivos. Um erro muito comum na importação de dados é o sistema de unidades do *software*: muitos *softwares*, principalmente de origem estadunidenses apresentam uma formatação específica, em que a separação de unidades é feita por pontos, implicando na necessidade da substituição destes – do “ponto” (*default*) – por “vírgula” pelo fato do *Microsoft® Excel* reconhecer as células da planilha como formatação texto e não como números.

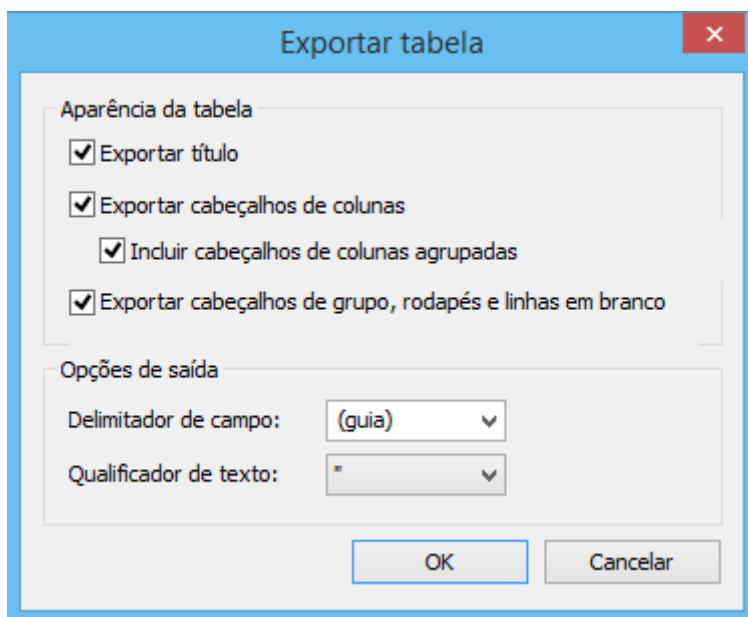


Figura 34: Exportação dos quantitativos do modelo
Fonte: CWBim (2014).

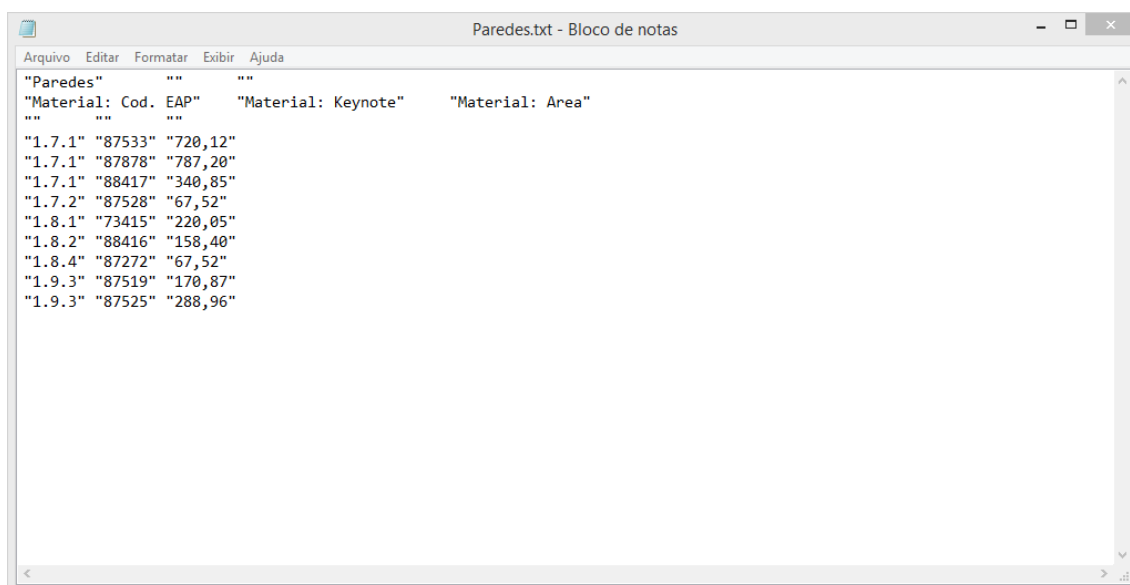


Figura 35: Visualização do arquivo de exportação em ".txt"
Fonte: CWBim (2014).

O padrão do formato ".txt" adotado pela Autodesk® pode ser visualizado em qualquer sistema operacional, permitindo o compartilhamento de dados entre qualquer plataforma. O formato ".txt" é um dos formatos de arquivo que o Microsoft® Excel aceita como fonte de dados externa. A Figura 36 apresenta o comando para executar a obtenção dos dados externos recebidos do Autodesk® Revit. A Figura 37 e Figura 38 apresentam o procedimento do assistente de importação do Microsoft® Excel.

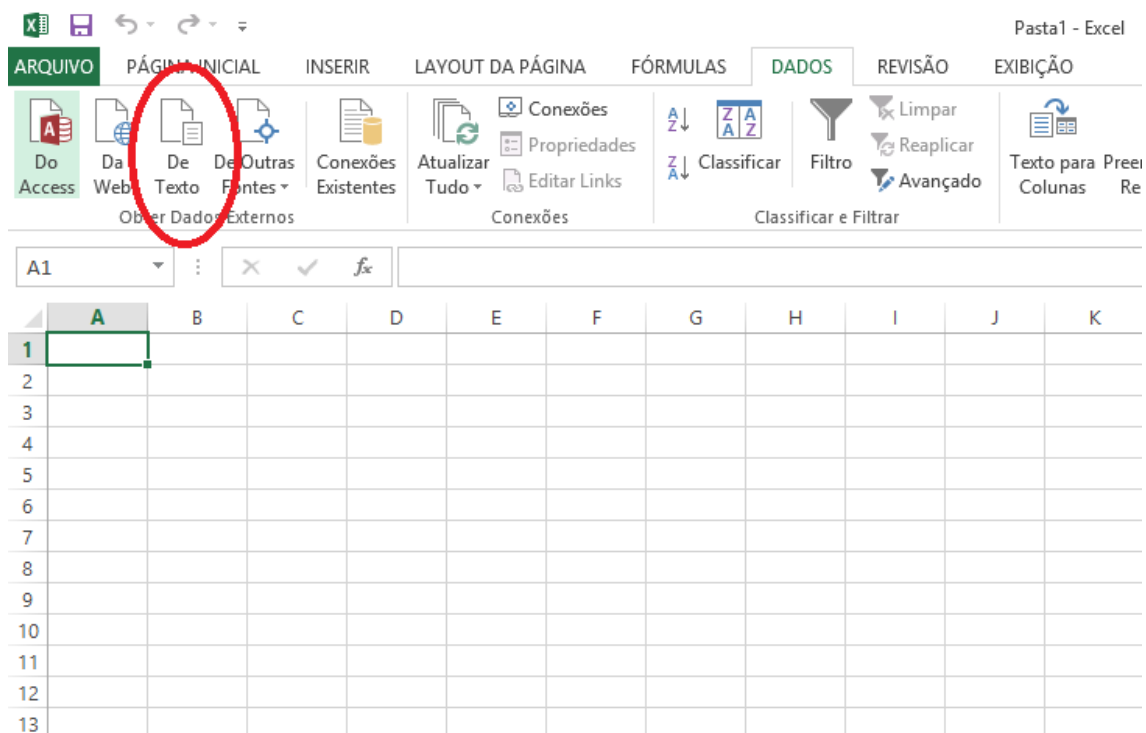


Figura 36: Importação dos arquivos para o *Microsoft® Excel*
 Fonte: CWBim (2014).

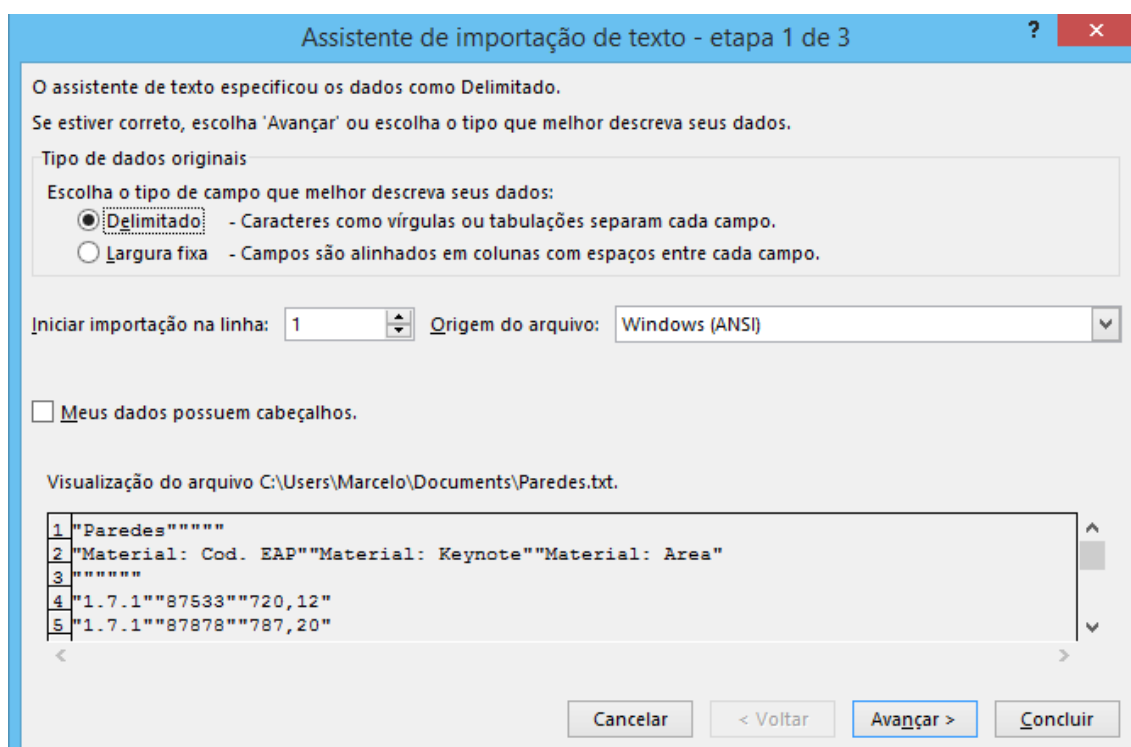


Figura 37: Assistente de importação do *Microsoft® Excel* – Etapa 1
 Fonte: CWBim (2014).

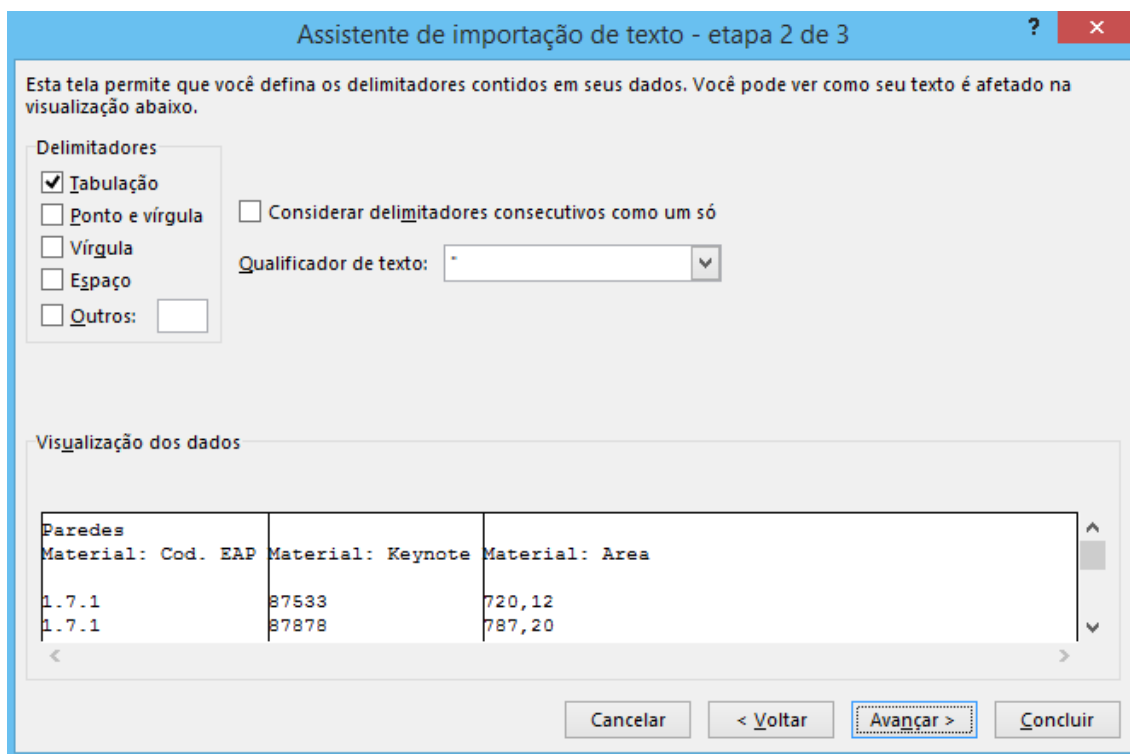


Figura 38: Assistente de importação do *Microsoft® Excel* - Etapa 2
 Fonte: CWBim (2014).

Os dados de saída de importação do *Microsoft® Excel* seguindo o procedimento anterior estão demonstrados na Figura 39. O processo é totalmente automatizado, dispensando os serviços manuais de quantificação e digitação dos dados levantados do modelo.

Comprovando o descrito na seção de justificativas deste trabalho, o processo de cálculo e o processamento são realizados pelo *software*, ficando a cargo dos profissionais do setor de orçamentação, a verificação das quantidades e das especificações dos elementos construtivos quantificados. O processo apresenta pouca interação humana, portanto erros de cálculos decorrentes da utilização de escalas incorretas, assim como diferenças nas considerações e metodologia de cada pessoa que faria a quantificação dos elementos são minimizados, faz com que os orçamentos gerados apresentam poucas variações. Gerando cada vez mais orçamentos mais consistentes e padronizados.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'DADOS' (Data) ribbon selected. The ribbon includes options for 'Obter Dados Externos' (Get External Data), 'Atualizar Tudo' (Refresh All), 'Conexões' (Connections), 'Classificar' (Sort), and 'Filtro' (Filter). Below the ribbon, the formula bar shows 'J9'. The data table is as follows:

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|--------------------|-------------------|----------------|---|---|---|---|---|
| 1 | Paredes | | | | | | | |
| 2 | Material: Cod. EAP | Material: Keynote | Material: Area | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | 1.7.1 | 87533 | 720,12 | | | | | |
| 5 | 1.7.1 | 87878 | 787,2 | | | | | |
| 6 | 1.7.1 | 88417 | 340,85 | | | | | |
| 7 | 1.7.2 | 87528 | 67,52 | | | | | |
| 8 | 1.8.1 | 73415 | 220,05 | | | | | |
| 9 | 1.8.2 | 88416 | 158,4 | | | | | |
| 10 | 1.8.4 | 87272 | 67,52 | | | | | |
| 11 | 1.9.3 | 87519 | 170,87 | | | | | |
| 12 | 1.9.3 | 87525 | 288,96 | | | | | |

Figura 39: Dados de saída da importação de dados
 Fonte: CWBim (2014).

Estes passos são realizados para cada uma das famílias de elementos parametrizados. A relação de tabelas extraída é destacada na Tabela 9

Tabela 9: Relação das famílias quantificadas

| Descrição | Tabela |
|------------------------|--------------|
| Caixas de Luz | Tabela1.txt |
| Eletrodutos | Tabela2.txt |
| Quadro de distribuição | Tabela3.txt |
| Pilares | Tabela4.txt |
| Radier | Tabela5.txt |
| Vigas | Tabela6.txt |
| Acessórios | Tabela7.txt |
| Acessórios 2 | Tabela8.txt |
| Acessórios 3 * | Tabela9.txt |
| Tubos de esgoto * | Tabela10.txt |
| Tubos de água fria 1 * | Tabela11.txt |
| Tubos de água fria 2 * | Tabela12.txt |
| Portas | Tabela13.txt |
| Janelas | Tabela14.txt |
| Forro | Tabela15.txt |
| Telhado | Tabela16.txt |
| Paredes | Tabela17.txt |
| Piso | Tabela18.txt |
| Piso 2 | Tabela19.txt |
| Paredes 2 | Tabela20.txt |
| Caixa de Telefone | Tabela21.txt |
| Tubulação Telefone | Tabela22.txt |

(*) Estão com a codificação da Tigre

Fonte: CWBim (2014).

Devido à mudança do formato de extração e agregação dos custos e aos componentes e elementos construtivos do modelo, muitas empresas deverão adequar o fluxo de trabalho ao departamento de orçamentação. E, uma vez seguindo este processo de quantificação e orçamentação as empresas obterão maior precisão e velocidade, visto que os quantitativos são gerados

automaticamente e qualquer alteração no modelo BIM seus quantitativos podem ser rapidamente atualizados.

Uma das limitações do sistema é que o *Autodesk® Revit* faz a extração dos dados de acordo com unidades pré-definidas, como volume e área. Itens como a área de fôrmas para a execução da estrutura de concreto, comprimento de rodapés e sancas em PVC exigem a intervenção do profissional responsável por sua quantificação, pois unidades relativas a comprimento dos elementos e áreas das formas de vigas, em que são necessárias a quantificação de três faces dos elementos, não são trabalhadas pelo *software*.

Em um ambiente colaborativo onde vários *stakeholders* e projetistas de diversas disciplinas trabalham sobre o modelo, o processo de quantificação de todos os elementos se torna simples, sendo possível verificar a evolução dos custos à medida que o modelo é desenvolvido.

3.6 Levantamento de custos

Na construção, tradicionalmente, a forma de apuração dos custos é através do custo padrão, aplicado ao custeio por absorção. O uso do custo-padrão exige a utilização de índices estabelecidos por fontes de informações, como a Revista Construção e Mercado, a TCPO, a Tabelas de Custos PINI e o Banco de Dados de cada construtora.

Esta dissertação adotou os dados fornecidos pelo SINAPI para a aferição dos custos dos empreendimentos. Como os dados são atualizados mensalmente, trata-se de um importante banco de dados para a estimativa e o controle de custos durante todo o ciclo de vida do projeto. Além de a atualização ser mensal, esta apresenta dados de todas as 27 capitais da federação sendo possível fazer simulações de custos em qualquer local unidade da Federação.

Os preços dos insumos e das composições foram extraídos da tabela SINAPI que é disponibilizada em formato “*pdf*”. Para inserirmos estes dados dentro da planilha geradora do orçamento é necessária a conversão do formato

“pdf” para “xls”. A conversão é realizada através do software *AnyBizSoft PDF to Excel Converter*.

A planilha geradora do orçamento apresenta as seguintes pastas de trabalho:

Comp: Esta pasta de trabalho apresenta 3273 composições de custo com as quantidades dos insumos utilizadas em cada serviço e seus respectivos custos. Os índices foram extraídos da TCPO e os valores são atualizados da pasta de trabalho a partir dos custos dos insumos listados na pasta de trabalho “Banco”. Neste momento é definido a partir de qual das unidades da federação os dados de custos serão utilizados. A Figura 40 apresenta o local em que será inserida a unidade da federação, cujos valores dos insumos serão adotados.

Com este formato de levantamento é possível fazer a avaliação de investimento e a obtenção dos custos de qualquer empreendimento dentro de qualquer uma das 27 unidades da federação.

| CODIGO | DESCRIÇÃO | UNIDADE | QUANTIDADE | UNITÁRIO | TOTAL (R\$) | Estado |
|----------|---|---------|------------|------------|-------------|--------|
| 73887001 | Assentamento simples de tubos de fole com junta elástica - DN 75 mm | m | | | 2,26 | PR |
| 1950 | Caminhão toco ford cargo 1717 e motor cummins 170 CV - p/bte 18000 kg - carga útil - carroceria + 11090 kg - dist entre eixos 4800 mm - incl carroceria fixa abetba de madeira para transp. geral de carga seca - | un | 0,0000003 | 176.192,07 | 0,052857621 | |
| 6111 | Servente | h | 0,023 | 9,70 | 0,2281 | |
| 10512 | Mototista de caminhão - piso mensal (encargo social mensalista) | mes | 0,00002 | 2.373,36 | 0,0474672 | |
| 26393 | Assentador de tubos | h | 0,043 | 18,34 | 0,89866 | |
| 6115 | Ajudante | h | 0,088 | 9,70 | 0,9506 | |
| 73887002 | Assentamento de tubo fole com junta elástica - DN 100 - inclusive transporte | m | | | 2,72 | |
| 1950 | Caminhão toco ford cargo 1717 e motor cummins 170 CV - p/bte 18000 kg - carga útil - carroceria + 11090 kg - dist entre eixos 4800 mm - incl carroceria fixa abetba de madeira para transp. geral de carga seca - | un | 0,0000006 | 176.192,07 | 0,105716242 | |
| 6111 | Servente | h | 0,044 | 9,70 | 0,4288 | |
| 10512 | Mototista de caminhão - piso mensal (encargo social mensalista) | mes | 0,0000328 | 2.373,36 | 0,079744996 | |
| 26393 | Assentador de tubos | h | 0,056 | 18,34 | 1,02704 | |
| 6115 | Ajudante | h | 0,112 | 9,70 | 1,0864 | |
| 73887003 | Assentamento de tubo fole com junta elástica - DN 150 - inclusive transporte | m | | | 4,66 | |

| UNITÁRIO | TOTAL (R\$) | Estado |
|------------|-------------|--------|
| | 2,26 | PR |
| 176.192,07 | 0,052857621 | |
| 9,70 | 0,3201 | |
| 2.373,36 | 0,0474672 | |
| 18,34 | 0,89866 | |
| 9,70 | 0,9506 | |

Figura 40: Introdução da unidade da federação que os dados serão coletados.
Fonte: CWBim (2014).

Insumos: Apresenta os respectivos códigos, descrição e unidade de medida de cada insumo utilizado na pasta de trabalho “Comp”;

Serv: Assim como a pasta de trabalho “Insumos” faz a descrição de cada atividade com sua respectiva unidade de medida também utilizado na pasta de trabalho “Comp”;

Banco: Apresenta o custo de cada insumo em cada uma das 27 unidades da Federação, dados coletados pelo SINAPI;

Orçamento: Neste local o orçamento sintético da obra é elaborado baseado nos códigos EAP que foram extraídos do modelo e importados para dentro do arquivo do *Microsoft® Excel*. Os dados quantitativos são extraídos de uma das 22 tabelas extraídas do *Autodesk® Revit*. Nesta pasta de trabalho são anexados os dados quantitativos extraídos do modelo e os custos dos insumos importados da tabela SINAPI.

Ordenar: Esta pasta de trabalho possui dois botões atreladas a duas macros desenvolvidas pela empresa CWBim os quais:

Limpar os dados da planilha: o botão atrelado a este comando conforme Figura 41.



Figura 41: Limpar dados da planilha
Fonte: CWBim (2014).

Buscar dados das tabelas quantitativas: possui a função de buscar os dados quantitativos nas 22 tabelas que foram extraídas do modelo. O ícone que está atrelado a esta *macro* é visualizado conforme Figura 42.



Figura 42: Buscar dados das tabelas quantitativas
Fonte: CWBim (2014).

Este procedimento de trabalho foi adotado devido à indisponibilidade de uma ferramenta nacional para realização de orçamentos que receba informações diretamente de um modelo virtual BIM. O mercado nacional se difere de outros mercados, como o estadunidense, pelos métodos construtivos adotados e, conseqüentemente, na forma como são processadas as informações.

Uma grande vantagem competitiva para as empresas que podem usar este sistema de orçamentação é a possibilidade de utilização de bancos de dados próprios com índices atualizados de acordo com os dados levantados em campo. A utilização de banco de dados proprietário aumenta significativamente a precisão do processo de orçamentação de um empreendimento.

3.7 Elaboração do planejamento de prazos

A elaboração do cronograma foi realizada com a verificação do número de horas exigidas para cada atividade. A quantidade de trabalho foi feita com base nos dados estabelecidos na planilha de composição da SINAPI. Com o levantamento quantitativo extraído do modelo e com a quantidade de trabalho que demanda cada atividade foi possível determinar a quantidade total de horas necessárias para executar o empreendimento.

Para os casos “A” e “C”, cujo foco é habitação de interesse social, foi determinada uma equipe de dois oficiais e dois ajudantes para a realização dos serviços. Em determinados momentos foram agregados à equipe alguns membros para a realização de serviços específicos, como o caso da concretagem do radier. Já para o caso “B” foi determinada uma equipe de três oficiais e quatro ajudantes.

Com a quantidade de horas necessárias para executar o projeto e com a quantidade disponível de mão-de-obra para a execução dos trabalhos foi possível determinar a duração das atividades. Após a determinação da duração das atividades e a incorporação destas informações a cada atividade, foi possível construir um planejamento de prazos utilizando o *Microsoft® Project*.

As atividades foram classificadas de acordo com sua ordem de execução. A estrutura analítica do projeto do projeto foi determinada de acordo com as atividades macro listadas na Figura 43, para facilitar o gerenciamento do projeto.

| | | Núme da estrut de técnico | Modo da Tarefa | Task Name | Duração | % concluída | Início real | Término real |
|-----|---|---------------------------------------|----------------------|-------------------------|----------|----------------|--------------|--------------|
| 1 | ✓ | 1 | ☰ | ↳ CASA | 100 dias | 100% | Seg 28/10/13 | Sex 14/03/14 |
| 2 | ✓ | 1.1 | ☰ | ↳ SERVIÇOS PRELIMINARES | 24 dias | 100% | Seg 28/10/13 | Qui 28/11/13 |
| 23 | ✓ | 1.2 | ☰ | ↳ Fundação | 11 dias | 100% | Seg 25/11/13 | Seg 09/12/13 |
| 33 | ✓ | 1.3 | ☰ | ↳ Estrutura | 7 dias | 100% | Seg 09/12/13 | Ter 17/12/13 |
| 40 | ✓ | 1.4 | ☰ | ↳ Fechamentos | 17 dias | 100% | Seg 16/12/13 | Ter 07/01/14 |
| 46 | ✓ | 1.5 | ☰ | ↳ Revestimentos | 40 dias | 100% | Ter 07/01/14 | Seg 03/03/14 |
| 65 | ✓ | 1.6 | ☰ | ↳ Esquadrias | 22 dias | 100% | Ter 04/02/14 | Qua 05/03/14 |
| 83 | ✓ | 1.7 | ☰ | ↳ Cobertura | 34 dias | 100% | Ter 17/12/13 | Sex 31/01/14 |
| 94 | ✓ | 1.8 | ☰ | ↳ Pisos | 20 dias | 100% | Ter 04/02/14 | Seg 03/03/14 |
| 101 | ✓ | 1.9 | ☰ | ↳ Louças | 4 dias | 100% | Ter 25/02/14 | Sex 28/02/14 |
| 109 | ✓ | 1.10 | ☰ | ↳ Hidráulica | 7 dias | 100% | Sex 10/01/14 | Seg 20/01/14 |
| 111 | ✓ | 1.11 | ☰ | ↳ Elétrica | 7 dias | 100% | Sex 10/01/14 | Seg 20/01/14 |
| 113 | ✓ | 1.12 | ☰ | ↳ Telefone | 2 dias | 100% | Seg 20/01/14 | Ter 21/01/14 |
| 115 | ✓ | 1.13 | ☰ | ↳ Serviços Externos | 18 dias | 100% | Qua 12/02/14 | Sex 07/03/14 |
| 127 | ✓ | 1.14 | ☰ | ↳ Limpeza Final | 5 dias | 100% | Seg 10/03/14 | Sex 14/03/14 |
| 132 | ✓ | 1.15 | ☰ | ↳ Fossa e Sumidouro | 8 dias | 100% | Qui 20/02/14 | Seg 03/03/14 |

Figura 43: Estrutura analítica do projeto

Fonte: CWBim (2014).

Dentro de cada atividade macro foram incluídas atividades quantificadas a partir do modelo. Nestas atividades foram indexadas as durações de serviços seguindo o código EAP que foi inserido durante o processo de modelagem do empreendimento.

Após o sequenciamento das atividades foram estabelecidas regras de precedência das mesmas, para que cada uma tenha início após a conclusão da outra. Estas regras foram propostas de acordo com a observação de outros projetos e dados arquivados de empreendimentos anteriores, e obtidas em entrevista com o incorporador.

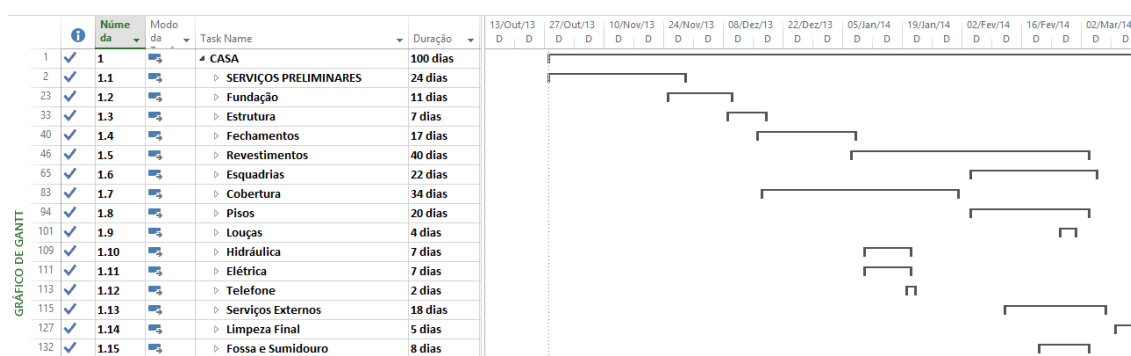


Figura 44: Gráfico Gantt

Fonte: CWBim (2014).

Os dados inseridos para a montagem do cronograma físico foram o código EAP, o nome da atividade, a duração de cada atividade e a relação de precedências.

3.8 Associação do prazo e dos custos

Os custos foram associados manualmente ao planejamento de prazos no *software Microsoft® Project*. O levantamento dos custos do projeto foi realizado no banco de dados do *Microsoft® Excel* conforme demonstrado na seção 3.6 desta dissertação.

As atividades listadas no *Microsoft® Project* foram decompostas e quantificadas de acordo com a composição de custos discriminadas na TCPO. Para cada atividade, como por exemplo, a execução do radier, conforme ilustrado na Figura 45, foram relacionados todos os serviços necessários para a sua execução, e cada um destes foi precificado com os dados levantados na tabela SINAPI. Assim foi possível determinar o custo de cada atividade.

| Forma | | | | | | | |
|----------|---|----|-----|----------|----------|--------|--------------|
| 74076/2 | FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 5X. | M2 | R\$ | 25,97 | 8,10 | R\$ | 210,34 |
| 88239 | AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 1,78 | R\$ | 14,25 | R\$ 25,39 |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 7,13 | R\$ | 17,38 | R\$ 123,88 |
| 4506 | PECA DE MADEIRANATIVA/REGIONAL 2,5 X 10CM (1X4") NAO APARELHADA (SARRAFO P/FORMA) | M | | 4,54 | R\$ | 2,01 | R\$ 9,12 |
| 5061 | PREGO POLIDO COM CABECA 18 X 27 | KG | | 0,02 | R\$ | 7,24 | R\$ 0,18 |
| 6189 | TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA | M | | 6,42 | R\$ | 8,07 | R\$ 51,77 |
| Armadura | | | | | | | |
| 74254/2 | ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) A 12,5MM(1/2)-FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE10%)/ DOBRA/ COLOCAÇÃO. | KG | R\$ | 7,39 | 1.388,00 | R\$ | 10.259,68 |
| 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 138,80 | R\$ | 14,25 | R\$ 1.977,90 |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 138,80 | R\$ | 17,38 | R\$ 2.412,34 |
| 34 | ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO | KG | | 1.526,80 | R\$ | 3,64 | R\$ 5.557,55 |
| 337 | ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M) | KG | | 41,64 | R\$ | 7,49 | R\$ 311,88 |
| Concreto | | | | | | | |
| 74138/2 | CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | R\$ | 316,06 | 17,35 | R\$ | 5.483,69 |
| 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 10,41 | R\$ | 17,38 | R\$ 180,93 |
| 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 10,41 | R\$ | 17,38 | R\$ 180,93 |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 10,41 | R\$ | 17,38 | R\$ 180,93 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | | 27,76 | R\$ | 13,72 | R\$ 380,87 |
| 1524 | CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20MPA (INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO) | M3 | | 18,22 | R\$ | 250,00 | R\$ 4.554,38 |
| 10485 | VIBRADOR DE IMERSAO C/ MOTOR ELETRICO 2HP MONOFASICO QUALQUER DIAM C/ MANGOTE | H | | 5,21 | R\$ | 1,09 | R\$ 5,67 |

Figura 45: Levantamento de custos da atividade
Fonte: CWBim (2014).

Os serviços listados foram levantados seus respectivos custos no *Microsoft® Excel*. Conforme mostra a Figura 46.

| Tapume | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------|--|----|-----|--------|----------|-----|-----------|
| CA | 7422971 | TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X | M2 | R\$ | 42,48 | 37,50 | R\$ | 1.593,07 |
| Placa de Obra | | | | | | | | |
| CA | 7426971 | PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO | M2 | R\$ | 267,36 | 1,50 | R\$ | 401,03 |
| Locação de Obra | | | | | | | | |
| CA | 7497721 | LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, SEM REAPROVEITAMENTO | M2 | R\$ | 6,26 | 360,00 | R\$ | 2.252,09 |
| Abrigo Provisório de Obra | | | | | | | | |
| CA | 7424271 | BARRACAO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA COM BANHEIRO, COBERTURA EM FIBROCIMENTO 4 MM, INCLUSO INSTALACOES HIDRO-SANITARIAS E ELETRICAS | M2 | R\$ | 157,12 | 10,00 | R\$ | 1.571,15 |
| Instalação Provisória de água e luz | | | | | | | | |
| CA | 9540 | ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO. | UN | R\$ | 892,10 | 1,00 | R\$ | 892,10 |
| Drenagem | | | | | | | | |
| CA | 7381641 | EXECUÇÃO DE DRENO COM TUBOS DE PVC CORRUGADO FLEXIVEL PERFORADO - DN 100 | M | R\$ | 36,08 | 25,00 | R\$ | 901,98 |
| Fundação | | | | | | | | |
| Estacas | | | | | | | | |
| Lastro | | | | | | | | |
| CA | 7416444 | LASTRO DE BRITA | M3 | R\$ | 78,89 | 5,10 | R\$ | 402,34 |
| CA | 83932 | LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECANICO | M3 | R\$ | 344,53 | 5,10 | R\$ | 1.757,10 |
| Forma | | | | | | | | |
| CA | 7497472 | FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 5X. | M2 | R\$ | 25,97 | 8,10 | R\$ | 210,34 |
| Armadura | | | | | | | | |
| CA | 7425472 | ARMAÇÃO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO. | KG | R\$ | 7,39 | 1.388,00 | R\$ | 10.259,68 |
| Concreto | | | | | | | | |
| CA | 7453872 | CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | R\$ | 316,06 | 17,35 | R\$ | 5.483,69 |

Figura 46: Levantamento de custo da atividade.

Fonte: CWBim (2014).

O levantamento do custo de cada atividade listada no cronograma foi feito seguindo estes passos. Determinando as atividades necessárias para a conclusão dos serviços, posteriormente todos os custos foram somados. Em seguida, estes custos levantados foram inseridos na coluna *Cost* para que fosse possível a simulação do fluxo de caixa do empreendimento. Os dados não são importados automaticamente para o *Microsoft® Project*, sendo assim necessário inserir manualmente os custos de cada atividade. Seguindo o padrão demonstrado na Figura 47.

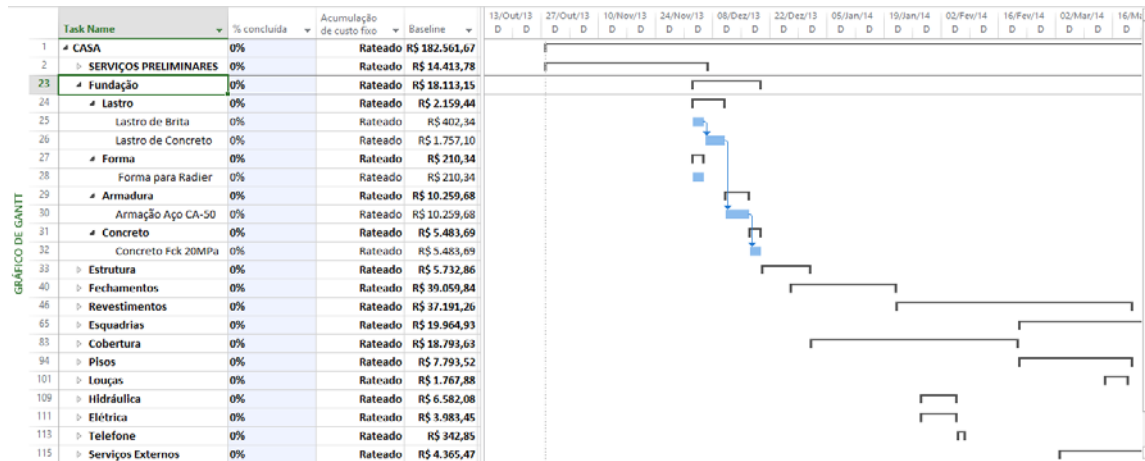


Figura 47: Lançamento dos Custos no Planejamento da Obra.
Fonte: CWBim (2014).

A inclusão destes dados é de fundamental para a realização da simulação da Modelagem 5D do empreendimento.

3.9 Simulação da Modelagem 5D

A simulação do fluxo de caixa em um ambiente 5D é realizado em outro software disponibilizado pela Autodesk, chamado Autodesk® Navisworks. Este software foi adotado por apresentar versão educacional. A Figura 48 ilustra a interface da plataforma na simulação 5D de um empreendimento.

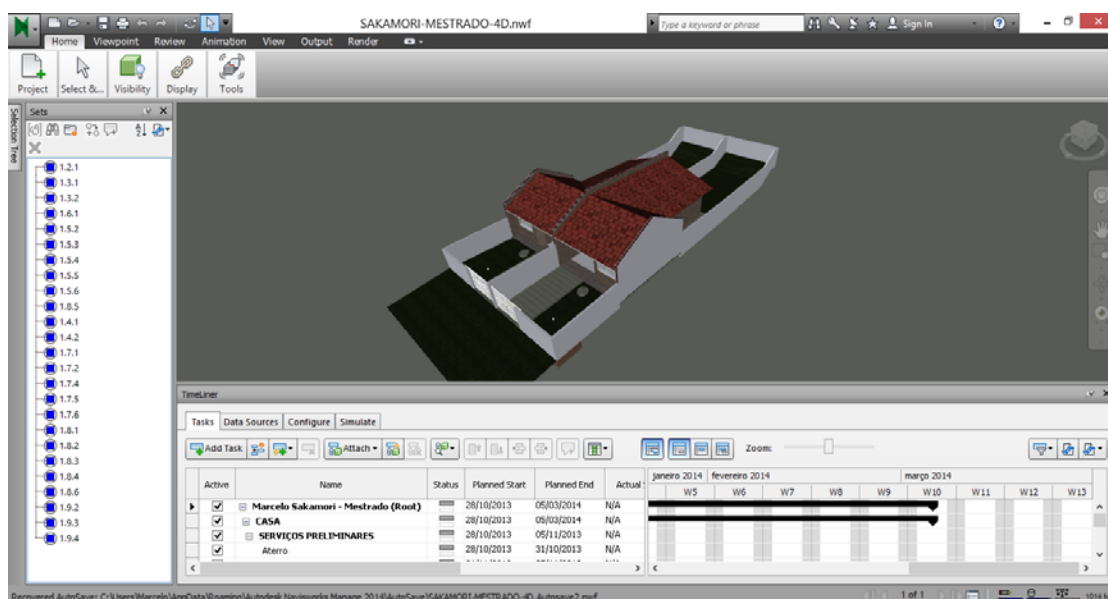


Figura 48: Janela de simulação 5D (Autodesk® Navisworks).
Fonte: CWBim (2014).

O processo se inicia com a importação do modelo para o *Autodesk® Navisworks*. O modelo gerado no *Autodesk® Revit* apresenta total compatibilidade com o *Autodesk® Navisworks*, de modo que é possível facilmente importar o modelo para o programa que faz a simulação 5D. Os arquivos foram importados no formato do próprio *Autodesk® Revit*, sem a necessidade da geração de arquivos no formato compatível com o IFC 2x3 CV2.0. Este processo de importação será demonstrado na Figura 49.

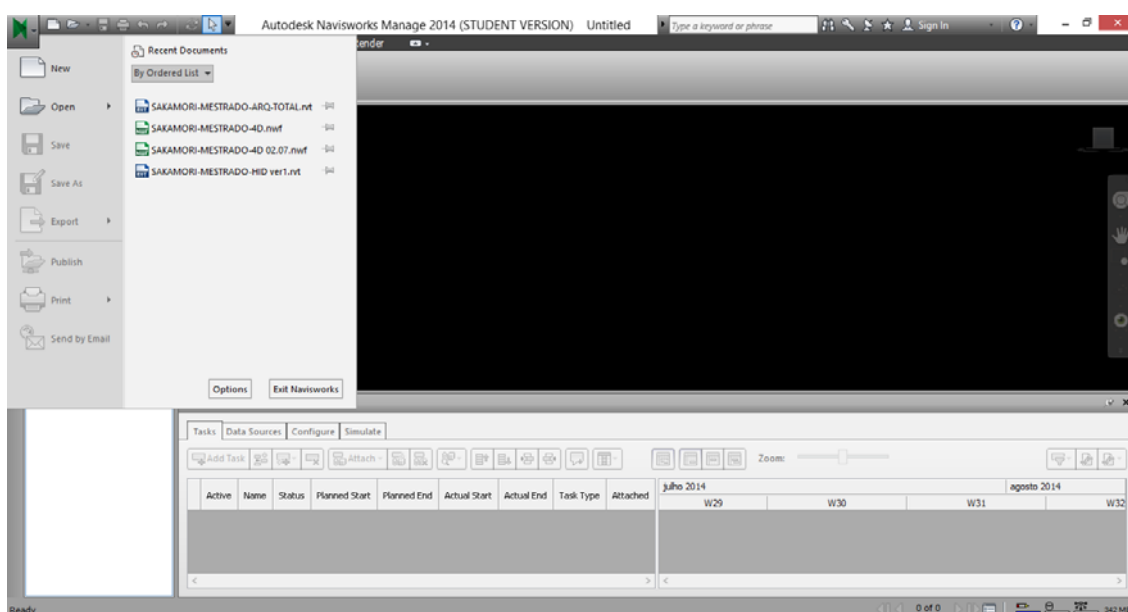


Figura 49: Importação do Modelo no *software Autodesk® Navisworks*.
Fonte: CWBim (2014).

O próximo passo para a vinculação do cronograma ao modelo é a inserção do cronograma gerado no *Microsoft® Project*. Este procedimento é demonstrado na Figura 50, na qual se observa que o cronograma deve ser no formato padrão do *Microsoft® Excel* “*.csv” ou do *Microsoft® Project* “*.mpp” ou “*.mpx” ou em serviços disponibilizados pelo *Primavera System*, via WEB.

O cronograma deverá ser inserido para a realização da simulação da curva de desembolso do empreendimento, verificando os gastos acumulados dentro de um determinado período. Esta curva de desembolso serve como linha de base para o estudo do valor agregado.

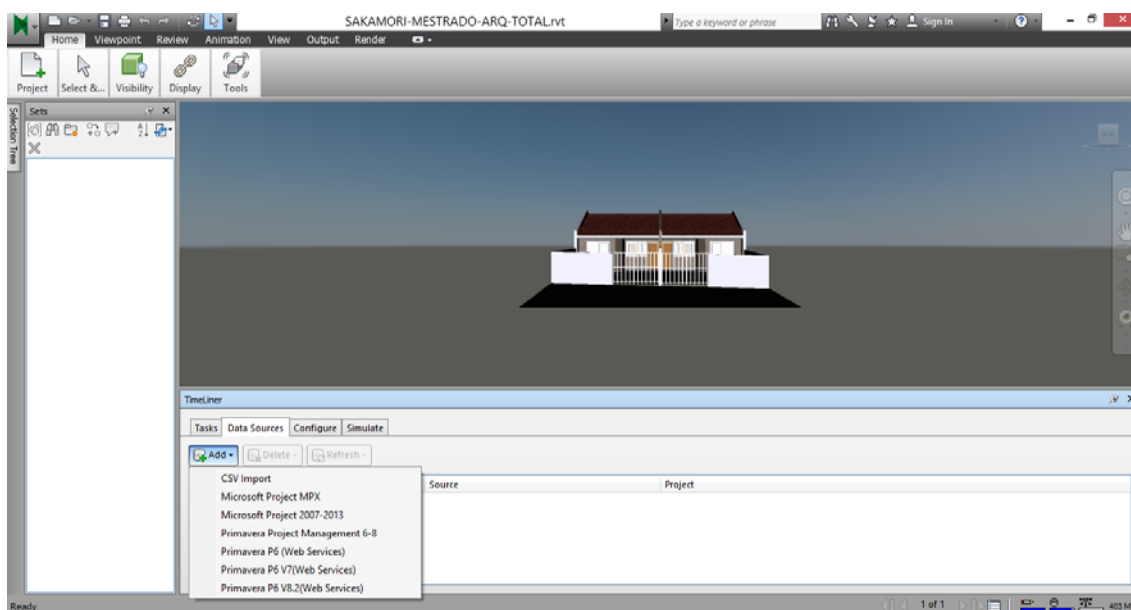


Figura 50: Inserção do cronograma no modelo.

Fonte: CWBim (2014).

Os dados que serão importados do planejamento do empreendimento construído no *Microsoft® Project* são descritos na Figura 51. Os dados importados se referem às atividades, as datas de início e conclusão dos serviços, bem como o custo e o código EAP de cada atividade.

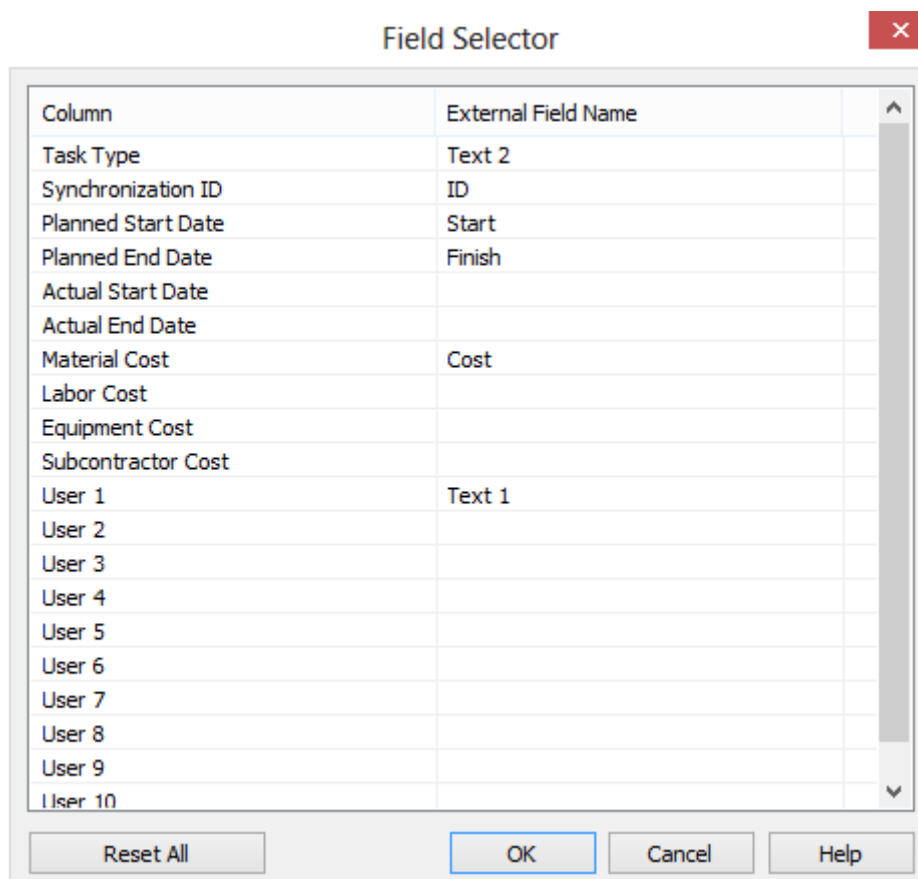


Figura 51: Dados importados do *Microsoft® Project*.
 Fonte: CWBim (2014).

A vinculação das atividades do cronograma às atividades correspondentes do modelo é uma importante atividade para a simulação da modelagem 5D. O processo é ilustrado na Figura 52, na qual se vê que os objetos são selecionados e salvos como um conjunto de objetos no comando *Save Selection*.

Cada elemento construtivo deve estar ligado ao respectivo item correspondente no cronograma. Caso ele não seja corretamente selecionado, haverá erros no processo de simulação da modelagem 4D e 5D.

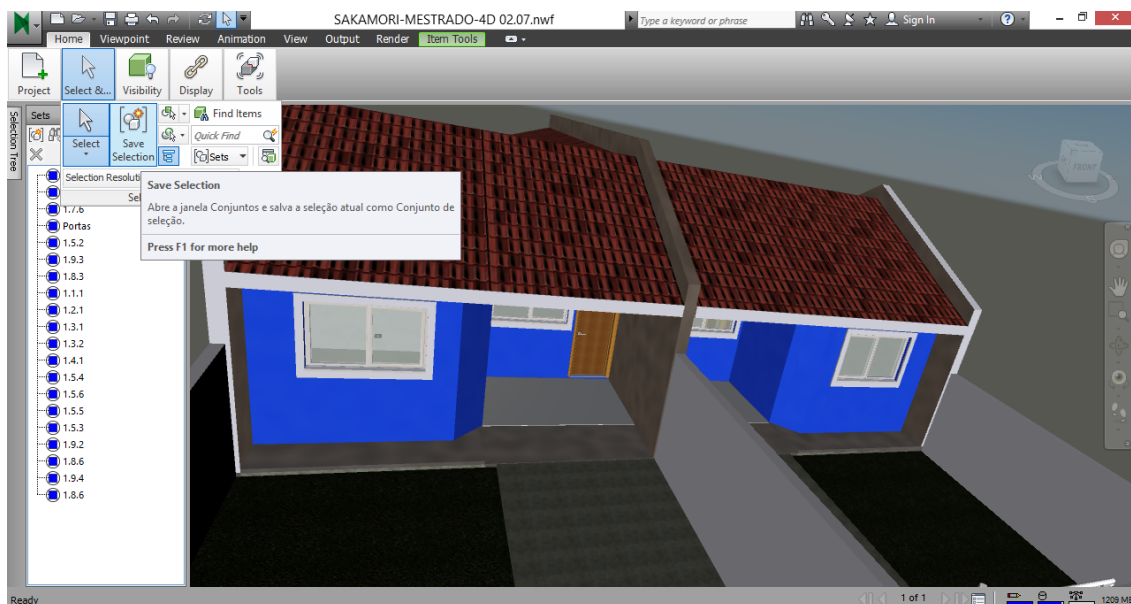


Figura 52: Seleção dos objetos para vinculação com atividades do cronograma.
Fonte: CWBim (2014).

Depois de selecionados e salvos esses dados, o Autodesk® Navisworks solicita que esta seleção seja nomeada. O nome padronizado para esta nomenclatura é o código EAP da atividade. Esta padronização serve para facilitar o processo de indexação do elemento construtivo com o item correspondente no cronograma. Assim, sendo feita para todas as atividades do cronograma, foram anexadas às seleções as atividades correspondentes. A Figura 53 demonstra a vinculação da seleção à atividade do cronograma. Para cada atividade se vinculou a seleção dos objetos correspondentes.

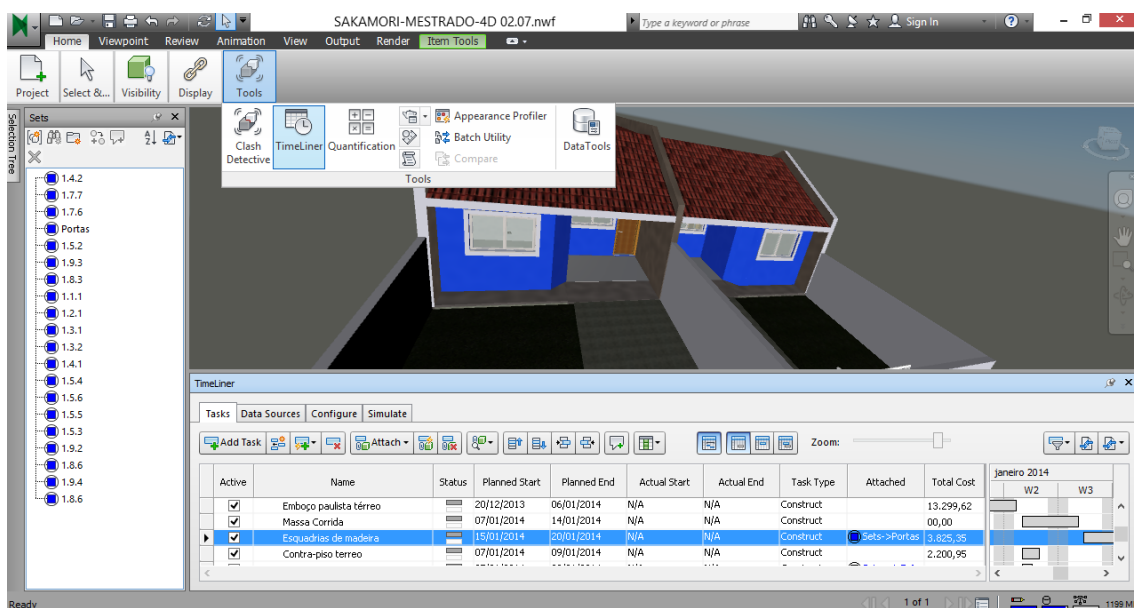


Figura 53: Inserção da atividade selecionada à *Timeliner*.

Fonte: CWBim (2014).

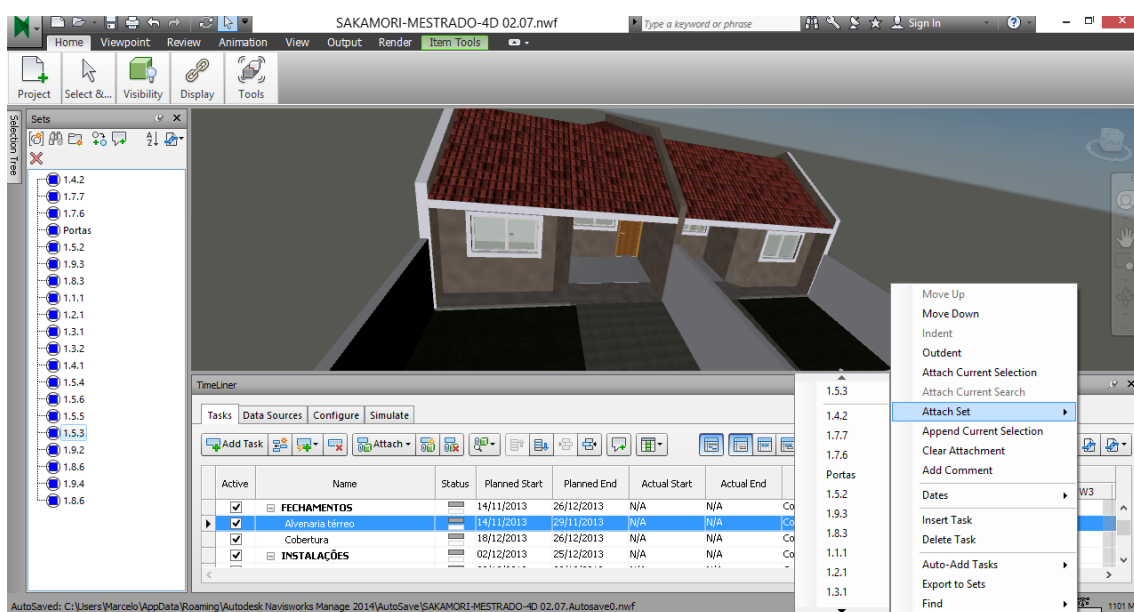


Figura 54: Vinculação da seleção de objetos à atividade correspondente

Fonte: CWBim (2014).

No software Autodesk® Navisworks é possível configurar as cores correspondentes ao estágio de desenvolvimento do empreendimento. A configuração padrão determina que todos os elementos, durante o processo de execução, sejam representados na cor verde, os que serão demolidos, na cor amarela, e os que são temporários, na cor vermelha, conforme visível na Figura 55.

| Name | Start Appearance | End Appearance | Early Appearance | Late Appearance | Simulation Start Appearance |
|-----------|--------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|
| Construct | Green (90% Transparent) | Model Appearance | None | None | None |
| Demolish | Red (90% Transparent) | Hide | None | None | Model Appearance |
| Temporary | Yellow (90% Transparent) | Hide | None | None | None |

Figura 55: Configuração da representação dos elementos de acordo com o estágio de execução
Fonte: CWBIM (2014).

Depois de concluídas todas as atividades previstas no cronograma, é feita a simulação da modelagem 5D, tal como se vê na Figura 56. Com esta simulação poderá se observar a evolução dos custos em relação ao tempo, tal como demonstrado nas Figura 57, Figura 58, Figura 59 e Figura 60.

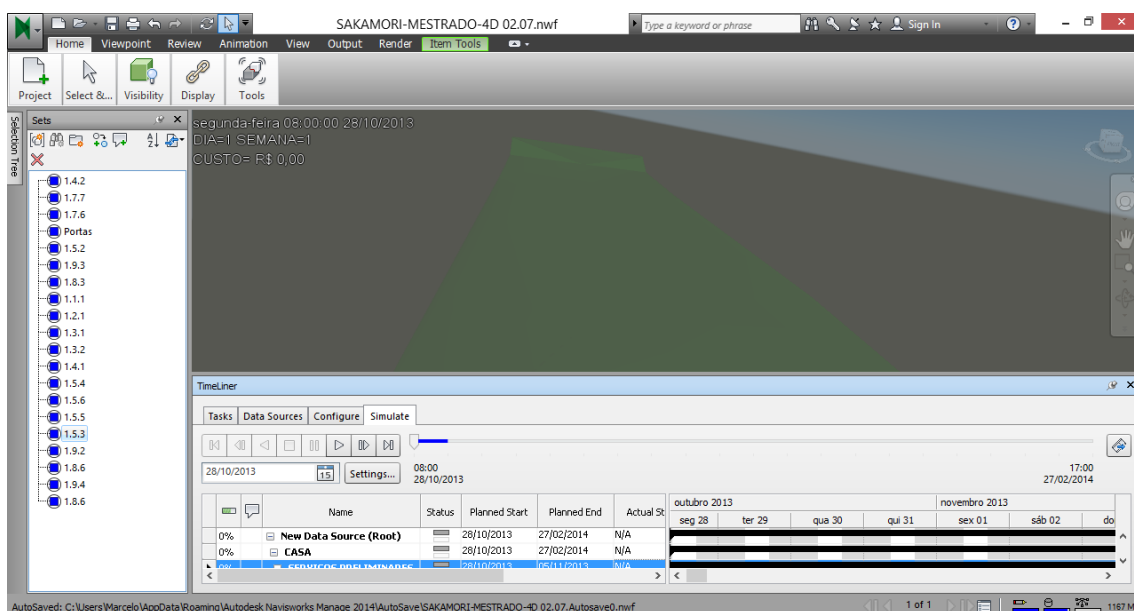


Figura 56: Simulação 5D.
Fonte: CWBim (2014).

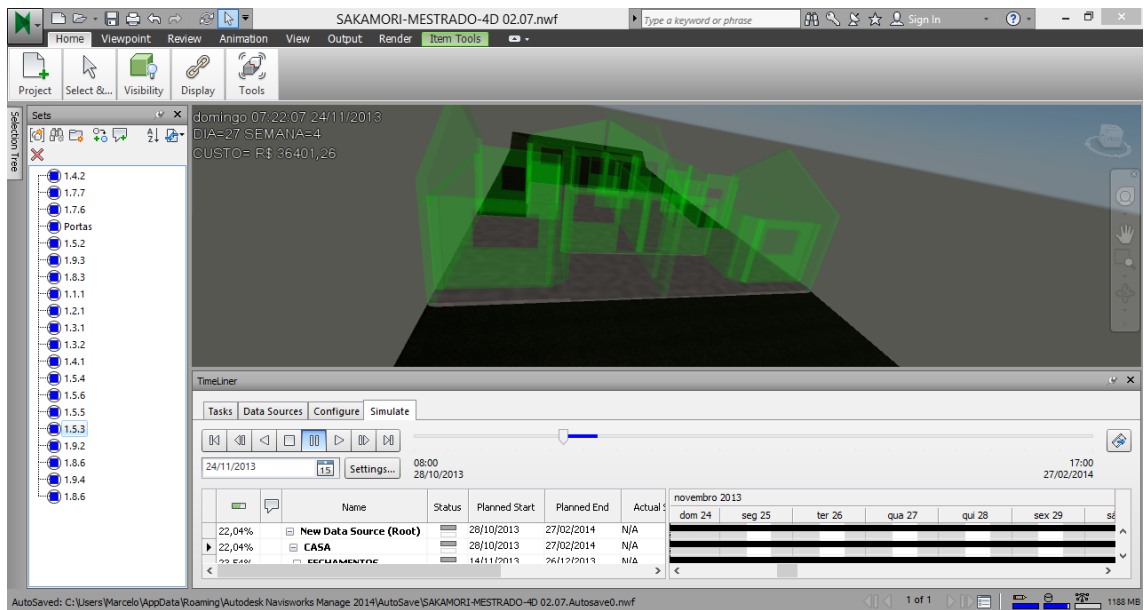


Figura 57: Simulação 5D (no dia d+27).
Fonte: CWBim (2014).

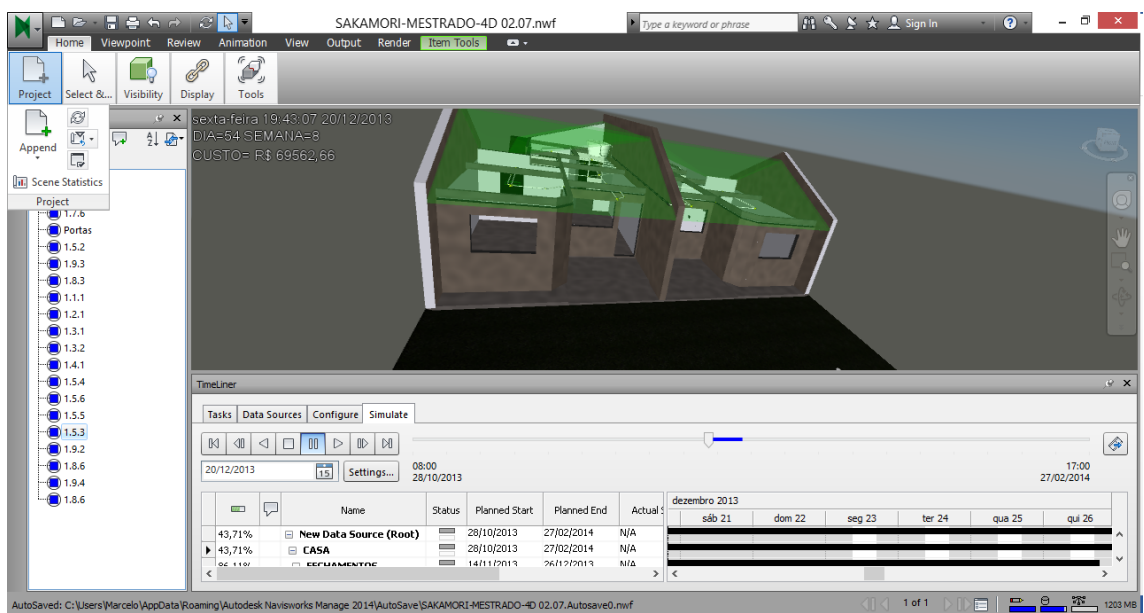


Figura 58: Simulação 5D (no dia d+54).
Fonte: CWBim (2014).

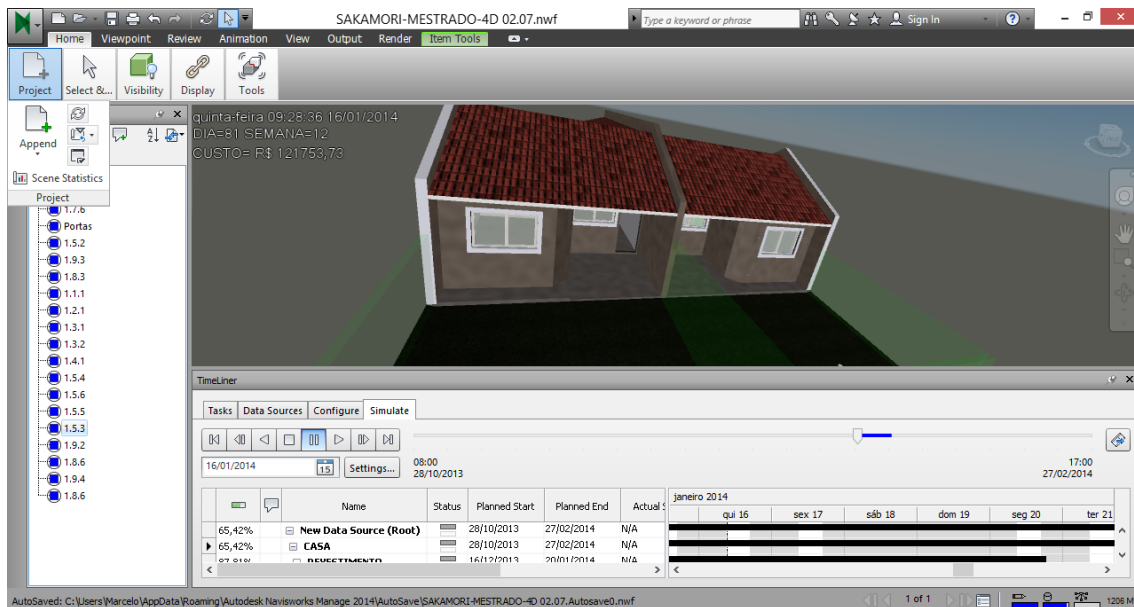


Figura 59: Simulação 5D (no dia d+81).
Fonte: CWBim (2014).

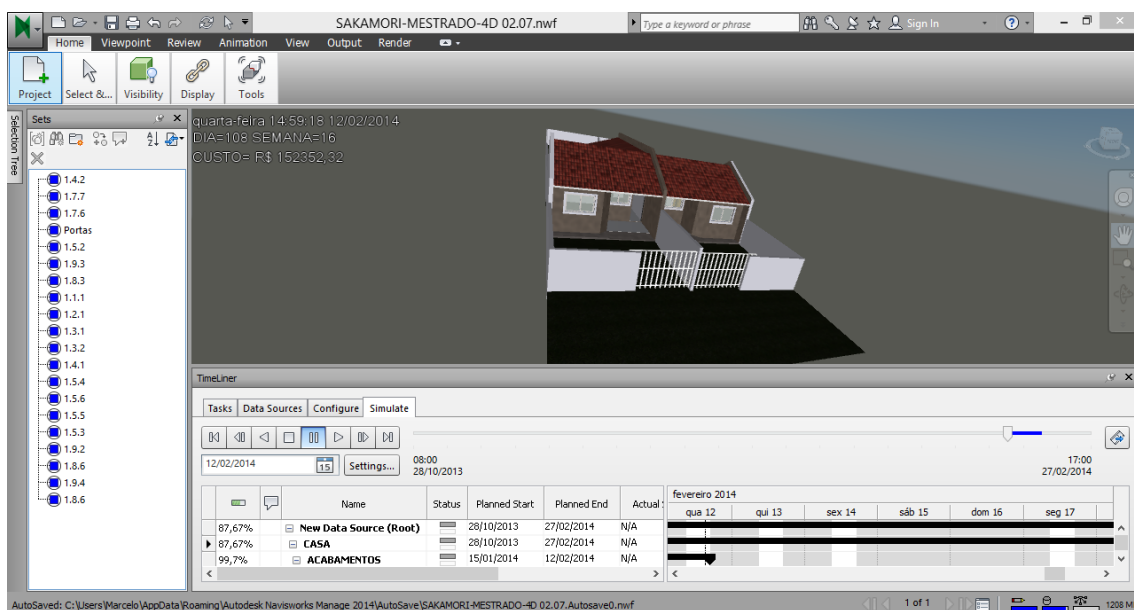


Figura 60: Simulação 5D (no dia d+108d).
Fonte: CWBim (2014).

Para a observação da evolução do empreendimento em um ambiente 5D recomenda-se a que seja feita a inserção dos seguintes comandos na opção *settings* dentro da *Timeliner*, conforme o setup foi destacado na Figura 61. Esta definição é recomendada para que durante a simulação das atividades seja possível observar a evolução dos custos do empreendimento.

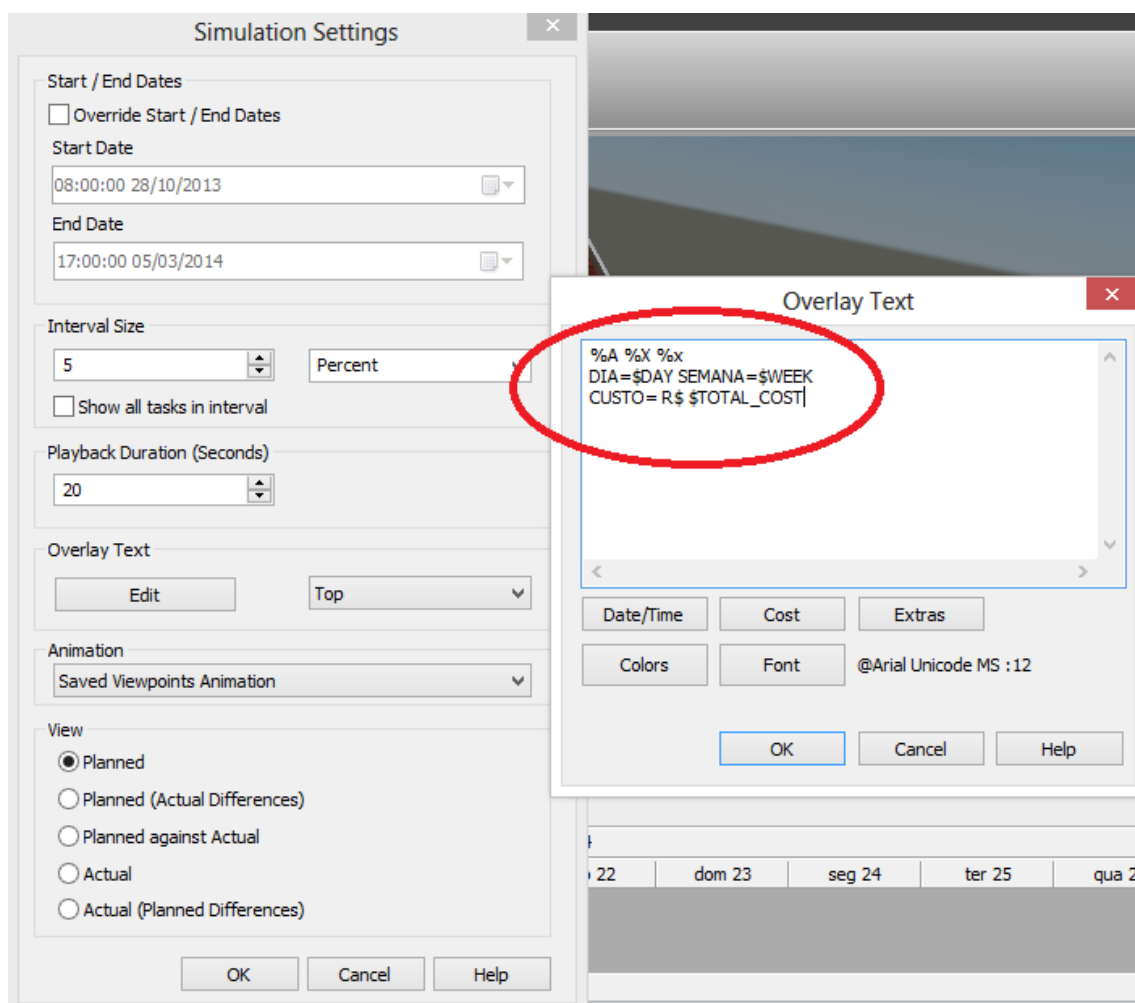


Figura 61: Setup na configuração da *Timeliner*.
Fonte: CWBim (2014).

Um das considerações feitas por Eastman *et al.* (2008) é que para uma correta simulação 5D, os projetistas e orçamentistas devem coordenar métodos para padronizar os componentes de construção e os atributos associados aos componentes para o levantamento de quantitativos. Outra afirmação de Eastman *et al.* (2008) é que a precisão das estimativas de custos obtidas a partir do modelo de construção varia conforme o rigor e nível de detalhe já modelado.

Todos os processos descritos anteriormente tratam do processo de extração dos quantitativos do modelo, a vinculação dos elementos a um banco de dados de custos dos insumos e serviços, processo de simulação do fluxo de caixa do empreendimento, indexando a evolução dos custos com a visualização dos processos executivos do empreendimento de um modelo desenvolvido em BIM.

4 ESTUDOS COMPLEMENTARES

Neste estudo de casos múltiplos foram agregados alguns estudos complementares que visam auxiliar o processo de gerenciamento de custos. Como descritos no capítulo 2 para um correto gerenciamento de custos é necessário executar as seguintes atividades:

- a. Estimar os custos;
- b. Orçamento;
- c. Controle dos custos.

A estimativa dos custos e o orçamento convencional foram demonstrados anteriormente no processo de modelagem 5D. Todavia, para um empreendimento de construção civil, é importante o controle dos custos das atividades, visto que se tratam sempre de projetos com valores significativos.

Para a demonstração do controle de custos foram adotadas duas técnicas bastante utilizadas em gerenciamento de projetos: a análise ABC e o estudo de valor agregado (EVA).

4.1 Análise ABC

Este método para a análise dos custos da obra foi escolhido por dividir as atividades em classes para aperfeiçoar o processo de controle de custos. A classificação por atividades permite que o gestor do empreendimento possa avaliar as atividades com maior custo e tomar medidas preventivas para que os custos das atividades com maior impacto recebam tratamento específico, adequado a cada caso.

Neste estudo foi abordada uma classificação por atividades e outra por serviços/insumos. Na primeira classificação, as atividades estudadas são aquelas que seguem os itens listados no orçamento convencional do empreendimento.

Nas tabelas foram classificados e separados os dados de acordo com a metodologia proposta pela análise ABC. A classificação “A” corresponde a 20%

das atividades do empreendimento, de acordo com a metodologia deveria corresponder a 65% do custo total do empreendimento, porém no caso estudado correspondeu a 72,60% do custo total, conforme observado na Tabela 10.

Tabela 10: Análise ABC - Classe "A" - atividades

| Item | Código SINAPI | Itens | Unidade | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total | Custo Acumulado | % Unit | % acumu | Classe Curva ABC | % custo acumulado classes | |
|------|---------------|---------|--|------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|---------|------------------|---------------------------|--------|
| 1 | CA | 87525 | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014_P | M2 | 288,96 | R\$ 103,75 | R\$ 29.978,48 | R\$ 29.978,48 | 16,42% | 16,42% | A | 72,60% |
| 2 | CA | 87533 | MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014 | M2 | 720,12 | R\$ 20,13 | R\$ 14.497,58 | R\$ 44.476,06 | 7,94% | 24,36% | A | |
| 3 | CA | 74254/2 | ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE/PERDA DE(10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO. | KG | 1388,00 | R\$ 7,39 | R\$ 10.259,68 | R\$ 54.735,74 | 5,62% | 29,98% | A | |
| 4 | CA | 87519 | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014_P | M2 | 170,87 | R\$ 52,74 | R\$ 9.011,06 | R\$ 63.746,80 | 4,94% | 34,92% | A | |
| 5 | CA | 72077 | ESTRUTURA DE MADEIRA DE LEI, PRIMEIRA QUALIDADE, SERRADA, NÃO APARELHADA, PARA TELHAS CERÂMICAS, VÃOS DE ATE 7M | M2 | 102,00 | R\$ 76,74 | R\$ 7.827,18 | R\$ 71.573,98 | 4,29% | 39,21% | A | |
| 6 | CA | 88417 | APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | M2 | 340,85 | R\$ 16,65 | R\$ 5.674,78 | R\$ 77.248,76 | 3,11% | 42,31% | A | |
| 7 | CA | 74138/2 | CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK-20MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | 17,35 | R\$ 316,06 | R\$ 5.483,69 | R\$ 82.732,46 | 3,00% | 45,32% | A | |
| 8 | CA | 73938/3 | COBERTURA EM TELHA CERÂMICA TIPO FRANCESA OU MARSELHA, EXCLUINDO MADEIRAMENTO | M2 | 151,19 | R\$ 35,96 | R\$ 5.436,79 | R\$ 88.169,25 | 2,98% | 48,30% | A | |
| 9 | CA | 74067/2 | JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO, FOLHAS PARA VIDRO, COM BANDEIRA, INCLUSO GUARNICAO E VIDRO USO INCOLOR | M2 | 6,32 | R\$ 683,96 | R\$ 4.322,60 | R\$ 92.491,85 | 2,37% | 50,66% | A | |
| 10 | PE | 11587 | FORRO DE PVC EM RÉGUA DE 100 MM (COM COLOCACAO, EXCLUSIVE ESTRUTURA DE SUPORTE) | M2 | 111,95 | R\$ 37,50 | R\$ 4.198,13 | R\$ 96.689,97 | 2,30% | 52,96% | A | |
| 11 | CA | 87249 | REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO GRÉS DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M2. AF_06/2014 | M2 | 104,57 | R\$ 35,26 | R\$ 3.687,26 | R\$ 100.377,24 | 2,02% | 54,98% | A | |
| 12 | CA | 87672 | CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MANUAL, APLICADO EM ÁREAS SECAS MAIORES QUE 10M2 SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 4CM, ACABAMENTO NÃO REFORÇADO. AF_06/2014 | M2 | 104,57 | R\$ 34,92 | R\$ 3.652,08 | R\$ 104.029,32 | 2,00% | 56,98% | A | |
| 13 | CA | 73910/4 | PORTA DE MADEIRA COMPENSADA USA PARA CERA OU VERNIZ, 70X210CM, INCLUSO ADUELAIA, AUZAR 1A E DOBRADICAS COM ANEL | UN | 8,00 | R\$ 453,03 | R\$ 3.624,27 | R\$ 107.653,59 | 1,99% | 58,97% | A | |
| 14 | CA | 74100/1 | PORTAO DE FERRO COM VARA 1/2", COM REQUADRO | M2 | 14,70 | R\$ 233,06 | R\$ 3.425,95 | R\$ 111.079,54 | 1,88% | 60,84% | A | |
| 15 | CA | 74165/4 | TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | 68,83 | R\$ 48,54 | R\$ 3.340,76 | R\$ 114.420,30 | 1,83% | 62,67% | A | |
| 16 | CA | 87272 | REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO GRÉS OU SEMI-GRÉS DE DIMENSÕES 33X45 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014 | M2 | 67,52 | R\$ 49,13 | R\$ 3.316,93 | R\$ 117.737,23 | 1,82% | 64,49% | A | |
| 17 | CA | 74067/1 | JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO, COM QUATRO FOLHAS PARA VIDRO, DUAS FIXAS E DUAS MOVEIS, INCLUSO GUARNICAO E VIDRO USO INCOLOR | M2 | 5,90 | R\$ 549,46 | R\$ 3.241,79 | R\$ 120.979,02 | 1,78% | 66,27% | A | |
| 18 | CA | 73415 | PINTURA PVA, TRES DEMAO | M2 | 220,05 | R\$ 14,58 | R\$ 3.208,33 | R\$ 124.187,35 | 1,76% | 68,02% | A | |
| 19 | CA | 53527 | REATERRO COMPACTADO MANUALMENTE (VALAS DE FUNDACOES RESIDENCIAIS) | M3 | 54,00 | R\$ 54,88 | R\$ 2.963,52 | R\$ 127.150,87 | 1,62% | 69,65% | A | |
| 20 | CA | 88416 | APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PANOS COM PRESENÇA DE VÃOS DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | M2 | 158,40 | R\$ 18,30 | R\$ 2.898,14 | R\$ 130.049,01 | 1,59% | 71,24% | A | |
| 21 | CA | 88497 | APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014 | M2 | 220,05 | R\$ 11,32 | R\$ 2.491,27 | R\$ 132.540,28 | 1,36% | 72,60% | A | |

Fonte: O Autor (2014).

Todas as atividades classificadas estão de acordo com os dados da tabela SINAPI, Composições Analíticas, exceto a atividade 11587 – Forro em PVC em régua de 100mm – retirada da tabela SINAPI: Insumos, visto que a atividade que constava na tabela “Composições Analíticas” dizia respeito ao reaproveitamento de forro, enquanto no caso estudado a execução, os materiais

eram novos, de modo que o item que mais se aproximava do especificado era a atividade encontrada na tabela “Insumos”.

A classificação “B” trata dos 30% seguintes do número total de atividades, e representaria, conforme as atividades ABC, cerca de 25% do total de custo do empreendimento. No caso estudado os custos representam 23,31%, aproximando-se do especificado pela análise ABC. Os custos da classificação “B” estão listados na Tabela 11.

Os mesmos problemas detectados em “A” foram encontrados nesta classificação, pois não foi encontrado em nenhuma composição da tabela “Composição Analítica” o material fio rígido de cobre # 4,00m². Como este é um item imprescindível para a instalação elétrica de uma residência, o insumo mais próximo que foi detectado foi o item 944 da tabela SINAPI: Insumos.

Durante o processo de modelagem não foram modelados os condutores de eletricidade, e por este motivo, tal dado não foi extraído do modelo. Neste caso, os eletrodutos foram modelados, considerando que dentro destes passam 3 condutores (2P + T) e que o comprimento dos condutores de energia foi considerado três vezes o comprimento dos eletrodutos.

Tabela 11: Análise ABC - Classe "B" - atividades

| Item | Código SINAPI | Itens | Unidade | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total | Custo Acumulado | % Unit | % acumu | Classe Curva ABC | % custo acumulado classes | |
|------|---------------|----------|---|------------|----------------|--------------|-----------------|----------------|---------|------------------|---------------------------|--------|
| 22 | CA | 74254/2 | ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) A 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE/PERDA DE(0%) / DOBRA / COLOCAÇÃO. | KG | 330,00 | R\$ 7,39 | R\$ 2.439,26 | R\$ 134.979,54 | 1,34% | 73,94% | B | |
| 23 | CA | 87878 | CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIAS DE PAREDES INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRACO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014 | M2 | 787,20 | R\$ 3,01 | R\$ 2.371,41 | R\$ 137.350,95 | 1,30% | 75,24% | B | |
| 24 | CA | 84215 | FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 12 MM, 03 UTILIZACOES. (FABRICACAO, MONTAGEM E DESMONTAGEM) | M2 | 71,42 | R\$ 32,84 | R\$ 2.345,41 | R\$ 139.696,36 | 1,28% | 76,52% | B | |
| 25 | CA | 74077/1 | LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, SEM REAPROVEITAMENTO | M2 | 360,00 | R\$ 6,26 | R\$ 2.252,09 | R\$ 141.948,45 | 1,23% | 77,75% | B | |
| 26 | CA | 74197/1 | FOSSA SEPTICA EM ALVENARIA DE TIJOLO CERAMICO MACICO DIMENSÕES EXTERNAS 1,90X1,10X1,40M, 1.500 LITROS, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA USA, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO COM ESPESSURA 8CM | UN | 2,00 | R\$ 1.121,84 | R\$ 2.243,67 | R\$ 144.192,12 | 1,23% | 78,98% | B | |
| 27 | CA | 74252/1 | ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DN 25MM (1") INCL CONEXOES, FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | 154,03 | R\$ 12,78 | R\$ 1.967,73 | R\$ 146.159,85 | 1,08% | 80,06% | B | |
| 28 | CA | 73481 | ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM TERRA COMPACTA, PROF. DE 0 M < H <= 1 M | M3 | 54,00 | R\$ 34,99 | R\$ 1.889,24 | R\$ 148.049,09 | 1,03% | 81,10% | B | |
| 29 | CA | 87528 | EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRACO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALUSAS. AF_06/2014 | M2 | 67,52 | R\$ 26,86 | R\$ 1.813,48 | R\$ 149.862,57 | 0,99% | 82,09% | B | |
| 30 | CA | 83532 | LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECANICO | M3 | 5,10 | R\$ 344,53 | R\$ 1.757,10 | R\$ 151.619,67 | 0,96% | 83,05% | B | |
| 31 | CA | 74220/1 | TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E=6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X | M2 | 37,50 | R\$ 42,48 | R\$ 1.593,07 | R\$ 153.212,74 | 0,87% | 83,92% | B | |
| 32 | CA | 74242/1 | BARRACAO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA COM BANHEIRO, COBERTURA EM FIBROCIMENTO 4 MM, INCLUSO INSTALACOES HIDRO-SANITARIAS E ELETRICAS | M2 | 10,00 | R\$ 157,12 | R\$ 1.571,15 | R\$ 154.783,90 | 0,86% | 84,78% | B | |
| 33 | CA | 74198/1 | SUMIDOURO EM ALVENARIA DE TIJOLO CERAMICO MACICO DIAMETRO 1,20M E ALTURA 5,00M, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO DIAMETRO 1,40M E ESPESSURA 10CM | UN | 2,00 | R\$ 773,01 | R\$ 1.546,01 | R\$ 156.329,91 | 0,85% | 85,63% | B | |
| 34 | CA | 73880/2 | PORTA DE MADEIRA ALMOFADADA SEMI-OCA 1A, 80X210X3CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS | UN | 2,00 | R\$ 765,41 | R\$ 1.530,82 | R\$ 157.860,72 | 0,84% | 86,47% | B | |
| 35 | CA | 74236/1 | PLANTIO DE GRAMA BATATAIS EM PLACAS | M2 | 228,00 | R\$ 6,64 | R\$ 1.513,58 | R\$ 159.374,30 | 0,83% | 87,30% | B | |
| 36 | CA | 83449 | CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TAMPA | UN | 4,00 | R\$ 354,93 | R\$ 1.419,70 | R\$ 160.794,00 | 0,78% | 88,08% | B | 23,31% |
| 37 | CA | 73948/16 | LIMPEZA MANUAL DO TERRENO (C/ RASPAGEM SUPERFICIAL) | M2 | 360,00 | R\$ 3,43 | R\$ 1.234,80 | R\$ 162.028,80 | 0,68% | 88,75% | B | |
| 38 | CA | 73933/2 | PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO CHAPA USA, COM GUARNICOES | M2 | 3,36 | R\$ 353,21 | R\$ 1.186,79 | R\$ 163.215,59 | 0,65% | 89,40% | B | |
| 39 | CA | 72107 | RUFO EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 25CM | M | 45,00 | R\$ 24,31 | R\$ 1.093,82 | R\$ 164.309,40 | 0,60% | 90,00% | B | |
| 40 | CA | 74138/2 | CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | 3,00 | R\$ 316,06 | R\$ 948,19 | R\$ 165.257,59 | 0,52% | 90,52% | B | |
| 41 | CA | 73816/1 | EXECUCAO DE DRENO COM TUBOS DE PVC CORRUGADO FLEXIVEL PERFURADO - DN 100 | M | 25,00 | R\$ 36,08 | R\$ 901,98 | R\$ 166.159,58 | 0,49% | 91,02% | B | |
| 42 | PE | 944 | FIO RIGIDO, ISOLACAO EM PVC 450/750V 4,0MM2 | M | 616,12 | R\$ 1,45 | R\$ 893,37 | R\$ 167.052,95 | 0,49% | 91,50% | B | |
| 43 | CA | 9540 | ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA SOA COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO. | UN | 1,00 | R\$ 892,10 | R\$ 892,10 | R\$ 167.945,05 | 0,49% | 91,99% | B | |
| 44 | CA | 73794/1 | PINTURA COM TINTA PROTETORA ACABAMENTO GRAFITE ESMALTE SOBRE SUPERFICIE METALICA 2 DEMAOS | M2 | 26,97 | R\$ 28,75 | R\$ 775,50 | R\$ 168.720,55 | 0,42% | 92,42% | B | |
| 45 | CA | 88415 | APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS. AF_06/2014 | M2 | 220,05 | R\$ 3,34 | R\$ 735,36 | R\$ 169.455,92 | 0,40% | 92,82% | B | |
| 46 | CA | 74068/2 | FECHADURA DE EMBUTIR COMPLETA, PARA PORTAS EXTERNAS, PADRAO DE ACABAMENTO POPULAR | UN | 10,00 | R\$ 73,29 | R\$ 732,92 | R\$ 170.188,84 | 0,40% | 93,22% | B | |
| 47 | CA | 74165/1 | TUBO PVC ESGOTO JS PREDIAL DN 40MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | 26,31 | R\$ 24,74 | R\$ 650,96 | R\$ 170.839,80 | 0,36% | 93,58% | B | |
| 48 | CA | 73991/3 | PISO CIMENTADO TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA) COM ACABAMENTO USO ESPESSURA 3CM PREPARO MECANICO ARGAMASSA INCLUSO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE | M2 | 15,27 | R\$ 40,42 | R\$ 617,15 | R\$ 171.456,94 | 0,34% | 93,92% | B | |
| 49 | CA | 86931 | VASO SANITARIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUCA BRANCA - PADRAO MEDIO, INCLUSO ENGATE FLEXIVEL EM PLASTICO BRANCO, 1/2" X 40CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2013_P | UN | 2,00 | R\$ 300,33 | R\$ 600,66 | R\$ 172.057,60 | 0,33% | 94,25% | B | |
| 50 | CA | 73924/1 | PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA | M2 | 26,97 | R\$ 21,30 | R\$ 574,37 | R\$ 172.631,97 | 0,31% | 94,56% | B | |
| 51 | CA | 72333 | INTERRUPTOR BIPOLAR DE EMBUTIR 20A/250V, TECLA DUPLA C/ PLACA- FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | 18,00 | R\$ 29,43 | R\$ 529,81 | R\$ 173.161,78 | 0,29% | 94,85% | B | |
| 52 | CA | 6081 | PINTURA VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE EM MADEIRA, TRES DEMAOS | M2 | 30,24 | R\$ 16,56 | R\$ 500,87 | R\$ 173.662,66 | 0,27% | 95,13% | B | |
| 53 | CA | 85182 | REVOLVIMENTO E DESTORRORAMENTO MANUAL DE SUPERFICIE GRAMADA COM PROFUNDIDADE ATÉ 20CM | M2 | 228,00 | R\$ 2,20 | R\$ 500,51 | R\$ 174.163,16 | 0,27% | 95,40% | B | |
| 54 | CA | 86872 | TANQUE DE LOUCA BRANCA COM COLLINA, 22L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2013_P | UN | 2,00 | R\$ 237,27 | R\$ 474,55 | R\$ 174.637,71 | 0,26% | 95,66% | B | |
| 55 | CA | 88649 | RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014 | M | 95,73 | R\$ 4,74 | R\$ 454,18 | R\$ 175.091,88 | 0,25% | 95,91% | B | |

Fonte: O Autor (2014).

De acordo com a metodologia proposta pela análise ABC, a classificação “C” das atividades deve possuir 50% do número total de itens e representar por 10% do custo total do empreendimento, porém neste caso representa apenas 4,08%. A relação com as atividades da classificação “C” está exposta na Tabela 12.

Seguindo a linha proposta no item 944 – Fio rígido #4,0mm² foi aplicada no item 935 – Fio para telefone. O comprimento do fio telefônico foi considerado igual ao comprimento dos eletrodutos. Este método foi utilizado devido à impossibilidade de modelagem do fio telefônico.

Tabela 12: Análise ABC - Classe "C" - atividades

| Item | Código SINAPI | Items | Unidade | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total | Custo Acumulado | % Unit | % acumu | Classe Curva ABC | % custo acumulado classes | |
|------|---------------|----------|--|------------|----------------|-------------|-----------------|---------------|---------|------------------|---------------------------|-------|
| 56 | CA | 72897 | CARGA MANUAL DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 17,44 | R\$ 436,10 | RS 175.527,98 | 0,24% | 96,15% | C | 4,08% |
| 57 | CA | 86905 | APARELHO MISTURADOR DE MESA PARA LAVATÓRIO, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013 | UN | 2,00 | R\$ 201,54 | R\$ 403,09 | RS 175.931,07 | 0,22% | 96,37% | C | |
| 58 | CA | 741644 | LASTRO DE BRITA | M3 | 5,10 | R\$ 78,89 | R\$ 402,34 | RS 176.333,41 | 0,22% | 96,59% | C | |
| 59 | CA | 74209 /1 | PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO | M2 | 1,50 | R\$ 267,36 | R\$ 401,03 | RS 176.734,44 | 0,22% | 96,81% | C | |
| 60 | CA | 72896 | CARGA MANUAL DE TERRA EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 14,50 | R\$ 362,60 | RS 177.097,04 | 0,20% | 97,01% | C | |
| 61 | CA | 79489 | REATERRO MANUAL SEM APLOAMENTO | M3 | 54,00 | R\$ 6,17 | R\$ 333,40 | RS 177.430,44 | 0,18% | 97,19% | C | |
| 62 | CA | 74175/1 | REGISTRO GAVETA 1" COM CANOPLA ACABAMENTO CROMADO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 4,00 | R\$ 74,53 | R\$ 298,13 | RS 177.728,56 | 0,16% | 97,35% | C | |
| 63 | CA | 86903 | LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, 45 X 55CM OU EQUIVALENTE, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013 P | UN | 2,00 | R\$ 144,79 | R\$ 289,58 | RS 178.018,15 | 0,16% | 97,51% | C | |
| 64 | CA | 74252/1 | ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCAVEL DN 25MM (1") INCL CONEXÕES, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 21,68 | R\$ 12,78 | R\$ 276,96 | RS 178.295,11 | 0,15% | 97,66% | C | |
| 65 | CA | 83532 | LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECANICO | M3 | 0,76 | R\$ 344,53 | R\$ 263,05 | RS 178.558,16 | 0,14% | 97,81% | C | |
| 66 | CA | 75051/2 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 35,24 | R\$ 6,80 | R\$ 239,70 | RS 178.797,86 | 0,13% | 97,94% | C | |
| 67 | CA | 75051/2 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 35,24 | R\$ 6,80 | R\$ 239,70 | RS 179.037,56 | 0,13% | 98,07% | C | |
| 68 | CA | 6058 | CLIMBEIRA COM TELHA CERÂMICA EMBOCADA COM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CEA E AREIA) | M | 12,00 | R\$ 19,81 | R\$ 237,71 | RS 179.275,27 | 0,13% | 98,20% | C | |
| 69 | CA | 9537 | LIMPEZA FINAL DA OBRA | M2 | 102,00 | R\$ 2,08 | R\$ 212,39 | RS 179.487,67 | 0,12% | 98,32% | C | |
| 70 | CA | 74076/2 | FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 5X. | M2 | 8,10 | R\$ 25,97 | R\$ 210,34 | RS 179.698,01 | 0,12% | 98,43% | C | |
| 71 | CA | 75051 /3 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 18,82 | R\$ 11,04 | R\$ 207,83 | RS 179.905,84 | 0,11% | 98,55% | C | |
| 72 | CA | 74217/2 | HIDROMETRO 5,00M3/H, D=3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 101,55 | R\$ 203,11 | RS 180.108,94 | 0,11% | 98,66% | C | |
| 73 | CA | 83387 | CAIXA DE PASSAGEM PVC 4X2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 30,00 | R\$ 6,50 | R\$ 194,88 | RS 180.303,82 | 0,11% | 98,76% | C | |
| 74 | CA | 83901 | VERGAS 10X10 CM, PREMOLDADAS C/ CONCRETO FCK-15 MPA (PREPARO MECANICO), ACO CA-50COM FORMAS TABUA DE PINHO 3A | M | 12,70 | R\$ 14,49 | R\$ 183,98 | RS 180.487,80 | 0,10% | 98,86% | C | |
| 75 | CA | 83438 | CAIXA METALICA OCTOGONAL 4X4" FUNDO MOVEL | UN | 26,00 | R\$ 6,19 | R\$ 160,84 | RS 180.648,64 | 0,09% | 98,95% | C | |
| 76 | CA | 83540 | TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10A/250V C/ PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 11,87 | R\$ 142,42 | RS 180.791,05 | 0,08% | 99,03% | C | |
| 77 | CA | 74176/1 | REGISTRO GAVETA 3/4" COM CANOPLA ACABAMENTO CROMADO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 65,46 | R\$ 130,92 | RS 180.921,98 | 0,07% | 99,10% | C | |
| 78 | CA | 72558 | JOELHO PVC 90º ESGOTO 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 9,48 | R\$ 113,78 | RS 181.035,76 | 0,06% | 99,16% | C | |
| 79 | CA | 72558 | JOELHO PVC 90º ESGOTO 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 9,48 | R\$ 113,78 | RS 181.149,54 | 0,06% | 99,23% | C | |
| 80 | CA | 72628 | LUNA PVC ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 8,00 | R\$ 13,20 | R\$ 105,56 | RS 181.255,11 | 0,06% | 99,28% | C | |
| 81 | CA | 84402 | QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA P/ 6 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO, DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 47,20 | R\$ 94,40 | RS 181.349,51 | 0,05% | 99,34% | C | |
| 82 | CA | 72787 | ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL COM FLANGES E ANEL PARA CAIXA D'AGUA 50MMX1.1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 4,00 | R\$ 23,08 | R\$ 92,31 | RS 181.441,82 | 0,05% | 99,39% | C | |
| 83 | CA | 74165/4 | TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 1,80 | R\$ 48,54 | R\$ 87,37 | RS 181.529,18 | 0,05% | 99,43% | C | |
| 84 | CA | 72599 | JOELHO REDUCAO PVC ROSQUEAVEL 90º AGUA FRIA 1X3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 8,00 | R\$ 9,67 | R\$ 77,36 | RS 181.606,54 | 0,04% | 99,48% | C | |
| 85 | CA | 72573 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 6,43 | R\$ 77,16 | RS 181.683,69 | 0,04% | 99,52% | C | |
| 86 | CA | 72573 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 6,43 | R\$ 77,16 | RS 181.760,85 | 0,04% | 99,56% | C | |
| 87 | CA | 72711 | REGISTRO GAVETA 1/2" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 35,46 | R\$ 70,91 | RS 181.831,76 | 0,04% | 99,60% | C | |
| 88 | CA | 74106/1 | IMPERMEABILIZACAO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA, DUAS DEMAO.S. | M2 | 8,62 | R\$ 8,16 | R\$ 70,30 | RS 181.902,06 | 0,04% | 99,64% | C | |
| 89 | CA | 40777 | CAIXA SIFONADA PVC 150X150X50MM COM GRELHA REDONDA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 33,50 | R\$ 67,00 | RS 181.969,06 | 0,04% | 99,68% | C | |
| 90 | CA | 72603 | JUNCAO PVC ESGOTO 100X100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 28,85 | R\$ 57,69 | RS 182.026,75 | 0,03% | 99,71% | C | |
| 91 | CA | 72439 | TE DE PVC SOLDÁVEL AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 8,00 | R\$ 6,80 | R\$ 54,38 | RS 182.081,13 | 0,03% | 99,74% | C | |
| 92 | CA | 73916/3 | PLACA DE IDENTIFICACAO EM CHAPA GALVANIZADA NUM.18, DIMENSÕES 80X12CM | UN | 2,00 | R\$ 25,75 | R\$ 51,49 | RS 182.132,62 | 0,03% | 99,76% | C | |
| 93 | CA | 74069/3 | PINTURA ESMALTE BRILHANTE PARA MADEIRA, DUAS DEMAO.S, SOBRE FUNDO NIVELADOR BRANCO | M2 | 2,40 | R\$ 20,44 | R\$ 49,05 | RS 182.181,67 | 0,03% | 99,79% | C | |
| 94 | CA | 72575 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º AGUA FRIA 32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 6,00 | R\$ 7,27 | R\$ 43,64 | RS 182.225,31 | 0,02% | 99,82% | C | |
| 95 | CA | 72556 | JOELHO PVC 90º ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 21,02 | R\$ 42,04 | RS 182.267,35 | 0,02% | 99,84% | C | |
| 96 | CA | 72557 | JOELHO PVC 45º ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 20,60 | R\$ 41,20 | RS 182.308,55 | 0,02% | 99,86% | C | |
| 97 | CA | 72684 | RALO SECO DE PVC 100X100MM SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 18,75 | R\$ 37,50 | RS 182.346,05 | 0,02% | 99,88% | C | |
| 98 | CA | 72337 | TOMADA PARA TELEFONE DE 4 POLOS PADRAO TELEBRAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 16,69 | R\$ 33,38 | RS 182.379,43 | 0,02% | 99,90% | C | |
| 99 | CA | 72604 | JUNCAO PVC ESGOTO 50X50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 13,40 | R\$ 26,79 | RS 182.406,22 | 0,01% | 99,91% | C | |
| 100 | CA | 72571 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º AGUA FRIA 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 4,00 | R\$ 5,95 | R\$ 23,82 | RS 182.430,04 | 0,01% | 99,93% | C | |
| 101 | CA | 75051/4 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 1,25 | R\$ 15,76 | R\$ 19,70 | RS 182.449,74 | 0,01% | 99,94% | C | |
| 102 | PE | 935 | FIO P/ TELEFONE DE COBRE BITOLA 0,6MM ISOLACAO EM PVC, POLIPROPILENO, 2 CONDUTORES | M | 32,52 | R\$ 0,60 | R\$ 19,51 | RS 182.469,25 | 0,01% | 99,95% | C | |
| 103 | CA | 72898 | CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 0,75 | R\$ 18,80 | RS 182.488,05 | 0,01% | 99,96% | C | |
| 104 | CA | 72898 | CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 0,75 | R\$ 18,80 | RS 182.506,84 | 0,01% | 99,97% | C | |
| 105 | CA | 75051/1 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 2,79 | R\$ 5,37 | R\$ 14,98 | RS 182.521,82 | 0,01% | 99,98% | C | |
| 106 | CA | 72574 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 45º AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 6,94 | R\$ 13,88 | RS 182.535,70 | 0,01% | 99,99% | C | |
| 107 | CA | 83387 | CAIXA DE PASSAGEM PVC 4X2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 6,50 | R\$ 12,99 | RS 182.548,70 | 0,01% | 99,99% | C | |
| 108 | CA | 74169/2 | TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 50MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 0,39 | R\$ 33,27 | R\$ 12,97 | RS 182.561,67 | 0,01% | 100,00% | C | |

Fonte: O Autor (2014).

O processo de classificação foi realizado no *Microsoft® Excel* com o comando de classificação, porém o processo de separação em classes foi realizado manualmente. Foram contabilizadas quantas atividades são necessárias executar para a conclusão do empreendimento e em seguida separados os seus custos, de acordo com o estabelecido na análise ABC (20%, 30% e 50% das atividades). Posteriormente foram somados os custos de cada classe, novamente de acordo com as recomendações da análise ABC descritos na Tabela 4 – página 34.

O produto da análise ABC é uma relação das atividades que mais impactam os custos do empreendimento, da atividade com um maior custo para a atividade com o menor custo, o que permite que para cada classe da análise ABC tenha-se uma estratégia de resposta própria a cada risco específico.

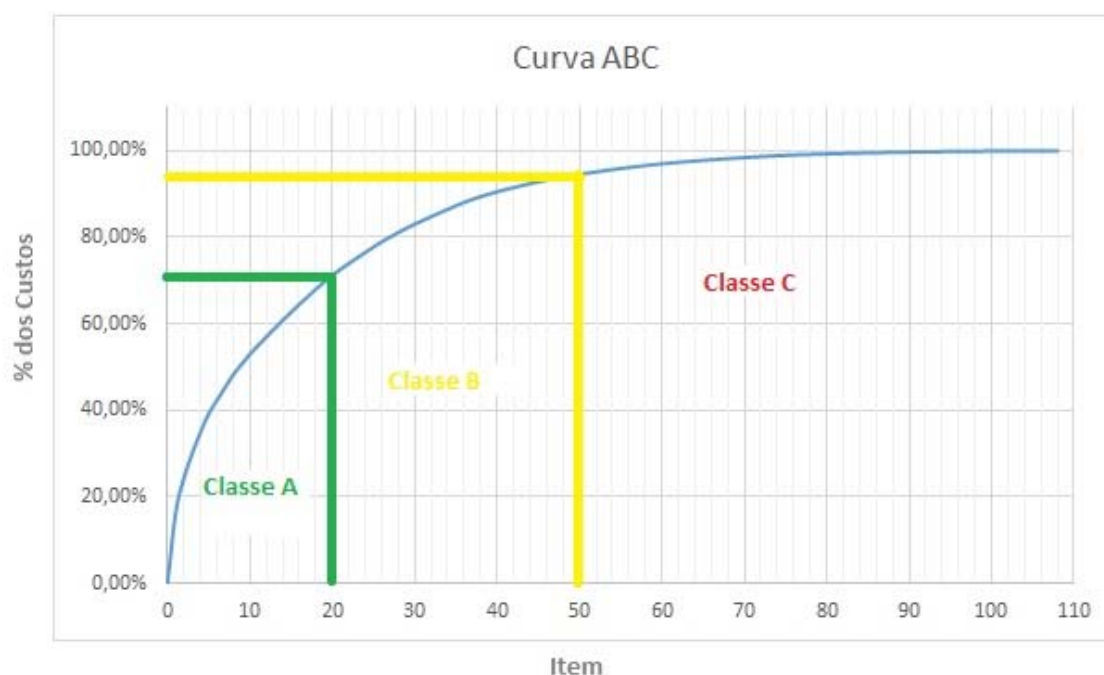


Figura 62: Curva ABC do empreendimento
Fonte: O autor (2014).

Foi sugerido que as atividades da classe “A” tenham uma estratégia de prevenção ou mitigação dos riscos. Estas atividades representam 72,60% dos custos em apenas 20% do total das atividades do empreendimento. Nesta classe para cada atividade pode ser atribuída uma estratégia específica, diminuindo o risco de uma extrapolação do orçamento proposto.

Especificamente na classe “A” qualquer alteração no valor orçado provoca um grande impacto no custo total do empreendimento. Um acréscimo de 5,62% no custo desta classe equivale a soma dos valores de todas as atividades da classe “C”, onde estão englobados 50% das atividades.

Assim, o controle rígido das atividades da classe “A” reduz significativamente os riscos de uma extrapolação dos custos do empreendimento. Verificando o cenário proposto na Tabela 13, as seguintes respostas foram dadas a estes riscos.

Tabela 13: Estratégia de respostas proposta aos riscos da análise ABC - classe "A"

| Item | Código SINAPI | Itens | Estratégia de resposta ao risco | Atividade proposta | |
|------|---------------|-----------|--|--------------------|--|
| 1 | CA | 87525 | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014_P | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional dos blocos cerâmico, compra de materiais palletizados, aquisição de transportadores de blocos específicos, criação de rotas para o transporte dos materiais (livre e plano). |
| 2 | CA | 87533 | MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRACO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, aquisição de materiais inspecionados e testados, colocação dos agregados em locais específicos (limpos, cobertos e planos), transporte de materiais em equipamentos específicos e em bom estado, evitar a produção excessiva destes materiais. |
| 3 | CA | 74254 / 2 | ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO / CORTE(PERDA DE10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO. | Prevenir | Treinamento da mão de obra, execução de planos de corte e dobras dos vergalhões, verificação do fornecimento dos materiais cortados e dobrados na obra. |
| 4 | CA | 87519 | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014_P | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional dos blocos cerâmico, compra de materiais palletizados, aquisição de transportadores de blocos específicos, criação de rotas para o transporte dos materiais (livre e plano). |
| 5 | CA | 72077 | ESTRUTURA DE MADEIRA DE LEI, PRIMEIRA QUALIDADE, SERRADA, NAO APARELHADA, PARA TELHAS CERÂMICAS, VAOS DE ATE 7M | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção das madeiras adquiridas, execução de um plano de corte das madeiras, fornecimento de equipamentos específicos para o corte dos materiais, fornecimento de equipamentos para trabalhos em altura. |
| 6 | CA | 88417 | APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PANDOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção) |
| 7 | CA | 74138/2 | CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação da montagem das formas (dimensões, travamentos), verificação das armaduras, inspeção do material adquirido, controle tecnológico do concreto. |
| 8 | CA | 73938 / 3 | COBERTURA EM TELHA CERAMICA TIPO FRANCESA OU MARSELHA, EXCLUINDO MADEIRAMENTO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, compra de materiais palletizados, verificação dimensional dos materiais, transporte correto ao local de colocação das telhas, fornecimento de equipamentos específicos para trabalhos em altura. |
| 9 | CA | 74067 / 2 | JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, FOIHAS PARA VIDRO, COM BANDEIRA, INCLUSO GUARNICAO E VIDRO LISO INCOLOR | Transferir | Contratação de terceiros para a colocação das esquadrias |
| 10 | PE | 11587 | FORRO DE PVC EM REGUA DE 100 MM (COM COLOCACAO, EXCLUSIVE ESTRUTURA DE SUPORTE) | Transferir | Contratação de terceiros para a instalação do forro |
| 11 | CA | 87249 | REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M2. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional do revestimento cerâmico, verificação das irregularidades no acabamento das peças cerâmicas, fornecimento de equipamentos específicos para a instalação do piso, formatar um plano de execução do piso cerâmico. |
| 12 | CA | 87672 | CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MANUAL, APLICADO EM ÁREAS SECAS MAIORES QUE 10M2 SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 4CM, ACABAMENTO NÃO REFORÇADO. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação granulométrica dos agregados, fornecimento de equipamentos precisos para a verificação do nível do piso, fornecimento de equipamentos específicos para o transporte dos materiais. |
| 13 | CA | 73910/4 | PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA CERA OU VERNIZ, 70X210CM, INCLUSO ADUELA1A, ALJZAR 1A E DOBRADICAS COM ANEL | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação dimensional e do padrão de acabamento das portas adquiridas, fornecimento de ferramentas específicas para a instalação das portas, verificação do prumo das paredes e das aberturas nos vãos. |
| 14 | CA | 74100 / 1 | PORTAO DE FERRO COM VARA 1/2", COM REQUADRO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação dimensional e do padrão de acabamento das portas adquiridas, fornecimento de ferramentas específicas para a instalação das portas, verificação do prumo das paredes e das aberturas nos vãos. |
| 15 | CA | 74165 / 4 | TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, execução de um plano de corte dos tubos, armazenamento correto dos materiais |
| 16 | CA | 87272 | REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO GRÊS OU SEMI-GRÊS DE DIMENSÕES 33X45 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional do revestimento cerâmico, verificação das irregularidades no acabamento das peças cerâmicas, fornecimento de equipamentos específicos para a instalação do revestimento cerâmico, formatar um plano de execução do revestimento cerâmico, fornecimento de equipamentos precisos para a determinação do nível das peças. |
| 17 | CA | 74067/1 | JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, COM QUATRO FOLHAS PARA VIDRO, DUAS FIXAS E DUAS MOVEIS, INCLUSO GUARNICAO E VIDRO LISO INCOLOR | Transferir | Contratação de terceiros para o fornecimento das janelas |
| 18 | CA | 73415 | PINTURA PVA, TRES DEMAOS | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção) |
| 19 | CA | 53527 | REATERRO COMPACTADO MANUALMENTE (VALAS DE FUNDAÇÕES RESIDENCIAIS) | Prevenir | Treinamento da mão de obra, fornecimento de equipamentos específicos para a execução do reaterro, contratação de uma retroescavadeira, fornecimento de equipamentos para nivelar o terreno. |
| 20 | CA | 88416 | APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PANDOS COM PRESENÇA DE VÃOS DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção) |
| 21 | CA | 88497 | APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMAOS. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção) |

Fonte: O autor (2014).

Graças a esta classificação, o projeto possui um sistema para evitar o risco de superação orçamental. Este processo pode se estender a todas as atividades da classificação ABC deste empreendimento, porém, com o controle dos 20% das atividades são controlados também 72,6% dos custos. É possível continuar a execução das estratégias de redução dos riscos às atividades da classe “B”, porém é conveniente fazer uma análise do custo/benefício para avaliar a viabilidade de todo o controle e treinamento a ser ofertado para controlá-las.

Em uma obra de maior porte, o controle da classe “B” e de alguns itens da classe “C” também pode ser necessário. É necessário sempre analisar o custo/benefício do controle da atividade.

Outro produto gerado pela análise ABC é a classificação por insumos de acordo com o “Catálogo das Composições” fornecidos pela SINAPI. Neste é demonstrada a composição de cada atividade, seguindo o exemplo demonstrado na Figura 63.

| | | | |
|-------|---|----|-----------|
| 87525 | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014_P | M2 | |
| 87292 | ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014 | M3 | 0,013500 |
| 88309 | PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 3,280000 |
| 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 1,640000 |
| 22 | ACO CA-25,6,3MM,VERGALHO | KG | 0,390000 |
| 7267 | BLOCO CERÂMICO VEDAÇÃO 6 FUROS - 9 X 14 X 19 CM | UN | 56,620000 |
| 7324 | RESINA BASE EPOXI | KG | 0,007000 |

Figura 63: Composição da atividade 87525 - Alvenaria de vedação
Fonte: SINAPI (2014).

A partir do orçamento obtido através da modelagem 5D, em que estão descritas as quantidades dos serviços e as respectivas descrições das atividades (indexadas à tabela SINAPI) é possível levantar a quantidade de utilização de cada insumo, e também de mão de obra e locação de equipamentos.

Para cada atividade do orçamento foram levantadas as respectivas quantidades dos serviços e insumos utilizados. A partir deste levantamento foi possível levantar a quantidade total de cada insumo e mão de obra para a execução do empreendimento. Seguindo a metodologia da análise ABC esses

itens foram listados, classificados e listados, daquele com maior custo para o item com o menor custo. Na Tabela 14 são relacionados os serviços e insumos da classe “A”, de acordo com a análise ABC.

Tabela 14: Análise ABC - Classe "A" – serviços e insumos

| Item | Código SINAPI | Item | Unidade | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total | Custo Acumulado | % Unit | % acumu | Classes Curva ABC | % custo acumulado classes | |
|------|---------------|-------|--|------------|----------------|--------------|-----------------|----------------|---------|-------------------|---------------------------|--------|
| 1 | COMPOSICAO | 88316 | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 2278,62 | R\$ 13,72 | R\$ 31.262,64 | R\$ 31.262,64 | 17,12% | 17,12% | A | 89,24% |
| 2 | COMPOSICAO | 88309 | PEDEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 1790,67 | R\$ 17,38 | R\$ 31.121,79 | R\$ 62.384,43 | 17,05% | 34,17% | A | |
| 3 | INSUMO | 7360 | TINTA TEXTURIZADA ACRILICA P/ PINTURA INTERNA/EXTERNA | L | 569,15 | R\$ 13,29 | R\$ 7.563,94 | R\$ 69.948,37 | 4,14% | 38,32% | A | |
| 4 | INSUMO | 34 | ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO | KG | 1889,80 | R\$ 3,64 | R\$ 6.878,87 | R\$ 76.827,24 | 3,77% | 42,08% | A | |
| 5 | INSUMO | 1379 | CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32 | KG | 11356,62 | R\$ 0,48 | R\$ 5.451,18 | R\$ 82.278,42 | 2,99% | 45,07% | A | |
| 6 | INSUMO | 7267 | BLOCO CERAMICO VEDAÇÃO 6 FURROS - 9 X 14 X 19 CM | UN | 16360,92 | R\$ 0,33 | R\$ 5.399,10 | R\$ 87.677,52 | 2,96% | 48,03% | A | |
| 7 | INSUMO | 1524 | CONCRETO USINADO BOMBEAVEL COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 MM +/- 20 MM, FCK = 20MPA (INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO) | M3 | 21,37 | R\$ 250,00 | R\$ 5.341,88 | R\$ 93.019,40 | 2,93% | 50,95% | A | |
| 8 | COMPOSICAO | 88262 | CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 288,31 | R\$ 17,38 | R\$ 5.010,86 | R\$ 98.030,26 | 2,74% | 53,70% | A | |
| 9 | COMPOSICAO | 88310 | PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 276,38 | R\$ 17,38 | R\$ 4.803,57 | R\$ 102.833,83 | 2,63% | 56,33% | A | |
| 10 | INSUMO | 11587 | FORRO DE PVC EM REGUA DE 100 MM (COM COLOCACAO, EXCLUSIVE ESTRUTURA DE SUPORTE) | m2 | 111,95 | R\$ 37,50 | R\$ 4.198,13 | R\$ 107.031,96 | 2,30% | 58,63% | A | |
| 11 | INSUMO | 598 | (EM PROCESSO DE DESATIVAÇÃO) JANELA ALUMINIO CORRER SERIE 25 FOLHAS PARA VIDRO COM BANDEIRA, 160 X 110CM (INCLUSO GUARNIÇÃO E VIDRO LISO INCOLOR) | M2 | 6,32 | R\$ 628,52 | R\$ 3.972,25 | R\$ 111.004,20 | 2,18% | 60,80% | A | |
| 12 | INSUMO | 4463 | PEÇA DE MADEIRA DE LEI NATIVA/REGIONAL *4 X 30* CM NAO APARELHADA | M3 | 2,55 | R\$ 1.477,33 | R\$ 3.767,19 | R\$ 114.771,39 | 2,06% | 62,87% | A | |
| 13 | INSUMO | 370 | AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA / FORNECEDOR (SEM FRETE) | M3 | 56,00 | R\$ 60,00 | R\$ 3.359,90 | R\$ 118.131,29 | 1,84% | 64,71% | A | |
| 14 | COMPOSICAO | 88245 | ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 191,04 | R\$ 17,38 | R\$ 3.320,28 | R\$ 121.451,57 | 1,82% | 66,53% | A | |
| 15 | INSUMO | 597 | JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO, SÉRIE 25, SEM BANDEIRA, COM 4 FOLHAS PARA VIDRO, (DUAS FIXAS E DUAS MÓVEIS) 1,60 X 1,10 M (INCLUSO GUARNIÇÃO E VIDRO LISO INCOLOR) | M2 | 5,90 | R\$ 494,02 | R\$ 2.914,72 | R\$ 124.366,28 | 1,60% | 68,12% | A | |
| 16 | INSUMO | 4948 | PORTAO FERRO C/ VARA 1/2" C/REQUADRO | M2 | 14,70 | R\$ 180,46 | R\$ 2.652,76 | R\$ 127.019,05 | 1,45% | 69,58% | A | |
| 17 | COMPOSICAO | 88256 | AZULEIISTA OU LADRILHISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 158,33 | R\$ 16,24 | R\$ 2.571,21 | R\$ 129.590,25 | 1,41% | 70,99% | A | |
| 18 | COMPOSICAO | 88267 | ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 143,22 | R\$ 17,38 | R\$ 2.489,23 | R\$ 132.079,48 | 1,36% | 72,35% | A | |
| 19 | COMPOSICAO | 88238 | AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 171,80 | R\$ 14,25 | R\$ 2.448,15 | R\$ 134.527,63 | 1,34% | 73,69% | A | |
| 20 | COMPOSICAO | 88377 | OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 159,20 | R\$ 14,24 | R\$ 2.267,05 | R\$ 136.794,68 | 1,24% | 74,93% | A | |
| 21 | COMPOSICAO | 88239 | AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 156,09 | R\$ 14,25 | R\$ 2.224,28 | R\$ 139.018,96 | 1,22% | 76,15% | A | |
| 22 | INSUMO | 7183 | TELHA CERAMICA TIPO FRANCESA, DE 1A. QUALIDADE (COBERTURA DE *16* TELHAS POR M2) | UN | 2419,04 | R\$ 0,90 | R\$ 2.177,14 | R\$ 141.196,10 | 1,19% | 77,34% | A | |
| 23 | COMPOSICAO | 1106 | CAL HIDRATADA, DE 1A. QUALIDADE, PARA ARGAMASSA | KG | 6968,68 | R\$ 0,27 | R\$ 1.881,54 | R\$ 143.077,64 | 1,03% | 78,37% | A | |
| 24 | INSUMO | 7266 | BLOCO CERAMICO (ALVENARIA DE VEDAÇÃO), DE *9 X 19 X 19* CM | MIL | 4,84 | R\$ 380,00 | R\$ 1.838,19 | R\$ 144.915,83 | 1,01% | 79,38% | A | |
| 25 | INSUMO | 536 | REVESTIMENTO CERAMICO PARA PAREDES, ESMALTADO, LISO, BRILHANTE, PEI = 0, DE *20 X20* CM, DE 1A. QUALIDADE | M2 | 73,60 | R\$ 22,30 | R\$ 1.641,21 | R\$ 146.557,04 | 0,90% | 80,28% | A | |
| 26 | INSUMO | 1287 | CERAMICA ESMALTADA PARA PISO , PEI IV, COR LISA, DE 1A. QUALIDADE, DE *20 X 20* CM | M2 | 115,03 | R\$ 13,90 | R\$ 1.598,88 | R\$ 148.155,91 | 0,88% | 81,16% | A | |
| 27 | COMPOSICAO | 88264 | ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 80,21 | R\$ 17,38 | R\$ 1.394,10 | R\$ 149.550,02 | 0,76% | 81,92% | A | |
| 28 | COMPOSICAO | 88248 | AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 97,17 | R\$ 14,25 | R\$ 1.384,72 | R\$ 150.934,73 | 0,76% | 82,68% | A | |
| 29 | COMPOSICAO | 88323 | TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 86,85 | R\$ 15,68 | R\$ 1.361,73 | R\$ 152.296,46 | 0,75% | 83,42% | A | |
| 30 | COMPOSICAO | 5652 | CONCRETO NAO ESTRUTURAL, CONSUMO 150KG/M3, PREPARO COM BETONEIRA, SEM LANÇAMENTO | M3 | 5,88 | R\$ 227,45 | R\$ 1.337,06 | R\$ 153.633,53 | 0,73% | 84,16% | A | |
| 31 | INSUMO | 7258 | TIJOLO CERAMICO MACICO 5 X 10 X 20CM | UN | 1955,15 | R\$ 0,55 | R\$ 1.075,33 | R\$ 154.708,86 | 0,59% | 84,74% | A | |
| 32 | COMPOSICAO | 88247 | AUXILIAR DE ELETRICISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 72,61 | R\$ 14,46 | R\$ 1.049,98 | R\$ 155.758,84 | 0,58% | 85,32% | A | |
| 33 | INSUMO | 9836 | TUBO PVC SERIE NORMAL - ESGOTO PREDIAL DN 100MM - NBR 5688 | M | 94,92 | R\$ 10,16 | R\$ 964,38 | R\$ 156.723,22 | 0,53% | 85,85% | A | |
| 34 | INSUMO | 4051 | MASSA CORRIDA PVA PARA PAREDES INTERNAS | 18L | 10,76 | R\$ 87,70 | R\$ 943,69 | R\$ 157.666,91 | 0,52% | 86,37% | A | |
| 35 | INSUMO | 4964 | PORTA MADEIRA SEMI-OCA ALMOFADADA REGIONAL 1A 80 X 210 X 3CM | UN | 2,00 | R\$ 460,40 | R\$ 920,80 | R\$ 158.587,71 | 0,50% | 86,87% | A | |
| 36 | INSUMO | 4929 | PORTA DE ABRIR EM FERRO (TIPO CHAPA Nº 18), COM ALMOFADA E GUARNIÇÃO, SEM BASCULA, DE *0,87 X 2,10* M | M2 | 3,36 | R\$ 270,40 | R\$ 908,54 | R\$ 159.496,26 | 0,50% | 87,37% | A | |
| 37 | INSUMO | 944 | FIO RIGIDO, ISOLACAO EM PVC 450/750V 4,0MM2 | 616,12 | 616,12 | R\$ 1,45 | R\$ 893,37 | R\$ 160.389,63 | 0,49% | 87,86% | A | |
| 38 | COMPOSICAO | 4491 | PEÇA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA) | M | 272,13 | R\$ 3,25 | R\$ 884,41 | R\$ 161.274,04 | 0,48% | 88,34% | A | |
| 39 | INSUMO | 183 | ADUELA (GUARNIÇÃO, BATENTA OU CAIXAO) DE PORTA, EM MADEIRA DE 1A. QUALIDADE, SEM ALIZARES, DE *13 X 3* CM | JG | 8,00 | R\$ 107,30 | R\$ 858,40 | R\$ 162.132,44 | 0,47% | 88,81% | A | |
| 40 | INSUMO | 3324 | GRAMA BATATAIS EM PLACAS (NAO INCLUI PLANTIO) | M2 | 228,00 | R\$ 3,44 | R\$ 784,32 | R\$ 162.916,76 | 0,43% | 89,24% | A | |

Fonte: O autor (2014).

Esta classe de insumos relacionados corresponde a 89,24% do custo total do empreendimento, número significativamente maior que o valor

estipulado (65%) pela análise ABC. A estratégia para a prevenção do risco de superação orçamental utilizada anteriormente, pode ser utilizada neste caso.

A classe “B” listada na Tabela 15, representa 9,81% do custo total do empreendimento. Distante também do pré-estabelecido pela metodologia análise ABC, onde o peso desta classe é de 25% do custo total do empreendimento.

Tabela 15: Análise ABC - Classe "B" - serviços e insumos

| Item | Código SINAPI | Item | Unidade | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total | Custo Acumulado | % Unit | % acumu | Classif Curva ABC | % custo acumulado classes | |
|------|---------------|-----------|---|------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|---------|-------------------|---------------------------|-------|
| 41 | INSUMO | 4981 | PORTA INTERNA USA EM COMPENSADO DE MADEIRA DE 1A. QUALIDADE, COM FOLHEADO PARA ACABAMENTO EM CERA OU VERNIZ, DE *0,70 X 2,10 X 0,035* M | UN | 8,00 | R\$ 97,00 | R\$ 776,00 | R\$ 163.692,76 | 0,43% | 89,67% | B | |
| 42 | INSUMO | 1116 | RUFO CHAPA GALVANIZADA NUM 24 L= 25CM | M | 47,25 | R\$ 15,46 | R\$ 730,49 | R\$ 164.423,25 | 0,40% | 90,07% | B | |
| 43 | INSUMO | 7345 | TINTA LATEX PVA | L | 52,81 | R\$ 13,82 | R\$ 729,86 | R\$ 165.153,11 | 0,40% | 90,47% | B | |
| 44 | INSUMO | 10567 | TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 23,0CM (1 X 9") NAO APARELHADA | M | 115,20 | R\$ 5,48 | R\$ 631,30 | R\$ 165.784,40 | 0,35% | 90,81% | B | |
| 45 | COMPOSICAO | 88261 | CARPINTEIRO DE ESQUADRIA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 36,62 | R\$ 17,19 | R\$ 629,50 | R\$ 166.413,90 | 0,34% | 91,16% | B | |
| 46 | INSUMO | 22 | ACO CA-25, 6,3 MM, VERGALHAO | KG | 175,92 | R\$ 3,52 | R\$ 619,23 | R\$ 167.033,13 | 0,34% | 91,50% | B | |
| 47 | INSUMO | 187 | ALUZAR / GUARNICAO 5 X 2CM MADEIRA IPE/MOGNO/CEREJEIRA OU SIMILAR | M | 78,40 | R\$ 7,85 | R\$ 615,44 | R\$ 167.648,57 | 0,34% | 91,83% | B | |
| 48 | COMPOSICAO | 88313 | POCEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 33,14 | R\$ 18,20 | R\$ 603,11 | R\$ 168.251,68 | 0,33% | 92,16% | B | |
| 49 | INSUMO | 2685 | ELETRODUTO DE PVC ROSCAVEL DE 1" , SEM LUVA | M | 202,28 | R\$ 2,93 | R\$ 592,68 | R\$ 168.844,36 | 0,32% | 92,49% | B | |
| 50 | INSUMO | 11447 | DOBREADICA LATAO CROMADO 3 X 3" C/ ANEIS | UN | 30,00 | R\$ 17,34 | R\$ 520,20 | R\$ 169.364,56 | 0,28% | 92,77% | B | |
| 51 | INSUMO | 9833 | TUBO PVC DRENAGEM CORRUGADO FLEXIVEL PERFORADO DN 100 OU 110 | M | 25,00 | R\$ 20,59 | R\$ 514,75 | R\$ 169.879,31 | 0,28% | 93,05% | B | |
| 52 | INSUMO | 10422 | VASO SANITARIO SIFONADO C/CAIXA ACOPLADA LOUCA BRANCA - PADRAO MEDIO | UN | 2,00 | R\$ 253,85 | R\$ 507,70 | R\$ 170.387,01 | 0,28% | 93,33% | B | |
| 53 | INSUMO | 6085 | SELADOR ACRILICO | L | 35,21 | R\$ 13,82 | R\$ 486,57 | R\$ 170.873,59 | 0,27% | 93,60% | B | |
| 54 | INSUMO | 1357 | CHAPA MADEIRA COMPENSADA RESINADA 2,2 X 1,1M (12MM) P/ FORMA CONCRETO | UN | 17,54 | R\$ 27,45 | R\$ 481,51 | R\$ 171.355,09 | 0,26% | 93,86% | B | |
| 55 | INSUMO | 337 | ARAME RECORTADO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M) | KG | 59,11 | R\$ 7,49 | R\$ 442,76 | R\$ 171.797,86 | 0,24% | 94,11% | B | |
| 56 | INSUMO | 4718 | PEDRA BRITADA N. 2 - POSTO PEDREIRA / FORNECEDOR (SEM FRETE) | M3 | 8,43 | R\$ 49,00 | R\$ 413,04 | R\$ 172.210,89 | 0,23% | 94,33% | B | |
| 57 | INSUMO | 11769 | APARELHO MISTURADOR CROMADO P/ LAVATORIO REF 1875 | UN | 2,00 | R\$ 191,35 | R\$ 382,70 | R\$ 172.593,59 | 0,21% | 94,54% | B | |
| 58 | INSUMO | 10424 | TANQUE LOUCA BRANCA C/COLUNA - 22L OU EQUIV | UN | 2,00 | R\$ 184,32 | R\$ 368,64 | R\$ 172.962,23 | 0,20% | 94,74% | B | |
| 59 | INSUMO | 5054 | POSTE DE CONCRETO CIRCULAR, 100 KG, H = 7 M (NBR 8451) | UN | 1,00 | R\$ 358,70 | R\$ 358,70 | R\$ 173.320,93 | 0,20% | 94,94% | B | |
| 60 | INSUMO | 3080 | FECHADURA DE EMBUTIR PARA PORTA EXTERNA, MACANETA E ESPELHO EM METAL CROMADO | CJ | 10,90 | R\$ 32,42 | R\$ 353,38 | R\$ 173.674,31 | 0,19% | 95,13% | B | |
| 61 | COMPOSICAO | 5961 | CAMINHAO BASCULANTE, 162HP, 6M3 - 12T (VU-SANOS) - CHI DIURNO | CHI | 11,25 | R\$ 31,35 | R\$ 352,69 | R\$ 174.027,00 | 0,19% | 95,33% | B | |
| 62 | INSUMO | 1381 | ARGAMASSA OU CIMENTO COLANTE EM PO PARA FIXACAO DE PECAS CERAMICAS | KG | 1114,35 | R\$ 0,31 | R\$ 345,45 | R\$ 174.372,45 | 0,19% | 95,52% | B | |
| 63 | INSUMO | 7334 | ADESIVO PARA ARGAMASSAS E CHAPISCO | L | 45,49 | R\$ 7,33 | R\$ 333,43 | R\$ 174.705,88 | 0,18% | 95,70% | B | |
| 64 | INSUMO | 12122 | INTERRUPTOR BIPOLAR (TECLA DUPLA) EMBUTIR 20A/250V C/ PLACA, TIPO SILENTOQUE PIAL OU EQUIV | UN | 18,00 | R\$ 18,29 | R\$ 329,22 | R\$ 175.035,10 | 0,18% | 95,88% | B | |
| 65 | COMPOSICAO | 88441 | JARDINEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 22,80 | R\$ 14,33 | R\$ 326,72 | R\$ 175.361,82 | 0,18% | 96,06% | B | |
| 66 | INSUMO | 367 | AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA / FORNECEDOR (SEM FRETE) | M3 | 5,44 | R\$ 59,50 | R\$ 323,92 | R\$ 175.685,75 | 0,18% | 96,24% | B | |
| 67 | COMPOSICAO | 88315 | SERRALHEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 18,82 | R\$ 16,69 | R\$ 314,07 | R\$ 175.999,82 | 0,17% | 96,41% | B | |
| 68 | COMPOSICAO | 4813 | PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUCAO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA "Nº 22", PINTADA, DE*2,0 X 1,0* M, SEM COLOCAÇÃO | M2 | 1,50 | R\$ 202,50 | R\$ 303,75 | R\$ 176.303,57 | 0,17% | 96,57% | B | |
| 69 | INSUMO | 33 | ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO | KG | 74,22 | R\$ 3,92 | R\$ 290,94 | R\$ 176.594,51 | 0,16% | 96,73% | B | |
| 70 | INSUMO | 6189 | TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA | M | 32,24 | R\$ 8,07 | R\$ 260,21 | R\$ 176.854,72 | 0,14% | 96,88% | B | |
| 71 | INSUMO | 1292 | CERAMICA ESMALTADA EXTRA OU 1A QUALIDADE P/ PISO PEI-5 - LINHA PADRAO MEDIO | M2 | 14,36 | R\$ 18,07 | R\$ 259,46 | R\$ 177.114,19 | 0,14% | 97,02% | B | 9,81% |
| 72 | INSUMO | 2425 | DOBREADICA ACO ZINCADO 3 X 3" SEM ANEIS | UN | 49,00 | R\$ 5,06 | R\$ 247,94 | R\$ 177.362,13 | 0,14% | 97,15% | B | |
| 73 | INSUMO | 9868 | TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 25MM | M | 74,18 | R\$ 3,07 | R\$ 227,73 | R\$ 177.589,86 | 0,12% | 97,28% | B | |
| 74 | INSUMO | 6013 | REGISTRO GAVETA 1" REF 1509-C - C/ CANOPLA ACAB CROMADO SIMPLES | UN | 4,00 | R\$ 54,36 | R\$ 217,44 | R\$ 177.807,30 | 0,12% | 97,40% | B | |
| 75 | INSUMO | 10426 | LAVATORIO LOUCA BRANCA C/ COLUNA MEDINDO 45 X 55CM OU EQUIV - PADRAO MEDIO | UN | 2,00 | R\$ 97,80 | R\$ 195,60 | R\$ 178.002,90 | 0,11% | 97,50% | B | |
| 76 | INSUMO | 12774 | HIDROMETRO 5 M3/H DN 3/4" | UN | 2,00 | R\$ 96,23 | R\$ 192,46 | R\$ 178.195,36 | 0,11% | 97,61% | B | |
| 77 | COMPOSICAO | 5061 | PREGO POLIDO COM CABECA 18 X 27 | KG | 25,99 | R\$ 7,24 | R\$ 188,16 | R\$ 178.383,52 | 0,10% | 97,71% | B | |
| 78 | INSUMO | 7191 | TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 4 MM, DE *2,44 X 0,50* M (SEM AMIANTO) | UN | 15,30 | R\$ 11,23 | R\$ 171,82 | R\$ 178.555,34 | 0,09% | 97,81% | B | |
| 79 | INSUMO | 4506 | PECA DE MADEIRANATIVA/REGIONAL 2,5 X 10CM (1X4") NAO APARELHADA (SARRAFO P/FORMA) | M | 83,71 | R\$ 2,01 | R\$ 168,26 | R\$ 178.723,61 | 0,09% | 97,90% | B | |
| 80 | INSUMO | 5068 | PREGO POLIDO COM CABECA 17 X 21 | KG | 20,54 | R\$ 7,11 | R\$ 146,05 | R\$ 178.869,66 | 0,08% | 97,98% | B | |
| 81 | INSUMO | 985 | CABO DE COBRE ISOLAMENTO ANTI-CHAMA 450/750V 10MM2, TP PIRASTIC PIRELLI OU EQUIV | M | 36,00 | R\$ 3,96 | R\$ 142,56 | R\$ 179.012,22 | 0,08% | 98,06% | B | |
| 82 | INSUMO | 9835 | TUBO PVC SERIE NORMAL - ESGOTO PREDIAL DN 40MM - NBR 5688 | M | 39,47 | R\$ 3,51 | R\$ 138,52 | R\$ 179.150,74 | 0,08% | 98,13% | B | |
| 83 | COMPOSICAO | 1351 | CHAPA MADEIRA COMPENSADA RESINADA 2,2 X 1,1M X 6MM P/ FORMA CONCRETO | UN | 8,52 | R\$ 15,92 | R\$ 135,68 | R\$ 179.286,42 | 0,07% | 98,21% | B | |
| 84 | INSUMO | 9869 | TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 32MM | M | 18,82 | R\$ 7,00 | R\$ 131,74 | R\$ 179.418,16 | 0,07% | 98,28% | B | |
| 85 | INSUMO | 10471 | VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE, INTERIOR-EXTERIOR | GL | 2,27 | R\$ 56,45 | R\$ 128,03 | R\$ 179.546,19 | 0,07% | 98,35% | B | |
| 86 | INSUMO | 7324 | RESINA BASE EPOXI | KG | 3,22 | R\$ 35,80 | R\$ 115,23 | R\$ 179.661,42 | 0,06% | 98,41% | B | |
| 87 | INSUMO | 34357 | REJUNTE COLORIDO | KG | 42,76 | R\$ 2,62 | R\$ 112,04 | R\$ 179.773,46 | 0,06% | 98,47% | B | |
| 88 | INSUMO | 21142 | ESTRIBO C/ PARAFUXO EM CHAPA DE FERRO FUNDIDO DE 2" X 3/16" X 35CM SECAO "U" PARA MADEIRAMENTO DE TELHADO | UN | 10,20 | R\$ 9,79 | R\$ 99,86 | R\$ 179.873,32 | 0,05% | 98,53% | B | |
| 89 | CHOR | 87445 | BETONEIRA, CAPACIDADE NOMINAL 400L, CAPACIDADE DE MISTURA 310L, MOTOR A DIESEL POTÊNCIA SHP, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO, AF. 06/2014 | CHP | 36,82 | R\$ 2,65 | R\$ 97,58 | R\$ 179.970,90 | 0,05% | 98,58% | B | |
| 90 | INSUMO | 6005 | REGISTRO DE GAVETA 3/4" COM VOLANTE CROMADO | UN | 2,00 | R\$ 45,95 | R\$ 91,90 | R\$ 180.062,80 | 0,05% | 98,63% | B | |
| 91 | INSUMO | 7292 | TINTA ESMALTE SINTETICO ALTO BRILHO | L | 4,70 | R\$ 19,54 | R\$ 91,82 | R\$ 180.154,62 | 0,05% | 98,68% | B | |
| 92 | INSUMO | 184 | ADUELA/BATENTE DUPLO/CAIXAO/GRADUA CAIXA 13 X 3CM P/ PORTA 0,60 A 1,20 X 2,10M MADEIRA CEDRINHO/PINHO/CANELA OU SIMILAR | JG | 2,00 | R\$ 40,64 | R\$ 81,28 | R\$ 180.235,90 | 0,04% | 98,73% | B | |
| 93 | INSUMO | 122 | ADESIVO PVC FRASCO C/ 850G | UN | 2,21 | R\$ 35,94 | R\$ 79,38 | R\$ 180.315,28 | 0,04% | 98,77% | B | |
| 94 | INSUMO | 3768 | LIXA P/ FERRO | UN | 24,27 | R\$ 3,22 | R\$ 78,16 | R\$ 180.393,44 | 0,04% | 98,81% | B | |
| 95 | INSUMO | 3767 | LIXA P/ PAREDE OU MADEIRA | UN | 99,42 | R\$ 0,77 | R\$ 76,55 | R\$ 180.469,99 | 0,04% | 98,86% | B | |
| 96 | INSUMO | 99 | ADAPTADOR PVC SOLDAVEL C/ FLANGES E ANEL DE VEDACAO P/ CAIXA D'AGUA 50MM X 11/2" | UN | 4,00 | R\$ 18,65 | R\$ 74,60 | R\$ 180.544,59 | 0,04% | 98,90% | B | |
| 97 | INSUMO | 20007 | ALIZAR / GUARNICAO 5 X 2CM MADEIRA CEDRINHO/PINHO/CANELA OU SIMILAR | M | 20,00 | R\$ 3,63 | R\$ 72,60 | R\$ 180.617,19 | 0,04% | 98,94% | B | |
| 98 | INSUMO | 20083 | SOLLICAO LIMPADORA FRASCO PLASTICO C/ 1000CM3 | UN | 1,61 | R\$ 42,57 | R\$ 68,73 | R\$ 180.685,92 | 0,04% | 98,97% | B | |
| 99 | COMPOSICAO | 74254/002 | ARMACAO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) A 12,5MM(1/2) - FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO | KG | 9,14 | R\$ 7,29 | R\$ 66,66 | R\$ 180.752,57 | 0,04% | 99,01% | B | |
| 100 | INSUMO | 159 | ADUBO BOVINO | M3 | 1,14 | R\$ 58,00 | R\$ 66,12 | R\$ 180.818,69 | 0,04% | 99,05% | B | |

Fonte: O autor (2014).

O custo total dos insumos e da mão de obra destas duas classes correspondem a 99,05% do custo total do empreendimento. Sendo assim, a classe “C” apesar de possuir 50% dos itens (insumos, mão de obra e equipamentos) corresponde a menos de 1% do custo total do empreendimento.

Foi gerada uma curva ABC para que se possa demonstrar graficamente o “peso” das classes A e B nos custos totais do empreendimento. A Figura 64 faz esta representação.

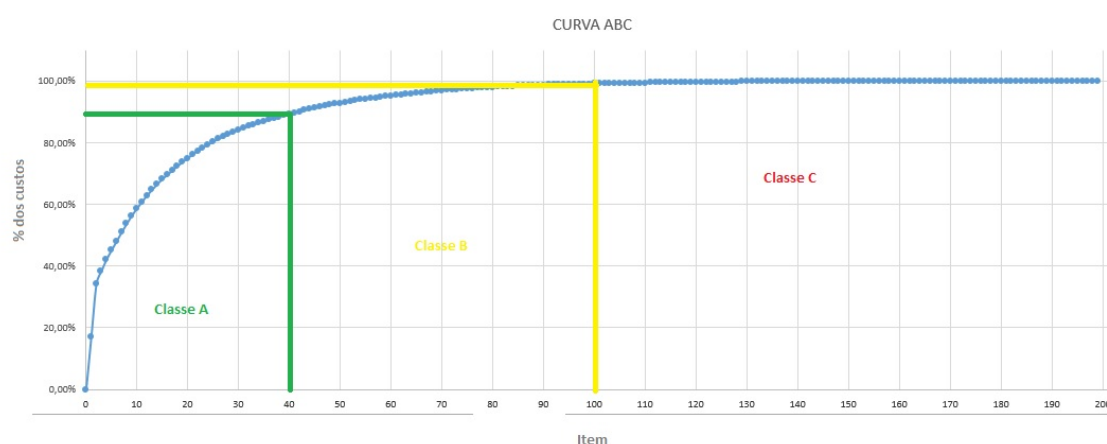


Figura 64: Curva ABC - Serviços e insumos
Fonte: O autor (2014).

A relação dos insumos, mão de obra e equipamentos da classe “C” estão relacionados na Tabela 16.

Tabela 16: Análise ABC - Classe "C" - serviços e insumos

| Item | Código SINAPE | Item | Unidade | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total | Custo Acumulado | % Unit | % acumu | Classes Curva ABC | % custo acumulado classes |
|------|---------------|---|---------|------------|----------------|-------------|-----------------|--------|---------|-------------------|---------------------------|
| 101 | INSUMO | 7528 TOMADA DE EMBUTIR, 2 P + T, UNIVERSAL, DE 10 A / 250 V, COM PLACA | UN | 12,00 | R\$ 5,50 | R\$ 66,00 | R\$ 180.884,69 | 0,04% | 99,08% | C | 0,95% |
| 102 | INSUMO | 7293 TINTA GRAFITE ESMALTE PROTETORA DE SUPERFICIE METALICA | L | 3,24 | R\$ 20,14 | R\$ 65,18 | R\$ 180.949,88 | 0,04% | 99,12% | C | |
| 103 | CHOR | 87446 BETONEIRA, CAPACIDADE NOMINAL 400L, CAPACIDADE DE MISTURA 310L, MOTOR A DIESEL POTÊNCIA 5HP, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF. 06/2014 | CHI | 120,75 | R\$ 0,49 | R\$ 59,17 | R\$ 181.009,04 | 0,03% | 99,15% | C | |
| 104 | INSUMO | 4430 PEÇA DE MADEIRA DE LEI *5 X 6* CM, NÃO APARELHADA, (CAIBRO-P/TELHADO) | M | 13,00 | R\$ 4,42 | R\$ 57,46 | R\$ 181.066,50 | 0,03% | 99,18% | C | |
| 105 | INSUMO | 34637 CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 500 LITROS, COM TAMPA | UN | 0,30 | R\$ 185,16 | R\$ 55,55 | R\$ 181.122,05 | 0,03% | 99,21% | C | |
| 106 | INSUMO | 1872 CAIXA PVC 4" X 2" P/ ELETRODUTO " | UN | 32,00 | R\$ 1,72 | R\$ 55,04 | R\$ 181.177,09 | 0,03% | 99,24% | C | |
| 107 | INSUMO | 7325 ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO E ARGAMASSA | KG | 8,67 | R\$ 5,92 | R\$ 51,31 | R\$ 181.228,40 | 0,03% | 99,27% | C | |
| 108 | INSUMO | 4351 PARAFUSO NIQUELADO P/ FIXAR PEÇA SANITARIA - INCL PORCA CEGA, ARRUOLA E BUCHA DE NYLON 5-8 | UN | 24,00 | R\$ 2,02 | R\$ 48,48 | R\$ 181.276,88 | 0,03% | 99,30% | C | |
| 109 | INSUMO | 5318 SOLVENTE DILUENTE A BASE DE AGUARRAS | L | 4,84 | R\$ 9,83 | R\$ 47,62 | R\$ 181.324,50 | 0,03% | 99,32% | C | |
| 110 | INSUMO | 7181 CUMEIRA P/ TELHA CERAMICA | UN | 36,00 | R\$ 1,20 | R\$ 43,20 | R\$ 181.367,70 | 0,02% | 99,35% | C | |
| 111 | INSUMO | 1072 CAIXA DE PROTECAO P/ MEDIDOR MONOFASICO E DISJUNTOR EM CHAPA DE FERRO GALV | UN | 1,00 | R\$ 40,85 | R\$ 40,85 | R\$ 181.408,55 | 0,02% | 99,37% | C | |
| 112 | INSUMO | 2386 DISJUNTOR TIPO NEMA, MONOPOLAR 35 ATE 50A CONCRETO FCK=15MPA, PREPARO COM BETONEIRA, SEM LANÇAMENTO | M3 | 0,13 | R\$ 315,31 | R\$ 40,04 | R\$ 181.489,01 | 0,02% | 99,41% | C | |
| 114 | INSUMO | 10850 TEM PROCESSO DE DESATIVACAO! PLACA DE NUMERACAO DE CHAPA GALVANIZADA NUM 18 12 X18CM | UN | 0,88 | R\$ 45,36 | R\$ 39,92 | R\$ 181.528,92 | 0,02% | 99,44% | C | |
| 115 | INSUMO | 6020 REGISTRO GAVETA 1/2" BRUTO LATAO REF 1502-B | UN | 2,00 | R\$ 19,80 | R\$ 39,60 | R\$ 181.568,52 | 0,02% | 99,46% | C | |
| 116 | INSUMO | 4419 PEÇA DE MADEIRA DE LEI NATIVA/REGIONAL 10 X 10 X 3 CM P/ FIXACAO DE ESQUADRIAS OU RODAPE | UN | 60,00 | R\$ 0,65 | R\$ 39,00 | R\$ 181.607,52 | 0,02% | 99,48% | C | |
| 117 | COMPOSICAO | 5811 CAMINHÃO BASCULANTE, 6M3, 12T - 162HP (VU-SANOS) - CHP DIURNO | CHP | 0,35 | R\$ 107,39 | R\$ 37,59 | R\$ 181.645,11 | 0,02% | 99,50% | C | |
| 118 | INSUMO | 10569 CAIXA DE PASSAGEM OCTOGONAL 4" X 4" FUNDO MOVEL, EM CHAPA GALVANIZADA" | UN | 26,00 | R\$ 1,41 | R\$ 36,66 | R\$ 181.681,77 | 0,02% | 99,52% | C | |
| 119 | INSUMO | 20247 PREGO DE ACO 15 X 15 C/ CABECA | KG | 4,70 | R\$ 7,66 | R\$ 36,03 | R\$ 181.717,80 | 0,02% | 99,54% | C | |
| 120 | INSUMO | 11717 CAIXA SIFONADA PVC 150 X 150 X 50MM C/ GRELHA REDONDA BRANCA | UN | 2,00 | R\$ 17,84 | R\$ 35,68 | R\$ 181.753,48 | 0,02% | 99,56% | C | |
| 121 | INSUMO | 3899 LUVAS SIMPLES PVC P/ ESG PREDIAL DN 100MM | UN | 8,00 | R\$ 4,38 | R\$ 35,04 | R\$ 181.788,52 | 0,02% | 99,58% | C | |
| 122 | INSUMO | 4384 PARAFUSO NIQUELADO P/ FIXAR PEÇA SANITARIA - INCL PORCA CEGA, ARRUOLA E BUCHA NYLON 5-10 | UN | 4,00 | R\$ 8,08 | R\$ 32,32 | R\$ 181.820,84 | 0,02% | 99,60% | C | |
| 123 | INSUMO | 13400 QUADRO DE DISTRIBUICAO DE EMBUTIR SEM BARRAMENTO P/ 6 DISJUNTORES UNIPOLARES, S/ PORTA, EM CHAPA DE ACO GALV, | UN | 2,00 | R\$ 15,36 | R\$ 30,72 | R\$ 181.851,56 | 0,02% | 99,61% | C | |
| 124 | INSUMO | 10420 BACIA SANITARIA (VASO) CONVENCIONAL DE LOUCA BRANCA | UN | 0,30 | R\$ 101,00 | R\$ 30,30 | R\$ 181.881,86 | 0,02% | 99,63% | C | |
| 125 | INSUMO | 3380 HASTE DE ATERRAMENTO EM ACO, REVESTIDA COM BAIXA CAMADA DE COBRE, COM 3,00 M DE COMPRIMENTO E DN = 5/8", COM CONECTOR TIPO GRAMPO | UN | 1,00 | R\$ 30,25 | R\$ 30,25 | R\$ 181.912,11 | 0,02% | 99,65% | C | |
| 126 | INSUMO | 4378 TEM PROCESSO DE DESATIVACAO! PARAFUSO ROSCA SOBERBA ACO ZINC CABECA CHATA FENDA SIMPLES 7 X 65 MM | UN | 64,00 | R\$ 0,44 | R\$ 28,16 | R\$ 181.940,27 | 0,02% | 99,66% | C | |
| 127 | COMPOSICAO | 88297 OPERADOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 1,60 | R\$ 16,74 | R\$ 26,80 | R\$ 181.967,07 | 0,01% | 99,68% | C | |
| 128 | INSUMO | 3670 LUNCAO SIMPLES PVC P/ ESG PREDIAL DN 100X100MM | UN | 2,00 | R\$ 13,23 | R\$ 26,46 | R\$ 181.993,53 | 0,01% | 99,69% | C | |
| 129 | INSUMO | 4721 PEDRA BRITADA N. 1 - POSTO PEDREIRA / FORNECEDOR (SEM FRETE) | M3 | 0,52 | R\$ 50,73 | R\$ 26,27 | R\$ 182.019,80 | 0,01% | 99,70% | C | |
| 130 | INSUMO | 420 CINTA FG DE 150MM P/ FIXACAO DE CAIXA MEDICAO. | UN | 2,00 | R\$ 12,91 | R\$ 25,82 | R\$ 182.045,62 | 0,01% | 99,72% | C | |
| 131 | INSUMO | 3517 JOELHO PVC SOLD 90G BB P/ ESG PREDIAL DN 40MM | UN | 24,00 | R\$ 1,07 | R\$ 25,68 | R\$ 182.071,30 | 0,01% | 99,73% | C | |
| 132 | INSUMO | 7319 TINTA ASFALTICA PARA CONCRETO E ARGAMASSA - LATA 18L | L | 3,45 | R\$ 6,68 | R\$ 23,02 | R\$ 182.094,32 | 0,01% | 99,75% | C | |
| 133 | INSUMO | 25951 FERTILIZANTE NPK - 10-10-10 | KG | 22,80 | R\$ 0,96 | R\$ 21,89 | R\$ 182.116,20 | 0,01% | 99,76% | C | |
| 134 | INSUMO | 3498 JOELHO REDUCAO 90G PVC C/ ROSCA P/AGUA FRIA PREDIAL 1"X3/4" | UN | 8,00 | R\$ 2,70 | R\$ 21,60 | R\$ 182.137,80 | 0,01% | 99,77% | C | |
| 135 | INSUMO | 1347 CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *1,10 X 2,20* M, E = 12 MM | M2 | 1,21 | R\$ 17,35 | R\$ 20,99 | R\$ 182.158,80 | 0,01% | 99,78% | C | |
| 136 | INSUMO | 123 IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS | L | 5,89 | R\$ 3,37 | R\$ 19,83 | R\$ 182.178,63 | 0,01% | 99,79% | C | |
| 137 | INSUMO | 5069 PREGO POLIDO COM CABECA 17 X 27 | KG | 2,93 | R\$ 6,70 | R\$ 19,61 | R\$ 182.198,24 | 0,01% | 99,80% | C | |
| 138 | INSUMO | 935 FIO P/ TELEFONE DE COBRE BITOLA 0,6MM ISOLACAO EM PVC, POLIPROPILENO, 2 CONDUTORES | 32,52 | 32,52 | R\$ 0,60 | R\$ 19,51 | R\$ 182.217,75 | 0,01% | 99,81% | C | |
| 139 | INSUMO | 39 ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO | KG | 5,04 | R\$ 3,59 | R\$ 18,09 | R\$ 182.235,85 | 0,01% | 99,82% | C | |
| 140 | INSUMO | 7527 TOMADA TELEFONE 4P TELEBRAS S/PLACA PIAL OU SIMILAR | UN | 2,00 | R\$ 8,73 | R\$ 17,46 | R\$ 182.253,31 | 0,01% | 99,83% | C | |
| 141 | INSUMO | 1568 GRAMPO PARALELO BIMETALICO P/ CABO 10MM2 C/ 1 PARAF | UN | 2,00 | R\$ 8,64 | R\$ 17,28 | R\$ 182.270,59 | 0,01% | 99,84% | C | |
| 142 | INSUMO | 3 ACIDO MURIATICO (SOLUCAO ACIDA) | L | 5,10 | R\$ 3,23 | R\$ 16,47 | R\$ 182.287,06 | 0,01% | 99,85% | C | |
| 143 | INHI | 86885 ENGATE FLEXIVEL EM PLASTICO BRANCO, 1/2" X 40CM - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF. 12/2013 | UN | 2,00 | R\$ 7,28 | R\$ 14,57 | R\$ 182.301,63 | 0,01% | 99,86% | C | |
| 144 | INSUMO | 10425 LAVATORIO LOUCA BRANCA SUSPENSO 29,5 X 39,0CM OU EQUIV - PADRAO POPULAR | UN | 0,30 | R\$ 45,35 | R\$ 13,61 | R\$ 182.315,23 | 0,01% | 99,87% | C | |
| 145 | INSUMO | 5102 RALO SECO PVC QUADRADO 100 X 100 X 53 MM SAIDA 40MM C/GRELHA BRANCA | UN | 2,00 | R\$ 6,31 | R\$ 12,62 | R\$ 182.327,85 | 0,01% | 99,87% | C | |
| 146 | COMPOSICAO | 5333 OLEO DE LINHACA | L | 0,83 | R\$ 14,94 | R\$ 12,33 | R\$ 182.340,18 | 0,01% | 99,88% | C | |
| 147 | INSUMO | 9874 TUBO PVC SOLDAVEL EB-892 P/AGUA FRIA PREDIAL DN 40MM FUNDO SINTETICO NIVELADOR BRANCO FOSCO PARA MADEIRA | M | 1,25 | R\$ 9,54 | R\$ 11,93 | R\$ 182.352,10 | 0,01% | 99,89% | C | |
| 148 | INSUMO | 6086 MADEIRA | GL | 0,13 | R\$ 86,69 | R\$ 11,65 | R\$ 182.363,75 | 0,01% | 99,89% | C | |
| 149 | INSUMO | 3529 JOELHO PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25 MM | UN | 24,00 | R\$ 0,47 | R\$ 11,28 | R\$ 182.375,03 | 0,01% | 99,90% | C | |
| 150 | INSUMO | 3520 JOELHO PVC SOLD 90G PB P/ ESG PREDIAL DN 100MM | UN | 2,00 | R\$ 5,40 | R\$ 10,80 | R\$ 182.385,83 | 0,01% | 99,91% | C | |
| 151 | INSUMO | 3662 LUNCAO SIMPLES PVC P/ ESG PREDIAL DN 50X50MM | UN | 2,00 | R\$ 5,03 | R\$ 10,06 | R\$ 182.395,89 | 0,01% | 99,91% | C | |
| 152 | INSUMO | 3528 JOELHO PVC SOLD 45G PB P/ ESG PREDIAL DN 100MM | UN | 2,00 | R\$ 4,98 | R\$ 9,96 | R\$ 182.405,85 | 0,01% | 99,92% | C | |
| 153 | INSUMO | 1091 ARMACAO VERTICAL C/ HASTE E CONTRA-PINO EM CHAPA DE FERRO GALV 3/16" C/ 1 ESTRIBO E 1 SOLADOR" | UN | 1,00 | R\$ 9,23 | R\$ 9,23 | R\$ 182.415,08 | 0,01% | 99,92% | C | |
| 154 | INSUMO | 13415 TORNEIRA CROMADA 1/2" OU 3/4" REF 1193 P/ LAVATORIO - PADRAO POPULAR | UN | 0,30 | R\$ 26,50 | R\$ 7,95 | R\$ 182.423,03 | 0,00% | 99,93% | C | |
| 155 | INSUMO | 1358 CHAPA MADEIRA COMPENSADA RESINADA 2,2 X 1,1M X 17MM P/ FORMA CONCRETO | M2 | 0,48 | R\$ 16,01 | R\$ 7,68 | R\$ 182.430,72 | 0,00% | 99,93% | C | |
| 156 | INSUMO | 3536 JOELHO PVC SOLD 90G P/AGUA FRIA PREDIAL 32 MM | UN | 6,00 | R\$ 1,21 | R\$ 7,26 | R\$ 182.437,98 | 0,00% | 99,93% | C | |
| 157 | INSUMO | 1030 CAIXA DE DESCARGA DE PLASTICO, EXTERNA, DE *9" L, PUXADOR FIO DE NYLON, NAO INCLUSO CANO, BOLSA, ENGATE | UN | 0,30 | R\$ 22,67 | R\$ 6,80 | R\$ 182.444,78 | 0,00% | 99,94% | C | |
| 158 | INSUMO | 10485 VIBRADOR DE IMERSAO C/ MOTOR ELETRICO 2HP MONOFASICO QUALQUER DIAM C/ MANGOTE | H | 6,11 | R\$ 1,09 | R\$ 6,65 | R\$ 182.451,43 | 0,00% | 99,94% | C | |
| 159 | INSUMO | 9867 TUBO DE PVC SOLDAVEL, DN = 20 MM (NBR-5648) | M | 2,79 | R\$ 2,26 | R\$ 6,31 | R\$ 182.457,74 | 0,00% | 99,94% | C | |
| 160 | INSUMO | 6138 VEDACAO PVC 100 MM PARA SAIDA VASO SANITARIO | UN | 2,00 | R\$ 3,03 | R\$ 6,06 | R\$ 182.463,80 | 0,00% | 99,95% | C | |
| 161 | COMPOSICAO | 4417 PEÇA DE MADEIRA DE LEI *2,5 X 7,5* CM (1" X 3"), NÃO APARELHADA, (P/TELHADO) | M | 1,50 | R\$ 4,02 | R\$ 6,03 | R\$ 182.469,83 | 0,00% | 99,95% | C | |

Fonte: O autor (2014).

Tabela 16: Análise ABC - Classe "C" - serviços e insumos (conclusão)

| Item | Código SINAPI | Item | Unidade | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total | Custo Acumulado | % Unit | % acumu | Classes Curva ABC | % custo acumulado classes | |
|------|---------------|----------|---|------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|---------|-------------------|---------------------------|-------|
| 162 | INSUMO | 11753 | REGISTRO PRESSAO 3/4" BRUTO REF 1400 | UN | 0,30 | R\$ 19,32 | R\$ 5,80 | R\$ 182.475,63 | 0,00% | 99,95% | C | 0,95% |
| 163 | INSUMO | 12128 | INTERRUPTOR SOBREPOR 1 TECLA SIMPLES, TIPO SILENTOQUE PIAL OU EQUIV | UN | 1,50 | R\$ 3,75 | R\$ 5,63 | R\$ 182.481,25 | 0,00% | 99,96% | C | |
| 164 | INSUMO | 7139 | TE PVC SOLD 90G P/ AGUA FRIA PREDIAL 25MM | UN | 8,00 | R\$ 0,67 | R\$ 5,36 | R\$ 182.486,61 | 0,00% | 99,96% | C | |
| 165 | INSUMO | 5072 | PREGO POLIDO COM CABECA 1" X 17" | KG | 0,40 | R\$ 13,39 | R\$ 5,36 | R\$ 182.491,97 | 0,00% | 99,96% | C | |
| 166 | INSUMO | 5088 | PORTA CADEADO ZINCADO OXIDADO PRETO | UN | 0,90 | R\$ 4,84 | R\$ 4,36 | R\$ 182.496,32 | 0,00% | 99,97% | C | |
| 167 | INSUMO | 1133 | CAMINHAO BASCULANTE COM CAPACIDADE DE *5* M3 / *11* T, MOTOR DIESEL DE 142 HP (LOCACAO) | H | 0,08 | R\$ 53,10 | R\$ 4,31 | R\$ 182.500,63 | 0,00% | 99,97% | C | |
| 168 | INSUMO | 2692 | DESMOLDANTE PARA FORMA DE MADEIRA | L | 0,46 | R\$ 8,95 | R\$ 4,10 | R\$ 182.504,72 | 0,00% | 99,97% | C | |
| 169 | INSUMO | 4336 | PARAFUSO SEXTAVADO ZINCADO ROSCA INTEIRA 5/8" X 3" C/ PORCA E ARRUELA DE PRESSAO/MEDIA | UN | 2,00 | R\$ 1,86 | R\$ 3,72 | R\$ 182.508,44 | 0,00% | 99,97% | C | |
| 170 | INSUMO | 98385688 | TUBO PVC SERIE NORMAL - ESGOTO PREDIAL DN 50MM - NBR | M | 0,55 | R\$ 6,64 | R\$ 3,63 | R\$ 182.512,07 | 0,00% | 99,97% | C | |
| 171 | INSUMO | 1966 | CURVA PVC 90G CURTA PVC P/ ESG PREDIAL DN 100MM | UN | 0,30 | R\$ 11,03 | R\$ 3,31 | R\$ 182.515,38 | 0,00% | 99,98% | C | |
| 172 | INSUMO | 4425 | PEÇA DE MADEIRA DE LEI *6 X 12* CM, NÃO APARELHADA, (VIGA - P/TE LHADO) | M | 0,30 | R\$ 10,64 | R\$ 3,19 | R\$ 182.518,57 | 0,00% | 99,98% | C | |
| 173 | INSUMO | 2673 | ELETRODUTO DE PVC ROSCÁVEL DE 1/2", SEM LUVA | M | 2,00 | R\$ 1,42 | R\$ 2,84 | R\$ 182.521,41 | 0,00% | 99,98% | C | |
| 174 | INSUMO | 3388 | ISOLADOR ROLDANA DE PORCELANA VIDRADA PIBT72X72 | UN | 1,00 | R\$ 2,78 | R\$ 2,78 | R\$ 182.524,19 | 0,00% | 99,98% | C | |
| 175 | INSUMO | 379 | ARRUELA QUADRADA ACO GALV D = 38MM ESP = 3MM DFURO= 18 MM | UN | 2,00 | R\$ 1,24 | R\$ 2,48 | R\$ 182.526,67 | 0,00% | 99,98% | C | |
| 176 | INSUMO | 6146 | SIFAO PLASTICO P/ LAVATORIO/PIA TIPO COPO 1 1/4" | UN | 0,30 | R\$ 7,89 | R\$ 2,37 | R\$ 182.529,04 | 0,00% | 99,98% | C | |
| 177 | INSUMO | 12296 | BOCAL/SOQUETE/RECEPTACULO DE PORCELANA | UN | 1,50 | R\$ 1,53 | R\$ 2,30 | R\$ 182.531,33 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 178 | INSUMO | 1380 | CIMENTO BRANCO | KG | 0,82 | R\$ 2,81 | R\$ 2,29 | R\$ 182.533,63 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 179 | INSUMO | 20256 | ROLDANAS PLASTICAS/PVC OU CLEATS TAMANHO MEDIO P/ INSTALACAO ELETR APARENTE | UN | 1,00 | R\$ 2,21 | R\$ 2,21 | R\$ 182.535,84 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 180 | INSUMO | 4722 | PEDRA BRITADA N. 3 - POSTO PEDREIRA / FORNECEDOR (SEM FRETE) | M3 | 0,05 | R\$ 44,12 | R\$ 2,12 | R\$ 182.537,96 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 181 | INSUMO | 3146 | FITA VEDA ROSCA EM ROLOS 18MMX10M | UN | 0,88 | R\$ 2,31 | R\$ 2,04 | R\$ 182.540,00 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 182 | INSUMO | 3500 | JOELHO PVC SOLD 45G P/ AGUA FRIA PRED 25 MM | UN | 2,00 | R\$ 0,98 | R\$ 1,96 | R\$ 182.541,96 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 183 | INSUMO | 7608 | CHUVIeiro PLASTICO BRANCO SIMPLES 5" - AGUA FRIA - PARA ACOPLAR EM HASTE 1/2" | UN | 0,30 | R\$ 6,34 | R\$ 1,90 | R\$ 182.543,86 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 184 | INSUMO | 25963 | CALCARIO DOLOMITICO A - POSTO PEDREIRA / FORNECEDOR (SEM FRETE) | KG | 34,20 | R\$ 0,05 | R\$ 1,71 | R\$ 182.545,57 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 185 | INSUMO | 3143 | FITA VEDA ROSCA EM ROLOS 18MMX25M | UN | 0,31 | R\$ 5,32 | R\$ 1,63 | R\$ 182.547,20 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 186 | INSUMO | 3542 | JOELHO PVC SOLD 90G P/AGUA FRIA PREDIAL 20 MM | UN | 4,00 | R\$ 0,37 | R\$ 1,48 | R\$ 182.548,68 | 0,00% | 99,99% | C | |
| 187 | INSUMO | 6141 | ENGATE OU RABICHO FLEXIVEL PLASTICO (PVC OU ABS) BRANCO 1/2" X 30CM | UN | 0,60 | R\$ 2,44 | R\$ 1,46 | R\$ 182.550,15 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 188 | INSUMO | 3764 | LAMPADA INCANDESCENTE 60W | UN | 1,50 | R\$ 0,88 | R\$ 1,32 | R\$ 182.551,47 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 189 | INSUMO | 1031 | TUBO DE DESCIDA (DESCARGA) EXTERNO PVC P/ CX DESCARGA EXTERNA - 40MM X 1,60M | UN | 0,30 | R\$ 3,79 | R\$ 1,14 | R\$ 182.552,60 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 190 | COMPOSICAO | 5075 | PREGO POLIDO COM CABECA 18 X 30 | KG | 0,17 | R\$ 6,74 | R\$ 1,11 | R\$ 182.553,72 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 191 | CHOR | 88386 | MISTURADOR DE ARGAMASSA, EIXO HORIZONTAL, CAPACIDADE DE MISTURA 300KG, MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA 5 CV - CHP DIURNO, AF. 06/2014 | CHP | 0,38 | R\$ 2,31 | R\$ 0,88 | R\$ 182.554,60 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 192 | CHOR | 88392 | MISTURADOR DE ARGAMASSA, EIXO HORIZONTAL, CAPACIDADE DE MISTURA 300KG, MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA 5 CV - CHI DIURNO, AF. 06/2014 | CHI | 1,25 | R\$ 0,64 | R\$ 0,80 | R\$ 182.555,40 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 193 | INSUMO | 6158 | VALVULA EM PLASTICO BRANCO 1" SEM UNHO C/ LADRAO P/ LAVATORIO | UN | 0,30 | R\$ 2,28 | R\$ 0,68 | R\$ 182.556,08 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 194 | INSUMO | 10532 | BETONEIRA DE 320 A 600 LITROS COM CARREGADOR E MOTOR ELÉTRICO TRIFASICO (LOCACAO) | H | 0,75 | R\$ 0,81 | R\$ 0,60 | R\$ 182.556,69 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 195 | INSUMO | 11950 | BUCHA NYLON 5-6 C/ PARAFUSO ACO ZINC CAB CHATA ROSCA SOBERBA 4,2 X 45MM | UN | 4,00 | R\$ 0,15 | R\$ 0,60 | R\$ 182.557,29 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 196 | INSUMO | 1453 | COMPACTADOR SOLOS C/ PLACA VIBRATÓRIA MOTOR DIESEL/GASOLINA 7 A 10HP 400KG NÃO REVERSÍVEL TIPO DYNAPAC CM-20 OU EQUIV | H | 0,19 | R\$ 3,05 | R\$ 0,58 | R\$ 182.557,87 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 197 | INSUMO | 6140 | BOLSA DE LIGACAO EM PVC FLEXIVEL P/ VASO SANITARIO 1.1/2" (40MM) | UN | 0,30 | R\$ 1,87 | R\$ 0,56 | R\$ 182.558,43 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 198 | INSUMO | 938 | FIO RIGIDO, ISOLACAO EM PVC 450/750V 1,5MM2 | M | 0,15 | R\$ 0,60 | R\$ 0,09 | R\$ 182.558,52 | 0,00% | 100,00% | C | |
| 199 | INSUMO | 6044 | RETROESCAVADEIRA C/ CARREGADEIRA SOBRE PNEUS 75HP C/CONVERSOR DE TORQUE (INCL MANUTENCAO/OPERACAO E COMBUSTÍVEL) | H | 0,00 | R\$ 90,98 | R\$ 0,01 | R\$ 182.558,53 | 0,00% | 100,00% | C | |

Fonte: O Autor (2014).

A análise ABC dos serviços (mão de obra e equipamentos) e insumos pode se tornar uma importante linha de base para o processo de aquisições do projeto.

No processo de modelagem 4D podem ser simuladas várias alternativas de métodos construtivos, sistemas construtivos, com inserção de equipamentos e que servem de referência para estudar aquela com melhor desempenho financeiro na modelagem 5D do empreendimento. Este estudo foi limitado ao levantamento de quantitativos utilizando as especificações descritas no projeto

e, como não foi feito o acompanhamento da execução do empreendimento, a simulação de execução foi limitada a alternativa descrita neste trabalho.

Outro estudo foi inserido neste projeto é a ferramenta de controle conhecida como estudo do valor agregado (EVA).

4.2 Estudo do Valor Agregado (EVA)

O estudo de valor agregado é uma poderosa ferramenta para o controle de projetos. Fornece parâmetros e indicadores para a análise dos custos reais do trabalho realizado em um determinado período de tempo.

A partir do orçamento gerado durante o processo de modelagem e o planejamento da obra é possível gerar uma linha de base dos custos do empreendimento. Esta linha de base também é conhecida como curva “S” ou curva do Valor Planejado (VP).

Um dos estudos adicionais ao estudo de caso foi a geração de uma curva S do empreendimento, conforme ilustrado na Figura 65. Esta linha de base de custo servirá como referência para o estudo de valor agregado.

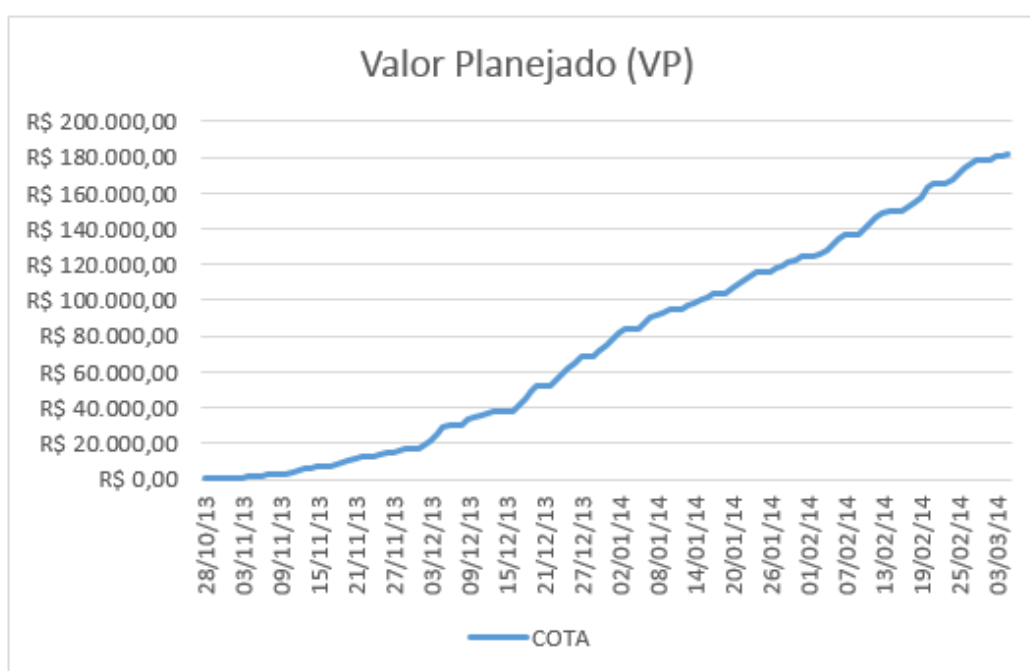


Figura 65: Curva S ou curva do valor planejado (VP)

Fonte: O autor (2014).

Para a utilização do estudo de valor agregado neste projeto foi utilizado o *Microsoft® Project 2013*. Este software é específico para a execução do gerenciamento de projetos, desenvolvido pela *Microsoft* desde 1985 e a última versão disponível é o *Microsoft® Project 2014*. A versão utilizada (*Microsoft® Project 2013*) é compatível com o *Autodesk® Navisworks 2014*.

Conforme descrito anteriormente, nesta fase é possível verificar a falta de interoperabilidade dos dados obtidos no *Microsoft® Excel* com os dados a serem inseridos no *Microsoft® Project*. Todos os dados tiveram que ser inseridos manualmente no *Microsoft® Project*.

Foi proposta a utilização de um *template* para o controle dos projetos no *Microsoft® Project*. Na linha de base dos prazos e dos custos foram utilizados os dados obtidos no processo do planejamento da obra.

O estudo de valor agregado consiste na comparação entre três curvas: a curva do custo realizado (CR), a curva do valor planejado (VP) e a curva do valor agregado (VA).

O custo realizado (CR) consiste na somatória de todos os custos incorridos no projeto, somando cumulativamente todos os custos dentro de uma escala de tempo. Os custos das atividades são lançados no planejamento gerado pelo *Microsoft® Project*, na coluna destacada na Figura 66. Os dados do custo real do projeto são lançados na coluna “Custo”, e a partir destes dados é gerada a curva *Actual cost of work performed (ACWP)* ou Custo realizado (CR).

| | Task Name | % concluída | Acumulação de custo fixo | Custo | Baseline | Variance | Remaining |
|----|---------------------------------------|-------------|--------------------------|----------|----------------|----------------|-----------|
| 1 | ▲ CASA | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 182.561,67 | R\$ 182.561,67 | R\$ 0,00 |
| 2 | ▲ SERVIÇOS PRELIMINARES | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 14.413,78 | -R\$ 14.413,78 | R\$ 0,00 |
| 3 | ▲ Limpeza do Terreno | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.234,80 | -R\$ 1.234,80 | R\$ 0,00 |
| 4 | Limpeza Manual do T | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.234,80 | -R\$ 1.234,80 | R\$ 0,00 |
| 5 | ▲ Movimentação de Terra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.889,24 | -R\$ 1.889,24 | R\$ 0,00 |
| 6 | Escavação manual de | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.889,24 | -R\$ 1.889,24 | R\$ 0,00 |
| 7 | ▲ Reaterro | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 3.296,92 | -R\$ 3.296,92 | R\$ 0,00 |
| 8 | Reaterro Compactad | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 3.296,92 | -R\$ 3.296,92 | R\$ 0,00 |
| 9 | ▲ Bota Fora | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 381,40 | -R\$ 381,40 | R\$ 0,00 |
| 10 | Bota Fora | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 381,40 | -R\$ 381,40 | R\$ 0,00 |
| 11 | ▲ Tapume | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.593,07 | -R\$ 1.593,07 | R\$ 0,00 |
| 12 | Tapume | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.593,07 | -R\$ 1.593,07 | R\$ 0,00 |
| 13 | ▲ Placa de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 401,03 | -R\$ 401,03 | R\$ 0,00 |
| 14 | Placa de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 401,03 | -R\$ 401,03 | R\$ 0,00 |
| 15 | ▲ Locação de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 2.252,09 | -R\$ 2.252,09 | R\$ 0,00 |
| 16 | Locação de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 2.252,09 | -R\$ 2.252,09 | R\$ 0,00 |
| 17 | ▲ Abrigo Provisório de Ob | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.571,15 | -R\$ 1.571,15 | R\$ 0,00 |
| 18 | Barracão de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.571,15 | -R\$ 1.571,15 | R\$ 0,00 |
| 19 | ▲ Instalação Provisória de Água e Luz | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 892,10 | -R\$ 892,10 | R\$ 0,00 |
| 20 | Entrada de Energia El | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 892,10 | -R\$ 892,10 | R\$ 0,00 |

Figura 66: Introdução dos dados referente ao custo real do projeto
Fonte: O autor (2014).

O valor planejado (VP) da atividade é a somatória de todos os custos previstos no projeto. No caso estudado os custos de cada atividade foram levantados com os quantitativos extraídos do modelo e multiplicados pelo custo de cada atividade. O processo de orçamentação foi demonstrado nos casos estudados. Como descrito anteriormente, não existe a interoperabilidade dos dados extraídos do Microsoft® Excel com os dados a serem inseridos no Microsoft® Project, e por este motivo todos os dados foram inseridos manualmente.

Os dados do orçamento gerado no estudo de caso “C” estão ilustrados na Figura 67. Para facilitar o processo, alguns dados foram consolidados em algumas atividades *macro*, como no caso do item “Reaterro”.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|----|---------|-------------|---|----|------------|--------|--------------|
| 1 | | | Código SINA | Descrição da Atividade | | | | |
| 2 | | | | Serviços Preliminares | | | | |
| 3 | | | | Limpeza do Terreno | | | | |
| 4 | CA | 7344816 | | LIMPEZA MANUAL DO TERRENO (C/ RASPAGEM SUPERFICIAL) | M2 | R\$ 3,43 | 360,00 | R\$ 1.234,80 |
| 5 | | | | Movimentação de Terra | | | | |
| 6 | | | | Escavação | | | | |
| 7 | CA | 73481 | | ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA COMPACTA, PROF. DE 0 M < H <= 1 M | M3 | R\$ 34,99 | 54,00 | R\$ 1.889,24 |
| 8 | | | | Reaterro | | | | |
| 9 | CA | 53927 | | REATERRO COMPACTADO MANUALMENTE (VALAS DE FUNDAÇÕES RESIDENCIAIS) | M3 | R\$ 54,88 | 54,00 | R\$ 2.963,52 |
| 10 | CA | 79489 | | REATERRO MANUAL SEM APOLOAMENTO | M3 | R\$ 6,17 | 54,00 | R\$ 333,40 |
| 11 | | | | Bota-Fora | | | | |
| 12 | CA | 72898 | | CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | R\$ 0,75 | 25,00 | R\$ 18,80 |
| 13 | CA | 72896 | | CARGA MANUAL DE TERRA EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | R\$ 14,50 | 25,00 | R\$ 362,60 |
| 14 | | | | Tapume | | | | |
| 15 | CA | 742281 | | TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X | M2 | R\$ 42,48 | 37,50 | R\$ 1.593,07 |
| 16 | | | | Placa de Obra | | | | |
| 17 | CA | 742491 | | PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO | M2 | R\$ 267,36 | 1,50 | R\$ 401,03 |
| 18 | | | | Locação de Obra | | | | |
| 19 | CA | 740721 | | LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTOLETADAS, SEM REAPROVEITAMENTO | M2 | R\$ 6,26 | 360,00 | R\$ 2.252,09 |
| 20 | | | | Abrigo Provisório de Obra | | | | |
| 21 | CA | 742421 | | BARRACÃO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA COM BANHEIRO, COBERTURA EM FIBROCIMENTO 4 | M2 | R\$ 157,12 | 10,00 | R\$ 1.571,15 |

Figura 67: Orçamento do Caso "C"
Fonte: O Autor (2014).

O valor planejado de cada atividade foi lançado na coluna *Baseline* (Custo da linha de base) conforme demonstrado na Figura 68. Este processo já foi descrito anteriormente no estudo de caso "C".

| | Task Name | % concluída | Acumulação de custo fixo | Custo | Baseline | Variance | Remaining |
|----|---------------------------------------|-------------|--------------------------|----------|----------------|----------------|-----------|
| 1 | ▲ CASA | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 182.561,67 | R\$ 182.561,67 | R\$ 0,00 |
| 2 | ▲ SERVIÇOS PRELIMINARES | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 14.413,78 | -R\$ 14.413,78 | R\$ 0,00 |
| 3 | ▲ Limpeza do Terreno | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.234,80 | -R\$ 1.234,80 | R\$ 0,00 |
| 4 | Limpeza Manual do T | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.234,80 | -R\$ 1.234,80 | R\$ 0,00 |
| 5 | ▲ Movimentação de Terra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.889,24 | -R\$ 1.889,24 | R\$ 0,00 |
| 6 | Escavação manual de | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.889,24 | -R\$ 1.889,24 | R\$ 0,00 |
| 7 | ▲ Reaterro | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 3.296,92 | -R\$ 3.296,92 | R\$ 0,00 |
| 8 | Reaterro Compactad | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 3.296,92 | -R\$ 3.296,92 | R\$ 0,00 |
| 9 | ▲ Bota Fora | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 381,40 | -R\$ 381,40 | R\$ 0,00 |
| 10 | Bota Fora | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 381,40 | -R\$ 381,40 | R\$ 0,00 |
| 11 | ▲ Tapume | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.593,07 | -R\$ 1.593,07 | R\$ 0,00 |
| 12 | Tapume | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.593,07 | -R\$ 1.593,07 | R\$ 0,00 |
| 13 | ▲ Placa de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 401,03 | -R\$ 401,03 | R\$ 0,00 |
| 14 | Placa de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 401,03 | -R\$ 401,03 | R\$ 0,00 |
| 15 | ▲ Locação de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 2.252,09 | -R\$ 2.252,09 | R\$ 0,00 |
| 16 | Locação de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 2.252,09 | -R\$ 2.252,09 | R\$ 0,00 |
| 17 | ▲ Abrigo Provisório de Ob | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.571,15 | -R\$ 1.571,15 | R\$ 0,00 |
| 18 | Barracão de Obra | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 1.571,15 | -R\$ 1.571,15 | R\$ 0,00 |
| 19 | ▲ Instalação Provisória de Água e Luz | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 892,10 | -R\$ 892,10 | R\$ 0,00 |
| 20 | Entrada de Energia El | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 892,10 | -R\$ 892,10 | R\$ 0,00 |
| 21 | ▲ Drenagem | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 901,98 | -R\$ 901,98 | R\$ 0,00 |
| 22 | Execução de Dreno | 100% | Rateado | R\$ 0,00 | R\$ 901,98 | -R\$ 901,98 | R\$ 0,00 |

Figura 68: Introdução dos dados do Valor planejado (VP)
Fonte: O autor (2014).

O valor agregado do projeto indica a parcela do orçamento que deveria ser utilizada para realizar o trabalho, no momento em que está sendo realizado

o controle das atividades. Consiste na verificação da porcentagem do trabalho concluído com o valor planejado para a atividade.

A porcentagem do trabalho concluído deve ser realizada em campo com a verificação do trabalho já executado. A padronização da medição é uma atividade muito importante, pois a verificação da porcentagem concluída é subjetiva. Na Figura 69 é demonstrado o local onde estes dados devem ser inseridos no *Microsoft® Project*.

| | Modo da | Task Name | Duração | % concluída | Início real | Término real | Início Previsto | Término Previsto |
|----|---------|---------------------------------------|-----------|-------------|-------------|--------------|-----------------|------------------|
| 1 | | ▾ CASA | 93 dias | 0% | ND | ND | Ter 16/12/14 | Qui 23/04/15 |
| 2 | | ▾ SERVIÇOS PRELIMINARES | 24 dias | 0% | ND | ND | Ter 16/12/14 | Sex 16/01/15 |
| 3 | | ▾ Limpeza do Terreno | 6,13 dias | 0% | ND | ND | Ter 16/12/14 | Ter 23/12/14 |
| 4 | | Limpeza Manual do Terreno | 6,13 dias | 0% | ND | ND | Ter 16/12/14 | Ter 23/12/14 |
| 5 | | ▾ Movimentação de Terra | 4,13 dias | 0% | ND | ND | Qua 24/12/14 | Ter 30/12/14 |
| 6 | | Escavação manual de valas | 4,13 dias | 0% | ND | ND | Qua 24/12/14 | Ter 30/12/14 |
| 7 | | ▾ Reaterro | 3,13 dias | 0% | ND | ND | Ter 30/12/14 | Sex 02/01/15 |
| 8 | | Reaterro Compactado | 3,13 dias | 0% | ND | ND | Ter 30/12/14 | Sex 02/01/15 |
| 9 | | ▾ Bota Fora | 1,13 dias | 0% | ND | ND | Sex 02/01/15 | Seg 05/01/15 |
| 10 | | Bota Fora | 1,13 dias | 0% | ND | ND | Sex 02/01/15 | Seg 05/01/15 |
| 11 | | ▾ Tapume | 2,13 dias | 0% | ND | ND | Seg 05/01/15 | Qua 07/01/15 |
| 12 | | Tapume | 2,13 dias | 0% | ND | ND | Seg 05/01/15 | Qua 07/01/15 |
| 13 | | ▾ Placa de Obra | 1,13 dias | 0% | ND | ND | Qua 07/01/15 | Qui 08/01/15 |
| 14 | | Placa de Obra | 1,13 dias | 0% | ND | ND | Qua 07/01/15 | Qui 08/01/15 |
| 15 | | ▾ Locação de Obra | 3,13 dias | 0% | ND | ND | Qui 08/01/15 | Ter 13/01/15 |
| 16 | | Locação de Obra | 3,13 dias | 0% | ND | ND | Qui 08/01/15 | Ter 13/01/15 |
| 17 | | ▾ Abrigo Provisório de Obra | 3,13 dias | 0% | ND | ND | Qua 07/01/15 | Seg 12/01/15 |
| 18 | | Barracão de Obra | 3,13 dias | 0% | ND | ND | Qua 07/01/15 | Seg 12/01/15 |
| 19 | | ▾ Instalação Provisória de Água e Luz | 1,13 dias | 0% | ND | ND | Seg 12/01/15 | Ter 13/01/15 |
| 20 | | Entrada de Energia Elétrica | 1,13 dias | 0% | ND | ND | Seg 12/01/15 | Ter 13/01/15 |

Figura 69: Introdução dos dados da % do trabalho concluído
Fonte: O autor (2014).

O produto da inserção destes dados no *Microsoft® Project* no *template* proposto pelo autor é demonstrado na Figura 70. Como não se dispunha dos valores consumidos e dos prazos de execução do empreendimento, neste caso, estimou-se uma variação de 5% no valor planejado com o custo real para que se possa observar a tendência de extrapolar a curva da linha de base dos custos.

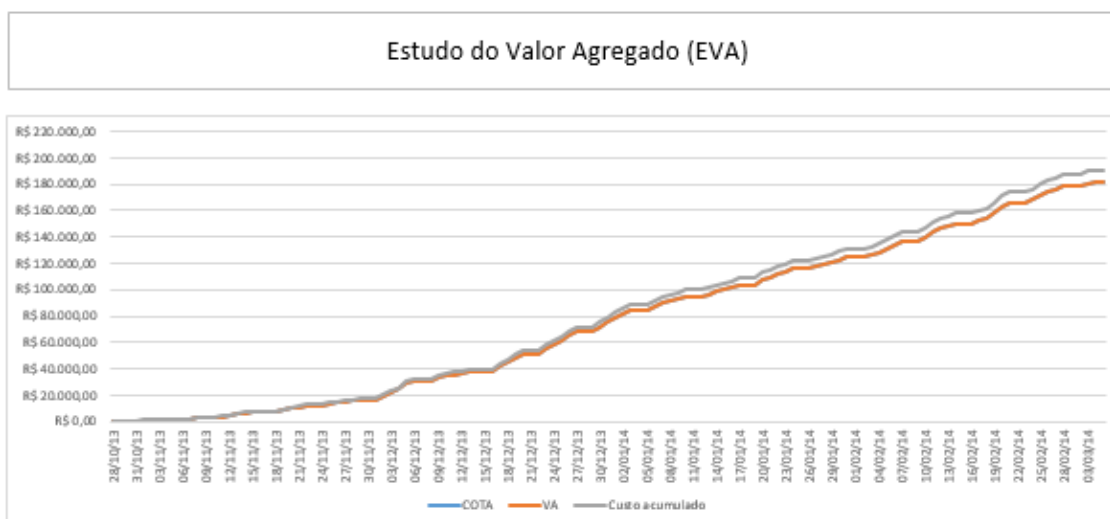


Figura 70: Estudo do Valor Agregado
Fonte: O autor (2014).

A Figura 71 apresenta o lançamento dos custos extrapolados em 5% para a melhor observação das curvas do Valor Planejado (VP) ou COTA, do Valor Agregado (VA) e do Custo Realizado (CR) ou Custo Acumulado.

| | Task Name | % concluída | Acumulação de custo fixo | Custo | Baseline | Variance | Remaining |
|------------------|--|-------------|--------------------------|----------------|----------------|--------------|-----------|
| GRÁFICO DE GANTT | 1 CASA | 100% | Rateado | R\$ 191.855,37 | R\$ 182.561,67 | R\$ 9.293,70 | R\$ 0,00 |
| | 2 SERVIÇOS PRELIMINARES | 100% | Rateado | R\$ 15.134,42 | R\$ 14.413,78 | R\$ 720,64 | R\$ 0,00 |
| | 3 Limpeza do Terreno | 100% | Rateado | R\$ 1.296,54 | R\$ 1.234,80 | R\$ 61,74 | R\$ 0,00 |
| | 4 Limpeza Manual do T | 100% | Rateado | R\$ 1.296,54 | R\$ 1.234,80 | R\$ 61,74 | R\$ 0,00 |
| | 5 Movimentação de Terra | 100% | Rateado | R\$ 1.983,71 | R\$ 1.889,24 | R\$ 94,47 | R\$ 0,00 |
| | 6 Escavação manual de | 100% | Rateado | R\$ 1.983,71 | R\$ 1.889,24 | R\$ 94,47 | R\$ 0,00 |
| | 7 Reaterro | 100% | Rateado | R\$ 3.461,76 | R\$ 3.296,92 | R\$ 164,84 | R\$ 0,00 |
| | 8 Reaterro Compactad | 100% | Rateado | R\$ 3.461,76 | R\$ 3.296,92 | R\$ 164,84 | R\$ 0,00 |
| | 9 Bota Fora | 100% | Rateado | R\$ 400,41 | R\$ 381,40 | R\$ 19,01 | R\$ 0,00 |
| | 10 Bota Fora | 100% | Rateado | R\$ 400,41 | R\$ 381,40 | R\$ 19,01 | R\$ 0,00 |
| | 11 Tapume | 100% | Rateado | R\$ 1.672,72 | R\$ 1.593,07 | R\$ 79,65 | R\$ 0,00 |
| | 12 Tapume | 100% | Rateado | R\$ 1.672,72 | R\$ 1.593,07 | R\$ 79,65 | R\$ 0,00 |
| | 13 Placa de Obra | 100% | Rateado | R\$ 421,09 | R\$ 401,03 | R\$ 20,06 | R\$ 0,00 |
| | 14 Placa de Obra | 100% | Rateado | R\$ 421,09 | R\$ 401,03 | R\$ 20,06 | R\$ 0,00 |
| | 15 Locação de Obra | 100% | Rateado | R\$ 2.364,69 | R\$ 2.252,09 | R\$ 112,60 | R\$ 0,00 |
| | 16 Locação de Obra | 100% | Rateado | R\$ 2.364,69 | R\$ 2.252,09 | R\$ 112,60 | R\$ 0,00 |
| | 17 Abrigo Provisório de Ob | 100% | Rateado | R\$ 1.649,71 | R\$ 1.571,15 | R\$ 78,56 | R\$ 0,00 |
| | 18 Barracão de Obra | 100% | Rateado | R\$ 1.649,71 | R\$ 1.571,15 | R\$ 78,56 | R\$ 0,00 |
| | 19 Instalação Provisória de Água e Luz | 100% | Rateado | R\$ 936,71 | R\$ 892,10 | R\$ 44,61 | R\$ 0,00 |
| | 20 Entrada de Energia El | 100% | Rateado | R\$ 936,71 | R\$ 892,10 | R\$ 44,61 | R\$ 0,00 |
| | 21 Drenagem | 100% | Rateado | R\$ 947,08 | R\$ 901,98 | R\$ 45,10 | R\$ 0,00 |
| | 22 Execução de Dreno | 100% | Rateado | R\$ 947,08 | R\$ 901,98 | R\$ 45,10 | R\$ 0,00 |

Figura 71: Introdução dos custos realizados na obra (extrapolado em 5%)
Fonte: O Autor (2014).

O Estudo do Valor Agregado (EVA) representa uma importante ferramenta para o controle do desempenho físico e financeiro de um empreendimento. Este estudo permite que medidas corretivas possam ser tomadas, para que nem os prazos nem os custos extrapolem o previsto. As medidas corretivas podem ser tomadas assim que seja observado o início do desvio dos custos realizados (CR) e do valor planejado (VP).

Uma das falhas detectadas na utilização do *Microsoft® Project* está na utilização da ferramenta “linha de base”: todos os valores das linhas de base dos custos são alterados, de modo que é impossível analisar os desvios entre as curvas do Valor Planejado (VP) e do Custo Realizado (CR). Isto porque durante a utilização da ferramenta “linha de base”, os dados do valor planejado (VP) são atualizados com os valores da linha de base do custo realizado (CR).

5 CONCLUSÃO

Esta dissertação teve o foco no estudo do processo da extração de quantitativos e a incorporação de custos durante a modelagem em BIM de uma edificação. Para a demonstração deste processo, o trabalho foi dividido em cinco etapas principais: a modelagem de uma edificação com a incorporação de um “*keynote*” ou “nota chave” em cada um de seus elementos construtivos, seguida pela extração dos quantitativos do modelo, a incorporação aos quantitativos dos custos das atividades, execução do planejamento da obra e, por fim, a simulação da modelagem 5D.

Primeiramente, foi realizado – com o objetivo de fornecer ao leitor o embasamento teórico à adequada compreensão do trabalho - um estudo referencial teórico-conceitual abordando conceitualmente cada uma das atividades compreendidas pelo mesmo. Após a apresentação de todos os conceitos, foram apresentados os casos e em seguida estudados os casos propostos.

Os casos selecionados foram todos realizados pela mesma equipe de projetistas. Em cada caso o processo de modelagem 5D passou por constantes aperfeiçoamentos, através da adoção de novas técnicas e ferramentas. No último caso analisado, foi realizada a observação direta de todo o processo da modelagem 5D. Nos demais casos foi realizado somente um estudo sobre os trabalhos desenvolvidos.

O processo não é automatizado em todas as fases, de modo que ainda é exigida a intervenção humana. Todavia, as atividades que exigiram maior quantidade de trabalho humano, como por exemplo, o levantamento das quantidades das necessárias às atividades previstas ao projeto, foi realizado pelo *software*. A inserção das planilhas de custos, por sua vez, foi realizada de forma manual: cada planilha deve ser convertida e atualizada dentro da planilha orçamentária.

O banco de dados utilizado no trabalho é a tabela SINAPI, a qual apesar de ser uma excelente ferramenta para a aferição dos custos de uma obra, apresenta algumas falhas de comunicação entre as planilhas que compõem o

banco de dados, o que gera dados inconsistentes. Uma das falhas detectadas no processo é a inconsistência dos dados nas três planilhas fornecidas pela CEF: “Catálogo de Composições Analíticas”, “Custo de Composições” e “Preços de Insumos”. Ao utilizar os dados das planilhas “Custo de Composições” e “Preços de Insumos” na planilha “Catálogo de Composições”, há incoerências entre o valor obtido e o valor que está listado na planilha “Custo de Composições”. O formato de apresentação dos arquivos em *pdf*, por sua vez, dificulta muito o lançamento dos dados dentro do banco de dados.

Outros bancos de dados podem ser utilizados no processo de levantamento de custos da edificação. Mas para que isto seja possível, estes devem possuir códigos específicos para cada elemento construtivo da edificação. Em outras plataformas BIM, o fluxo de trabalho pode ser alterado, de modo que é necessário analisar caso a caso os meios pelos quais pode ser feita a exportação dos dados levantados no modelo para o banco de dados de custo da empresa.

O levantamento das quantidades realizadas pelo *software* não exime a necessidade de um profissional verificar se estas estão corretas, visto que, na apresentação de um elemento sem um “*keynote*” ou “código chave”, o elemento quantificado não será exportado para o banco de dados. Um processo adicional ao levantamento de quantitativos é a aferição de todos os elementos. Estes devem ser verificados para que a sua identificação e esteja de acordo com a especificação definidas no escopo do projeto.

A utilização dos dados levantados no processo de levantamento de custos do empreendimento possibilita a análise de diferentes cenários de fluxo de caixa e de procedimentos relativos à execução do empreendimento.

Pode-se concluir que a adoção da modelagem 5D em um empreendimento otimiza o processo de levantamento de custos, pois todos os quantitativos são extraídos diretamente do modelo. Minimiza-se a intervenção humana durante todo o processo, o que leva a uma menor ocorrência de erros. Todavia, o processo necessita que a análise dos dados levantados seja feita por um profissional, pois um erro na modelagem 3D certamente incorrerá em erros dos dados na modelagem 5D.

Todo o levantamento de custos apresenta certo grau de imprecisão. Com a utilização da modelagem 5D, todo o processo de levantamentos de quantitativos é automatizado e realizado pelo *software*, o que diminui o grau de incerteza de todo o processo. O nível de precisão dos quantitativos obtidos no modelo depende do grau de desenvolvimento do projeto. Quanto maior é o estágio de desenvolvimento do projeto, mais preciso é o levantamento de quantitativos.

Durante o processo de conclusão do trabalho, verificou-se a necessidade de acrescentar estudos sobre como efetuar um controle de custo mais eficiente por meio da análise ABC e do estudo do valor agregado (EVA), duas ferramentas eficientes e de simples compreensão. A modelagem 5D não deve ficar restrita apenas ao levantamento dos custos e à simulação do fluxo de caixa de um empreendimento, mas deve fornecer parâmetros para que todo o processo de gerenciamento de custos possa ser controlado.

Ao se fazer a análise ABC é possível determinar quais as atividades são mais impactantes no custo total do empreendimento. A partir desta análise define-se de que maneira cada atividade vai ser controlada. Utilizando-se esta metodologia de classificação, aprimora-se a eficiência do controle, diminuindo a demanda de recursos necessários à obtenção um grau razoável de controle do empreendimento.

Além das atividades, os insumos e serviços também podem ser controlados servindo como uma linha de base para que o responsável pelas aquisições do projeto possa fazer uma boa gestão de suas aquisições.

O estudo do valor agregado (EVA) é uma ferramenta de controle eficiente desenvolvido pelas forças armadas estadunidenses, utilizada no controle dos seus projetos bélicos. Nesta dissertação, esta ferramenta foi utilizada para o desenvolvimento de um *template* para o controle de um projeto de construção civil. Particularmente para este estudo, foi simulado um cenário para a verificação do funcionamento do *template*, cuja aferição será proposta como uma das recomendações para futuros trabalhos.

Conclui-se que a utilização da modelagem 5D em empreendimentos de construção civil é uma boa ferramenta para o levantamento de custos, pois

fornece aos *stakeholders* dados consistentes desde as fases preliminares do projeto até suas fases finais. Estes dados são de grande utilidade ao incorporador para a análise de viabilidade econômica do empreendimento. Os estudos complementares de análise ABC e Estudo de Valor Agregado (EVA) revelaram-se aderentes à prática de modelagem 5D, fornecendo à empresa construtora importantes ferramentas para o controle de suas atividades, diminuindo os riscos financeiros do empreendimento de construção civil.

Vale ressaltar que esta não é a única forma de realizar de uma modelagem 5D, embora este seja um processo de baixo custo de implantação atenda a todos os requisitos da modelagem 5D. Como a indústria AEC brasileira é composta em maioria por pequenas e médias empresas, onde investimentos para a implantação de novas tecnologias são limitadas, este é um processo de uso viável.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em um ambiente acadêmico, onde se busca constante aperfeiçoamento da teoria e o desenvolvimento de novas técnicas para a indústria AEC, surgem algumas ideias para futuros trabalhos. Pode-se, então, listar alguns temas para o desenvolvimento de novas pesquisas.

Uma das linhas de pesquisa recomendadas é o aprofundamento no processo de modelagem 4D, com o objetivo de fornecer parâmetros mais consistentes para a modelagem 5D.

Este trabalho foi executado por meio da simulação de pequenas obras de construção civil. Pelo fato do processo utilizado ser o mesmo para obras de diferentes escalas, pode-se replicar este estudo em um empreendimento de maior porte e complexidade, com mais atividades e mais sistemas envolvidos, como sistemas de ar condicionado, de prevenção e combate ao incêndio, de cabeamento lógico, além de sistemas elétrico e hidráulico mais complexos.

Outro trabalho a ser realizado pode ter como objeto de análise o trabalho realizado de forma colaborativa, no qual cada participante faz a modelagem de sua especialidade dentro do sistema, enquanto o gerente do modelo faz a extração de quantitativos de todo o empreendimento. Propõe-se assim a verificação do procedimento de extração dos quantitativos, se estas funcionam corretamente quando se faz a troca constante de informações em um ambiente de trabalho que utiliza o IFC.

Conforme descrito nas conclusões, pode-se também fazer a aferição do processo proposto pelo Estudo do Valor Agregado (EVA) utilizado para o controle físico-financeiro de um empreendimento de construção civil. Este estudo implica no fornecimento, por parte do incorporador, de todos os dados financeiros da obra, como o acesso irrestrito a todos os contratos de fornecimento de materiais e mão-de-obra e dados sobre pagamentos dos fornecedores, bem como as informações do planejamento proposto e do andamento das atividades de construção civil do empreendimento.

6 REFERÊNCIAS

ABBA, W. F. *Earn Value Management – Reconciling Government and Commercial Practices*. **PM: Special Issues**, Fort Belvoir, p. 58-63, jan./ fev., 1997. Disponível em: < <http://www.dau.mil/pubscats/pubscats/PM/articles97/abba.pdf>>. Acesso em: 26/01/2015.

ALBERTIN, A. L.; ALBERTIN R. M. M. Benefícios do uso de tecnologia de informação para o desempenho empresarial. **RAP – Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 2, p. 275-302, Mar./ Abr., 2008. Disponível em <: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v42n2/04.pdf>> Acesso em: 26/01/2015.

ALDER, M. A. *Comparing time and accuracy of building information modeling too n-screen takeoff for a quantity takeoff of a conceptual estimate*. 91f. Dissertação (Master of Science), School of Technology Brigham Young University, 2006.

AL-MASHTA, S. *Integrated Cost Budgeting and Cost Estimation Model for Building Projects*. 190f. Dissertação (Master of Science), Concordia University, 2010.

ANDRADE, V. A. *Modelagem dos custos para casas de classe média*. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

ANTUNES, C. E. *Mapeamento de processos e determinação de requisitos de informação em projetos de estruturas em concreto armado para obras de saneamento através de sistemas BIM: Estudo de caso utilizando a metodologia IDM*. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, 2014.

AOUAD, G.; KIRKHAM, J.; BRANDON, P.; BROWN, F.; CHILD, T.; COOPER, G.; FORD, S.; OXMAN, R.; YOUNG, B. *The conceptual modeling of construction management information*. **Automation in Construction**, v. 3, p. 267-282, 1995. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/092658059400027K/1-s2.0-092658059400027K-main.pdf?_tid=58a06816-a589-11e4-b444-00000aacb35f&acdnt=1422297184_cee2f14a5726cd1e1e97f4c6df16ac12> Acesso em: 26/01/2015.

AOUAD, G.; LEE, A.; MARSHALL-POINTING, A. J.; WU,S.; KOH, I.; FU, C.; COOPER, R.; BETTS, M.; KAGIOGLOU, M.; FISCHER, M. *Developing a Vision of nD-Enabled Construction*. Construction IT, 2003.

ARAYICI, Y.; AOUAD, G. *Building Information Modelling (BIM) for construction lifecycle management*. **School of the Built Environment**, The University of

Salford, Great Manchester, 2010. Disponível em: <
<http://usir.salford.ac.uk/12895/>> Acesso em: 26/01/2015.

ARSENAULT, P. J. *Building information modeling (BIM) and Manufactured Complementary Building Products*. **McGraw Hill Construction Continuing Education**, 2009. Disponível em: <
http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=192&C=622>
Acesso em: 26/01/2015.

ÁVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de obras**. Apostila do curso de arquitetura e urbanismo. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. 254f., Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, 2009.

AYRES FILHO, C.; SCHEER, S. Metacompilação de classes para acesso a modelos IFC e sugestões para criação de classes para acesso em alto nível. **Gestão & tecnologia de projetos**, v. 4, p. 112-138, 2009. Disponível em: <
<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50961/55047>>
Acesso em: 26/01/2015.

AZEVEDO, O. J. M. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras**, 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção). Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2009.

BEDRICK, J. *BIM and Process Improvement*. **AECbytes**, out. 2005. Disponível em <
<http://www.aecpe.com/BIM%20and%20Process%20Improvement.pdf>> .
Acesso em 26/01/2015.

_____. *A Level of Development Specification for BIM Processes*. **AECbytes**. Mai. 2013. Disponível em <
http://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue_68.html> . Acesso em 26/01/2015.

BERNARDES, M. M. S. **Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através de seu fluxo de informações: proposta baseada em estudo de caso**. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

BIOTTO, C. N. **Método de gestão da produção na construção civil com o uso da modelagem BIM 4D**. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

BONOMA, T. V. *Case research in marketing: opportunities, problems, and process*. **Journal of Marketing Research**, v.22, p. 199-208, 1985. Disponível em: <
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/3151365?sid=21105167669591&uid=373>>

[7664&uid=67&uid=2&uid=7751112&uid=47157&uid=3&uid=5909624&uid=62>](#).
Acesso em: 26/01/2015.

BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM J. M. *The project benefits of Building Information Modeling (BIM)*. **International Journal of Project Management**. v.31, p. 971-980, 2013. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0263786312001779/1-s2.0-S0263786312001779-main.pdf?_tid=3eff038a-a58f-11e4-a177-00000aacb35d&acdnat=1422299718_acf40dac795e0c02772448599e208656>. Acesso em: 26/01/2015.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. **Singapore BIM Guide** v.2, Singapore, 2013. Disponível em: < http://www.corenet.gov.sg/integrated_submission/bim/BIM/Singapore%20BIM%20Guide_V2.pdf>. Acesso em: 28/01/2015.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Manual de metodologias e conceitos**. v. 3, Brasília, 2014. Disponível em: < http://downloads.caixa.gov.br/arquivos/composicoes_aferidas/manuais_composicoes/SINAPI_Manual_de_Metodologias_e_Conceitos_v003.pdf>. Acesso em: 26/01/2015.

CAMPBELL, D. A. *Building information modeling: the Web3D application for AEC*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON 3D WEB TECHNOLOGY, 12, 2007, Perugia. **Proceedings...** New York: Association for Computing Machinery, 2007. P. 173-176. Disponível em < <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1229422>>. Acesso em: 26/01/2015.

CARVALHO, J. M. C. de. **Logística**. 3.ed. Lisboa: Edições Silabo, 2002.

CARVALHO, M. A. **Eficácia de interoperabilidade no formato IFC entre modelos de informação arquitetônico e estrutural**. 222f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, 2012.

CASTROS, E. E. C.; ROQUE, R. F.; ROSA, G. S.; BONFIN, N. S. Custo administrativo na construção civil - estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17, 1997, Gramado. **Anais...** Gramado: ENEGEP, 1997. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1997_t7215.pdf>. Acesso em: 26/01/2015.

CHO, J.; SON, B.; CHUN, J. *Application of OLAP information Model to Parametric Cost Estimate and BIM*. **Journal of Asian Architecture and Building**, v. 10; n. 2; p. 319-326, 2011. Disponível em: < https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaabe/10/2/10_2_319/pdf>. Acesso em: 26/01/2015.

COATES, P.; ARAYICI, Y.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C.; O'REILLY, K. *The limitations of BIM in the architectural process*. In: International Conference on Sustainable Urbanism, 1, 2010, Hong Kong. **Anais...** Hong Kong: International Conference on Sustainable Urbanization, 2010. Disponível em: < <http://usir.salford.ac.uk/12898/2/PaulCoatesLimitationsofBIMICSU.pdf>>. Acesso em: 26/01/2015.

COELHO, R. S. **Orçamento de obras prediais**. São Luiz: UEMA, 2001.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de informação para construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: Workshop Brasileiro - Gestão do processo de projetos na construção de edifícios, 8, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Escola Politécnica USP, 2008. Disponível em: < http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO_2008.pdf>. Acesso em 26/01/2015.

CWBim. **Projeto em um ambiente BIM de uma residência unifamiliar**. Curitiba, 2014. Modelagem 5D.

DENG, Z. M.; LI, H.; TAM, C. M.; SHEN, Q. P.; LOVE, P.E.D. *An application of the internet – based project management system*. **Automation in Construction** v.10, p. 239-246, 2001. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0926580599000370/1-s2.0-S0926580599000370-main.pdf?_tid=0d034d1c-a59b-11e4-aeed-00000aacb361&acdnat=1422304788_0d14d56732c2b0e5cd0b523b89e9bf1b>. Acesso em: 26/01/2015.

DONK, D. P.; VAART, T. *Business conditions, shared resources and integrative practices in the supply chain*. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 10, n. 3, p. 107- 116, 2004. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S1478409204000354/1-s2.0-S1478409204000354-main.pdf?_tid=495ec98c-a706-11e4-8759-00000aab0f26&acdnat=1422460797_68ec0bab0b3169d0f65424c0b736bb80>. Acesso em: 28/01/2015.

DOSSICK, C. S.; NEFF, G.; JUAN, H. *Analyzing the ramification of building information technologies for collaboration in architecture, Engineering and Construction*. In: International conference on computing in civil and building engineering, 12, 2008, Beijin. **Proceedings...** Beijing, ICCBE, 2008.

DROGEMULLER, R.; TUCKER, S. *Automating the extraction of quantities*. **QUT Queensland University of Technology - Faculties and Divisions, Faculty of Build Environment and Engineering**, Brisbane, 2003. Disponível em: < <http://eprints.qut.edu.au/27197/1/27197.pdf>>. Acesso em: 27/01/2015.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON K. **BIM Handbook: A guide to building information modeling**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

_____. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors.** 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

_____. *General purpose building description systems.* **Computer-Aided Design**, v.8, n.1, Janeiro/1976. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/0010448576900051/1-s2.0-0010448576900051-main.pdf?_tid=112595da-a64a-11e4-abd3-00000aab0f26&acdnat=1422379957_f5f4c55ffcfd9de5af21784b666a597>. Acesso em: 27/01/2015.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios.** 350f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

FLORIO, W. Contribuições do *Building Information Modeling* no processo de projeto em arquitetura. ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3, 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: TIC2007, 2007. Disponível em: < <http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/artigos/A1106.pdf>>. Acesso em: 27/01/2015.

FORMOSO, C. T. **A knowledge based framework for planning house building projects.** 338f. Tese (Doutorado), Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford, Salford, 1991.

_____; LANTELME, E. M. V.; TZORTZOPOULOS, P.; BARROS NETO, J. P.; FENSTERSIFER, J. E.; SAURIN, T. A.; MOREIRA, M.; BERNARDES, S. Gestão da qualidade na construção civil: estratégias e melhorias de processo em empresas de pequeno porte. **Coletânea Habitare – Inovação, Gestão da Qualidade & Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 251-254, 2001. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/105.pdf>>. Acesso em: 27/01/2015.

FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte. In: SEMINÁRIO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2, jun. 1993, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1993. p. 1-51.

GELDERMAN, C. J.; WEELE, A. J. *Purchasing portfolio models: a critique and update.* **Journal of Supply Chain Management**, v. 41; n. 3, p. 19-28, 2005. Disponível em: < <http://www.inkoopportal.com/inkoopportal/download/inkoopfunctie/purchasing-portfolio-models-a-critique-and-update-van-weele-gelderman.pdf>>. Acesso em: 27/01/2015.

GOUVÊA, L. B. de; PAULA, F. A. de; LORENZI, P. C. **Aplicação de CAD 4D/5D a partir do modelo integrado de informação para habitação unifamiliar.** 95f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Paraná, 2013.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI**. 3ª ed. São Paulo: Campus, 2006.

INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION (IPMA). **National Competence Baseline – Referencial Brasileiro de Competências IPMA Brasil** - Versão 3, revisão 3.1, 2012. Disponível em: < http://ipmabrasil.org/docs/NCBv3_ptBR_ICBv3_r.3.1_LR.pdf>. Acesso em: 27/01/2015.

JACOSKI, C. A.; LAMBERTS, R. Vetores de virtualização da indústria da construção: a integração da informação como elemento fundamental ao uso de TI In: Encontro nacional de tecnologia no ambiente construído - ENTAC, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002. Disponível em: < <http://www.infohab.org.br/acervos/advanced-search/page/4>>. Acesso em: 27/01/2015.

JOHNSON, T. H; KAPLAN, R. S. **Relevance lost: the rise and fail of management accounting**. Boston: Harvard Business School, 1987.

KAM, C.; FISCHER, M.; HÄNNINEN, R.; KARJALAINEM, A.; LAITINEN, J. *The product model and fourth dimension project*. **ITcon**, v. 8, p.137-166, 2003. Disponível em: < http://www.itcon.org/data/works/att/2003_12.content.07171.pdf>. Acesso em: 27/01/2015.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custo de empreendimentos de construção** – Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

KERZNER, H. **Project Management: A system approach to planning, scheduling, and controlling**. 8ed., Hoboken: John Wiley & Sons, 2002.

KHEMLANI, L. *Use of BIM by facility owners: an "Expotitions"*. **AECbytes**, 2006. Disponível em <www.aecbytes.com/buildingthefuture/2006/Expotitions_meeting.html>, Acesso em: 16/05/2013.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de Orçamento com o Planejamento do Processo de Trabalho para Obras de Edificações**. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

KOO, B.; FISCHER, M. *Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction*. **Center for integrated facility engineering**, v.118, 1998. Disponível em: < <http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR118.pdf>>. Acesso em: 27/01/2015.

KUO, C.; EASTMAN, C. M. *Web-based application on cost estimation of curtain wall system. Joining Languages, Cultures and Visions: CAAD Futures*, p. 713-726, 2009. Disponível em: <
http://cumincad.architexturez.net/system/files/pdf/cf2009_713.content.pdf>.
 Acesso em: 27/01/2015.

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

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

LOSSO, I. R. **Utilização das Características Geométricas da Edificação na Elaboração de Estimativas Preliminares de Custos: Estudo de Caso em uma Empresa de Construção**. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

MA, Z.; WEI, Z.; ZHANG, X. *Semi-automatic and specification-compliant cost estimation for tendering of building projects on IFC data of design model. Automation in Construction*, 30, p.126-135, 2013. Disponível em: <
http://ac.els-cdn.com/S0926580512002154/1-s2.0-S0926580512002154-main.pdf?tid=21079f1e-a665-11e4-b6b4-00000aab0f6c&acdnat=1422391580_ef36af512619c10a0170c99fc9283204>.
 Acesso em: 27/01/2015.

MALÓ, P. *Interoperability in AEC-FM*. In: TIC2007, Porto Alegre. **Palestra...** Porto Alegre: TIC, 2007. Disponível em: <
http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/apresentacoes/PedroMalo_1.pdf>.
 Acesso em: 28/01/2015.

MANZIONE, L. **Estudos de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios**. 267f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

_____. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão de processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 343f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações**. 238f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

MATIPA, W. M. **Total cost management at design stage using a building product model**. 277f. Tese (Doutorado em Engenharia) Faculty of Engineering, Department of Civil ND Environmental Engineering of National University of Ireland, 2008.

MATTEI, P. L. R.; **BIM e a informação no subsetor de edificações da indústria da construção civil**. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MEIRELES, A. R. Diga “Não” ao Hollywood BIM – Estratégia para uma integração avançada do BIM no processo construtivo. In: Seminário Internacional BIM – Modelagem da Informação da Construção, 4, 2013, São Paulo. **Palestra...** São Paulo: SINDUSCON, 2013. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/envios/2013/eventos/bim/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_AntonioMeireles.pdf>. Acesso em: 28/01/2015.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 310f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

MENDES JUNIOR, R. **Programação da produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos**. 235f. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

MENEZES, G. L. B. B. de Breve histórico de implantação da plataforma BIM **Caderno de Arquitetura e Urbanismo**, v. 18, n. 22, p-153-171, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/P.2316-1752.2011v18n22p152/3719>>. Acesso em: 28/01/2015.

MIKALDO, J.; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? **Gestão & tecnologia de projetos**, v. 3, p. 79-99, 2008. Disponível em: <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-19.pdf>>. Acesso em: 28/01/2015.

MONTEIRO, A.; MÊDA, P.; MARTINS, J. P. *Framework for the coordinated application of two different integrated Project delivery platforms*. **Automation in Construction**, v. 38, p. 87-99, 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0926580513002069/1-s2.0-S0926580513002069-main.pdf?_tid=07ab0b8c-a6f1-11e4-8492-00000aacb35d&acdnat=1422451667_24dd47ca5631cb692528d6d94d501298>. Acesso em: 28/01/2015.

MORAES, R. M. M.; SERRA, S. M. B. Análise e estruturação do processo de planejamento da produção na construção civil. **Revista INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, v.1, p.65-77, 2009.

NASSAR, K. *Assessing Building Information Modeling Estimating Techniques Using Data from the Classroom*. **Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice**, n. 138, p. 171-180, 2012. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29EI.1943-5541.0000101>>. Acesso em: 28/01/2015.

NBIMS *National Building Information Modeling Standard – Version 1 – Part 1: Overview, Principles, and Methodologies*. Washington, 2007. Disponível em: < http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSV1_p1.pdf>. Acesso em: 28/01/2015.

OLIVEIRA, G. G. **Coordenação de projeto de obra de edificação: proposta de ferramenta computacional para programação e controle do fluxo de informações com uso de sistema colaborativo**. 182f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

PISSARA, N. M. M. **Utilização de Plataformas Colaborativas para o Desenvolvimento de Empreendimentos de Engenharia Civil**. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

PMI, **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®) - Quarta Edição**, Newton Square: PMI, 2008.

POPOV, V.; JUOCEVICIUS, V.; MIGILINSKAS, D.; USTINOVICHUS, L.; MIKALAIUSKAS, S. *The use of a virtual building design and construction modelo for developing an effective Project concept in 5D enviroment*. **Automation in Construction**, v.19, p. 357-367, 2010. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0926580509001940/1-s2.0-S0926580509001940-main.pdf?tid=0ff16762-a707-11e4-8320-00000aacb361&acdnat=1422461130_88ae8d69018f2ea4c9e4403035bdaa1c>. Acesso em: 28/01/2015.

QUINTÃO, F. B. M. A gestão de pessoas e a gestão do conhecimento adquirindo papel fundamental no processo de gestão de projetos. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: WBGPPCE, 2003.

ROBSON, C. *Real World Research*. 2ed. Victoria: Blackwell Publishing Ltd, 2002.

ROODMAN, D. M.; LENSSEN *A building revolution: How ecology and health concerns are transforming construction* Worldwatch Paper #124, 1995. Disponível em < <http://www.worldwatch.org/node/866>>. Acesso em: 23/01/2015.

RUIZ, J. M. *BIM Software evaluation model for general contractors*. 115f. Dissertação (Master of Science em Engenharia), University of Florida, 2009.

SABOL, L. *Challenges in cost estimating with Building Information Modeling. Design + Construction Strategies*, 2008. Disponível em: < http://www.dcstrategies.net/files/2_sabol_cost_estimating.pdf>. Acesso em: 28/01/2015.

SACKS, R.; EASTMAN C. M.; LEE, G.; ORNDORFF, D. *A target benchmark of the Impact of Three-dimensional Parametric Modeling in Precast Construction*. **PCI Journal**, p. 126-139, Jul./ Ago. 2005. Disponível em: <http://www.pci.org/uploadedFiles/Siteroot/Publications/PCI_Journal/2005/DOI_Articles/JL-05-JULY-AUGUST-6.pdf>. Acesso em: 28/01/2015.

SANTOS, A. P. L.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M.; SCHEER, S. A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v.1, n.2, p. 25-42, dez. 2009. Disponível em: <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/viewFile/171/pdf_49>. Acesso em: 28/01/2015.

SANTOS, A. B. dos; MACHADO, G. A. M.; CARVALHO, L. B. **Criação de uma ferramenta para elaboração de um orçamento preliminar com base em dados provenientes de um modelo BIM 3D**. 146f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Paraná, 2013.

SANTOS, J. P. **Planeamento da Construção Apoiada em Modelos 4D Virtuais**, 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

SANTOS, E. T. BIM - *Building Information Modeling*: um salto para a modernidade na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil. In: PRATINI, E. F.; SILVA JUNIOR, E. E. A. (Org.). **Criação, representação e visualização digitais**: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. Brasília: Faculdade de Tecnologia da UNB, 2012. p. 25-62.

_____. In: Seminário Regional: Construindo BIM: Desafio e Perspectivas para implantação no Brasil, 1, 2014. **Palestra...** Curitiba, SindArq-PR; SEIL; PRED, 2014.

SCHEER, S. **Modelagem da Informação da Construção**. TC045 – Gerenciamento de Projetos. Notas de aula. 2013.

SCHEER, S.; AYRES FILHO, C.; AZUMA, F.; BEBER, M. Análise do processo de modelagem colaborativa em cad como suporte ao projeto de edifícios em equipe. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, p. 124-135, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50954/55035>>. Acesso em: 28/01/2015.

SCHWEGLER, B. R.; FISCHER, M. A.; O'CONNELL, M.; HANNINEN, R. LAITINEN J. *Near- Medium- and Lon-Term Benefits of Information Technology in Construction*. **Center for Integrated Facility Engineering**, v.65, 2001. Disponível em: <<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP065.pdf>>. Acesso em: 28/01/2015.

SHEN, Z.; ISSA, R.R.A. *Quantitative evaluation of the BIM – assisted construction detailed cost estimates*. **ITcon**, v. 15, p. 234-257, 2010. Disponível em: <

<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=constructionmgmt>>. Acesso em: 28/01/2015.

SIMÕES, L.; RIBEIRO, M. C. A curva ABC como ferramenta para análise de estoques. In: Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano, 1, 2007, Lins. **Anais...** Lins: UNISALESIANO, 2007. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/encontro2007/trabalho/aceitos/CC04099565629A.pdf>>. Acesso em: 28/01/2015.

SOUZA, L. L. A.; AMORIM, S. R. L. LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/download/50958/55043>>. Acesso em: 28/01/2015.

SOUZA, R. **Diálogos com a construção: Qualidade, Gestão, Sustentabilidade, Inovação**. São Paulo: O nome da Rosa, 2012.

STAUB-FRENCH, S.; KHANZODE, A. *3D and 4D modeling for design and construction coordination: issues and lessons learned*. **ITcon**, v. 12, p. 381-407 2007. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.7622&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 28/01/2015.

TOENJES, L. P. **Building trades estimating**. Orland Park: American Technical Publishers, 2000.

UFPR. **Detalhamento das linhas de pesquisa da área de concentração "Ambiente Construído e Gestão"** Curitiba, 2013. Disponível em: <http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/linhas_de_pesquisa>. Acesso em: 28/01/2015.

ULRICH, H.; SACOMANO, J. B. O processo de projeto na busca de qualidade e produtividade. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do trabalho, 1, 1999, Recife. **Anais...** Recife: ANTAC, 1999.

VALERIANO, D. L. **Moderno gerenciamento de projetos**. São Paulo: Prentice Hall do Brasil, 2005.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos utilizando análise de valor agregado: como revolucionar o controle e a avaliação de desempenho em projetos** - 3ª. Edição. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

VASCONCELOS, T. M. N. R. F. **Building Information Model – Avaliação do seu potencial como solução para os principais atrasos e desperdícios na construção portuguesa**. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova Lisboa, 2010.

WITICOVSKI, L. C. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o**

modelo de informações da construção (BIM). 200f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, 2011.

XAVIER, I. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Apostila do Curso, 2008.

XIANGYU, W.; PING Y.; LUO, H.; TRUIJENS, M. *An innovative method for project control in LNG project through 5D CAD: A case study*. **Automation in Construction**, v. 45, p. 126-135, 2014. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0926580514001228/1-s2.0-S0926580514001228-main.pdf?_tid=8c7d0dae-a716-11e4-bdb0-00000aab0f26&acdnat=1422467781_d26e3b5bd7aee6750c9f1bd5df43027b>. Acesso em: 28/01/2015.

YANG, W.; XIE, S. Q.; AL, Q. S.; ZHOU, Z. D. *Recent development on product modeling: a review*. **International Journal of Production Research**, v. 46 p. 6055-6085, 2008.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZEGARRA, S. L. V.; FRIGIERI, V. Jr.; CARDOSO, F. F. A tecnologia da informação e a indústria da construção de edifícios In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do trabalho, 1, 1999, Recife. **Anais...** Recife: ANTAC, 1999.

7 APÊNDICES

APÊNDICE I – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

| Descrição da Atividade | | | | | | |
|--|----|----|--------|----------|----|-----------|
| Serviços Preliminares | | | | | | |
| Limpeza do Terreno | | | | | | |
| LIMPEZA MANUAL DO TERRENO (C/ RASPAGEM SUPERFICIAL) | M2 | RS | 3,43 | 360,00 | RS | 1.234,80 |
| Movimentação de Terra | | | | | | |
| Escavação | | | | | | |
| ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA COMPACTA, PROF. DE 0 M < H <= 1 M | M3 | RS | 34,99 | 54,00 | RS | 1.889,24 |
| Reaterro | | | | | | |
| REATERRO COMPACTADO MANUALMENTE (VALAS DE FUNDAÇÕES RESIDENCIAIS) | M3 | RS | 54,88 | 54,00 | RS | 2.963,52 |
| REATERRO MANUAL SEM APLIOAMENTO | M3 | RS | 6,17 | 54,00 | RS | 333,40 |
| Botafora | | | | | | |
| CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | RS | 0,75 | 25,00 | RS | 18,80 |
| CARGA MANUAL DE TERRA EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | RS | 14,50 | 25,00 | RS | 362,60 |
| Tapume | | | | | | |
| TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE ZX | M2 | RS | 42,48 | 37,50 | RS | 1.593,07 |
| Placa de Obra | | | | | | |
| PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO | M2 | RS | 267,36 | 1,50 | RS | 401,03 |
| Locação de Obra | | | | | | |
| LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, SEM REAPROVEITAMENTO | M2 | RS | 6,26 | 360,00 | RS | 2.252,09 |
| Abrijo Provisório de Obra | | | | | | |
| BARRACO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA COM BANHEIRO, COBERTURA EM FIBROCIMENTO 4 MM, INCLUSIVE INSTALACOES HIDRO-SANITARIAS E ELETRICAS | M2 | RS | 157,12 | 10,00 | RS | 1.571,15 |
| Instalação Provisória de água e luz | | | | | | |
| ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO. | UN | RS | 892,10 | 1,00 | RS | 892,10 |
| Drenagem | | | | | | |
| EXECUÇÃO DE DRENO COM TUBOS DE PVC CORRUGADO FLEXIVEL PERFORADO - DN 100 | M | RS | 36,08 | 25,00 | RS | 901,98 |
| Fundação | | | | | | |
| Estacas | | | | | | |
| Lastro | | | | | | |
| LASTRO DE BRITA | M3 | RS | 78,89 | 5,10 | RS | 402,34 |
| LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECANICO | M3 | RS | 344,53 | 5,10 | RS | 1.757,10 |
| Forma | | | | | | |
| FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDAÇÃO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO SX. | M2 | RS | 25,97 | 8,10 | RS | 210,34 |
| Armadura | | | | | | |
| ARMADAO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO. | KG | RS | 7,39 | 1.388,00 | RS | 10.259,68 |
| Concreto | | | | | | |
| CONCRETO USINADO BOMBEADO FCk=20MPa, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | RS | 316,06 | 17,35 | RS | 5.483,69 |
| Estrutura | | | | | | |
| Forma | | | | | | |
| FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 12 MM, 03 UTILIZACOES. (FABRICACAO, MONTAGEM E DESMONTAGEM) | M2 | RS | 32,84 | 71,42 | RS | 2.345,41 |
| Armadura | | | | | | |
| ARMADAO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO. | KG | RS | 7,39 | 330,00 | RS | 2.439,26 |
| Concreto | | | | | | |
| CONCRETO USINADO BOMBEADO FCk=20MPa, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | RS | 316,06 | 3,00 | RS | 948,19 |
| Laje | | | | | | |
| Escoramentos | | | | | | |
| Fechamentos | | | | | | |
| Impermeabilização da 1ª. Flnd | | | | | | |
| IMPERMEABILIZACAO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA, DUAS DEMAOIS. | M2 | RS | 8,16 | 8,62 | RS | 70,30 |
| Alvenaria | | | | | | |
| ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014_P | M2 | RS | 52,74 | 170,87 | RS | 9.011,06 |
| ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X19X19CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014_P | M2 | RS | 103,75 | 288,96 | RS | 29.978,48 |
| Revestimentos | | | | | | |
| Chapisco | | | | | | |
| CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIAS DE PAREDES INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014 | M2 | RS | 3,01 | 787,20 | RS | 2.371,41 |
| Emboço | | | | | | |
| EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014 | M2 | RS | 26,86 | 67,52 | RS | 1.813,48 |
| MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014 | M2 | RS | 20,13 | 720,12 | RS | 14.497,58 |
| Gesso | | | | | | |
| Reboco | | | | | | |
| MASSA CORRIDA | | | | | | |
| APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOIS. AF_06/2014 | M2 | RS | 11,32 | 220,05 | RS | 2.491,27 |
| Selador | | | | | | |
| APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS. AF_06/2014 | M2 | RS | 3,34 | 220,05 | RS | 735,36 |
| Pintura | | | | | | |
| PINTURA PVA, TRÊS DEMAOIS | M2 | RS | 14,58 | 220,05 | RS | 3.208,33 |
| Textura | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|----|-----|--------|--------|-----|----------|
| APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PANOS COM PRESENÇA DE VÃOS DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | M2 | R\$ | 18,30 | 158,40 | R\$ | 2.898,14 |
| APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | M2 | R\$ | 16,65 | 340,85 | R\$ | 5.674,78 |
| Cerâmica | | | | | | |
| REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO GRÉS OU SEMI-GRÉS DE DIMENSÕES 33X45 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. AF_06/2014 | M2 | R\$ | 49,13 | 67,52 | R\$ | 3.316,93 |
| Verga | | | | | | |
| VERGAS 10X10 CM, PREMOLDADAS C/ CONCRETO FCK=15 MPA (PREPARO MECANICO), ACO CA-50COM FORMAS TABUA DE PINHO 3A | M | R\$ | 14,49 | 12,70 | R\$ | 183,98 |
| Esquadrias | | | | | | |
| Janelas | | | | | | |
| JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, COM QUATRO FOLHAS PARA VIDRO, DUAS FIXAS E DUAS MOVEIS, INCLUSO GUARNICAO E VIDRO LISO INCOLOR | M2 | R\$ | 549,46 | 5,90 | R\$ | 3.241,79 |
| JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, FOLHAS PARA VIDRO, COM BANDEIRA, INCLUSO GUARNICAO E VIDRO LISO INCOLOR | M2 | R\$ | 683,96 | 6,32 | R\$ | 4.322,60 |
| Vidros | | | | | | |
| Portas | | | | | | |
| Porta de Madeira | | | | | | |
| PORTA DE MADEIRA ALMOFADADA SEMI-OCA 1A, 80X210X3CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS | UN | R\$ | 765,41 | 2,00 | R\$ | 1.530,82 |
| PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA CERA OU VERNIZ, 70X210CM, INCLUSO ADUELA1A, ALIZAR 1A E DOBRADICAS COM ANEL | UN | R\$ | 453,03 | 8,00 | R\$ | 3.624,27 |
| Porta de Aço | | | | | | |
| PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO CHAPA LISA, COM GUARNICOES | M2 | R\$ | 353,21 | 3,36 | R\$ | 1.186,79 |
| Fechadura | | | | | | |
| FECHADURA DE EMBUTIR COMPLETA, PARA PORTAS EXTERNAS, PADRAO DE ACABAMENTO POPULAR | UN | R\$ | 73,29 | 10,00 | R\$ | 732,92 |
| Portão | | | | | | |
| PORTAO DE FERRO COM VARA 1/2", COM REQLIADRO | M2 | R\$ | 233,06 | 14,70 | R\$ | 3.425,95 |
| Pintura | | | | | | |
| PINTURA VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE EM MADEIRA, TRES DEMAOS | M2 | R\$ | 16,56 | 30,24 | R\$ | 500,87 |
| PINTURA ESMALTE BRILHANTE PARA MADEIRA, DUAS DEMAOS, SOBRE FUNDO NIVELADOR BRANCO | M2 | R\$ | 20,44 | 2,40 | R\$ | 49,05 |
| PINTURA COM TINTA PROTETORA ACABAMENTO GRAFITE ESMALTE SOBRE SUPERFICIE METALICA, 2 DEMAOS | M2 | R\$ | 28,75 | 26,97 | R\$ | 775,50 |
| PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA | M2 | R\$ | 21,30 | 26,97 | R\$ | 574,37 |
| Ferro | | | | | | |
| Estrutura para o Forro | | | | | | |
| FORRO DE PVC EM REGUA DE 100 MM (COM COLOCACAO, EXCLUSIVE ESTRUTURA DE SUPORTE) | M2 | R\$ | 37,50 | 111,95 | R\$ | 4.198,13 |
| Estrutura de Madeira para a Cobertura | | | | | | |
| ESTRUTURA DE MADEIRA DE LEI, PRIMEIRA QUALIDADE, SERRADA, NAO APARELHADA, PARA TELHAS CERAMICAS, VAOS DE ATE 7M | M2 | R\$ | 76,74 | 102,00 | R\$ | 7.827,18 |
| Cobertura | | | | | | |
| COBERTURA EM TELHA CERAMICA TIPO FRANCESA OU MARSELHA, EXCLUINDO MADEIRAMENTO | M2 | R\$ | 35,96 | 151,19 | R\$ | 5.436,79 |
| Cumeeira | | | | | | |
| CUMEEIRA COM TELHA CERAMICA EMBOCADA COM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA) | M | R\$ | 19,81 | 12,00 | R\$ | 237,71 |
| Calhas e Rufos | | | | | | |
| RUFO EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 25CM | M | R\$ | 24,31 | 45,00 | R\$ | 1.093,82 |
| Pisos | | | | | | |
| Contrapiso | | | | | | |
| CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MANUAL, APLICADO EM ÁREAS SECAS MAIORES QUE 10M2 SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 4CM, ACABAMENTO NÃO REFORÇADO. AF_06/2014 | M2 | R\$ | 34,92 | 104,57 | R\$ | 3.652,08 |
| Piso Cerâmico | | | | | | |
| REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO GRÉS DE DIMENSÕES 45X45CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M2. AF_06/2014 | M2 | R\$ | 35,26 | 104,57 | R\$ | 3.687,26 |
| Rodapé | | | | | | |
| RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO GRÉS DE DIMENSÕES 45X45CM. AF_06/2014 | M | R\$ | 4,74 | 95,73 | R\$ | 454,18 |
| Louças | | | | | | |
| Pia | | | | | | |
| LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, 45 X 55CM OU EQUIVALENTE, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013_P | UN | R\$ | 144,79 | 2,00 | R\$ | 289,58 |
| APARELHO MISTURADOR DE MESA PARA LAVATÓRIO, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013 | UN | R\$ | 201,54 | 2,00 | R\$ | 403,09 |
| Vaso Sanitário | | | | | | |
| VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA - PADRÃO MÉDIO, INCLUSO ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2" X 40CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013_P | UN | R\$ | 300,33 | 2,00 | R\$ | 600,66 |
| Tanque | | | | | | |
| TANQUE DE LOUÇA BRANCA COM COLUNA, 22L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013_P | UN | R\$ | 237,27 | 2,00 | R\$ | 474,55 |
| Hidráulica | | | | | | |
| REGISTRO GAVETA 1" COM CANOPLA ACABAMENTO CROMADO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 74,53 | 4,00 | R\$ | 298,13 |
| REGISTRO GAVETA 3/4" COM CANOPLA ACABAMENTO CROMADO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 65,46 | 2,00 | R\$ | 130,92 |
| JOELHO PVC SOLDAVEL 90º AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 6,43 | 12,00 | R\$ | 77,16 |
| JOELHO PVC SOLDAVEL 45º AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 6,94 | 2,00 | R\$ | 13,88 |
| JOELHO PVC SOLDAVEL 90º AGUA FRIA 20MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 5,95 | 4,00 | R\$ | 23,82 |
| JOELHO PVC SOLDAVEL 90º AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 6,43 | 12,00 | R\$ | 77,16 |
| JOELHO PVC SOLDAVEL 90º AGUA FRIA 32MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 7,27 | 6,00 | R\$ | 43,64 |
| JOELHO PVC 90º ESGOTO 40MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 9,48 | 12,00 | R\$ | 113,78 |
| JOELHO REDUCAO PVC ROSQUEAVEL 90º AGUA FRIA 1X3/4" - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 9,67 | 8,00 | R\$ | 77,36 |
| TE DE PVC SOLDAVEL AGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 6,80 | 8,00 | R\$ | 54,38 |
| JOELHO PVC 45º ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 20,60 | 2,00 | R\$ | 41,20 |
| JOELHO PVC 90º ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 21,02 | 2,00 | R\$ | 42,04 |
| JUNCAO PVC ESGOTO 50X50MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 13,40 | 2,00 | R\$ | 26,79 |

| | | | | | | |
|---|----|-----|----------|------------|-----|-------------------|
| JUNCAO PVC ESGOTO 100X100MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 28,85 | 2,00 | R\$ | 57,69 |
| LUVA PVC ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 13,20 | 8,00 | R\$ | 105,56 |
| JOELHO PVC 90º ESGOTO 40MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 9,48 | 12,00 | R\$ | 113,78 |
| ADAPTADOR PVC SOLDAVEL COM FLANGES E ANEL PARA CAIXA D'AGUA 50MMX1,1/2" - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 23,08 | 4,00 | R\$ | 92,31 |
| REGISTRO GAVETA 1/2" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 35,46 | 2,00 | R\$ | 70,91 |
| HIDROMETRO 5,00M3/H, D=3/4" - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 101,55 | 2,00 | R\$ | 203,11 |
| CAIXA SIFONADA PVC 150X150X50MM COM GRELHA REDONDA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 33,50 | 2,00 | R\$ | 67,00 |
| RALO SECO DE PVC 100X100MM SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 18,75 | 2,00 | R\$ | 37,50 |
| TUBO DE PVC SOLDAVEL, SEM CONEXOES 25MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 6,80 | 35,24 | R\$ | 239,70 |
| TUBO DE PVC SOLDAVEL, SEM CONEXOES 20MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 5,37 | 2,79 | R\$ | 14,98 |
| TUBO DE PVC SOLDAVEL, SEM CONEXOES 25MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 6,80 | 35,24 | R\$ | 239,70 |
| TUBO DE PVC SOLDAVEL, SEM CONEXOES 32MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 11,04 | 18,82 | R\$ | 207,83 |
| TUBO DE PVC SOLDAVEL, SEM CONEXOES 40MM - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 15,76 | 1,25 | R\$ | 19,70 |
| TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 50MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 33,27 | 0,39 | R\$ | 12,97 |
| TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 48,54 | 68,83 | R\$ | 3.340,76 |
| TUBO PVC ESGOTO JS PREDIAL DN 40MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 24,74 | 26,31 | R\$ | 650,96 |
| TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 48,54 | 1,80 | R\$ | 87,37 |
| Elétrica | | | | | | |
| CAIXA DE PASSAGEM PVC 4X2" - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 6,50 | 30,00 | R\$ | 194,88 |
| INTERRUPTOR BIPOLAR DE EMBUTIR 20A/250V, TECLA DUPLA C/ PLACA - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 29,43 | 18,00 | R\$ | 529,81 |
| CAIXA METALICA OCTOGONAL 4X4" FUNDO MOVEL | UN | R\$ | 6,19 | 26,00 | R\$ | 160,84 |
| TOMADA DE EMBUTIR 2P+T 10A/250V C/ PLACA - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 11,87 | 12,00 | R\$ | 142,42 |
| ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DN 25MM (1") INCL CONEXOES, FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 12,78 | 154,03 | R\$ | 1.967,73 |
| QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA P/ 6 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO, DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 47,20 | 2,00 | R\$ | 94,40 |
| FIO RIGIDO, ISOLACAO EM PVC 450/750V 4,0MM2 | M | R\$ | 1,45 | 616,12 | R\$ | 893,37 |
| Telefonia | | | | | | |
| CAIXA DE PASSAGEM PVC 4X2" - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 6,50 | 2,00 | R\$ | 12,99 |
| TOMADA PARA TELEFONE DE 4 POLOS PADRAO TELEBRAS - FORNECIMENTO E INSTALACAO | UN | R\$ | 16,69 | 2,00 | R\$ | 33,38 |
| ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DN 25MM (1") INCL CONEXOES, FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | R\$ | 12,78 | 21,68 | R\$ | 276,96 |
| FIO P/ TELEFONE DE COBRE BITOLA 0,6MM ISOLACAO EM PVC, POLIPROPILENO, 2 CONDUTORES | M | R\$ | 0,60 | 32,52 | R\$ | 19,51 |
| Serviços Externos | | | | | | |
| Lastro | | | | | | |
| LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECANICO | M3 | R\$ | 344,53 | 0,76 | R\$ | 263,05 |
| Piso | | | | | | |
| PISO CIMENTADO TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA) COM ACABAMENTO LISO ESPESSURA 3CM PREPARO MECANICO ARGAMASSA INCLUSO ADITIVO IMPERMEABILIZANTE | M2 | R\$ | 40,42 | 15,27 | R\$ | 617,15 |
| Caixa de Passagem | | | | | | |
| CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TAMPA | UN | R\$ | 354,93 | 4,00 | R\$ | 1.419,70 |
| Gramma | | | | | | |
| REVOLVIMENTO E DESTORROAMENTO MANUAL DE SUPERFÍCIE GRAMADA COM PROFUNDIDADE ATÉ20CM | M2 | R\$ | 2,20 | 228,00 | R\$ | 500,51 |
| PLANTIO DE GRAMA BATATAIS EM PLACAS | M2 | R\$ | 6,64 | 228,00 | R\$ | 1.513,58 |
| Lixeira | | | | | | |
| Numeração predial | | | | | | |
| PLACA DE IDENTIFICAÇÃO EM CHAPA GALVANIZADA NUM. 18, DIMENSÕES 8X12CM | UN | R\$ | 25,75 | 2,00 | R\$ | 51,49 |
| Limpeza Final de Obra | | | | | | |
| LIMPEZA FINAL DA OBRA | M2 | R\$ | 2,08 | 102,00 | R\$ | 212,39 |
| Bota Fora | | | | | | |
| CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | R\$ | 0,75 | 25,00 | R\$ | 18,80 |
| CARGA MANUAL DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | R\$ | 17,44 | 25,00 | R\$ | 436,10 |
| Fossa e Sumidouro | | | | | | |
| FOSSA SEPTICA EM ALVENARIA DE TIJOLO CERAMICO MACICO DIMENSÕES EXTERNAS1,90X1,10X1,40M, 1.500 LITROS, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO COM ESPESSURA 8CM | UN | R\$ | 1.121,84 | 2,00 | R\$ | 2.243,67 |
| SUMIDOURO EM ALVENARIA DE TIJOLO CERAMICO MACICO DIAMETRO 1,20M E ALTURA 5,00M, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO DIAMETRO 1,40M E ESPESSURA 10CM | UN | R\$ | 773,01 | 2,00 | R\$ | 1.546,01 |
| Total Geral | | | | R\$ | | 182.561,67 |

APÊNDICE II – ANÁLISE ABC – ATIVIDADES – CLASSE A

| Item | Código SINAPI | Item | Unidade | Quantidade | Costo Unitário | Costo Total | Costo Acumulado | % Unit | % Acum. | Classif. Custo ABC | % custo acumulado (classe) |
|------|---------------|--|---------|------------|----------------|---------------|-----------------|--------|---------|--------------------|----------------------------|
| 1 | CA | 87525 | | | | | | | | | |
| | | ALVENARIA DE VEDACAO DE BLOCOS CERAMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X13X13CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ARSA LIQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. RE-06/2014-P | M2 | 288,95 | R\$ 103,75 | R\$ 29.978,48 | R\$ 29.978,48 | 16,42% | 16,42% | A | |
| 2 | CA | 87533 | | | | | | | | | |
| | | MASSA UNICA PARA RECEBIMENTO DE PINTURA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 60L, APLICADA MANUALMENTE EM FACIES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM AREA MAIOR QUE 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM FORTIFICANTE CERAMICO AF-06/2014 | M2 | 720,12 | R\$ 20,13 | R\$ 14.492,58 | R\$ 44.476,06 | 7,94% | 24,30% | A | |
| 3 | CA | 74234/2 | | | | | | | | | |
| | | APLICACAO DE CORTES DE 10X10 A 13,5X13,5CM (21 FORNECIMENTO) / CORTE (PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCACAO | KG | 1388,00 | R\$ 7,39 | R\$ 10.259,68 | R\$ 54.735,74 | 5,62% | 29,98% | A | |
| 4 | CA | 87519 | | | | | | | | | |
| | | ALVENARIA DE VEDACAO DE BLOCOS CERAMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 10X13X13CM (ESPESSURA 10CM) DE PAREDES COM ARSA LIQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. RE-06/2014-P | M2 | 179,87 | R\$ 52,74 | R\$ 9.011,96 | R\$ 63.746,80 | 4,94% | 34,92% | A | |
| 5 | CA | 72077 | | | | | | | | | |
| | | ESTRUTURA DE MADEIROSA DE 100, PRIMEIRA 200X120X40, SERRADA, NAO APARELHADA, PARA TELHAS CERAMICAS, VÃOS DE ATÉ 3M | M2 | 102,00 | R\$ 76,74 | R\$ 7.827,18 | R\$ 71.573,98 | 4,29% | 39,21% | A | |
| 6 | CA | 88417 | | | | | | | | | |
| | | APLICACAO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRILICA EM PANDOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENCIA DE VÃOS) DE EDIFICIOS DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, LIXA COR. AF-06/2014 | M2 | 340,85 | R\$ 16,05 | R\$ 5.674,78 | R\$ 77.248,76 | 3,11% | 42,31% | A | |
| 7 | CA | 74138/2 | | | | | | | | | |
| | | CONCRETO USINADO SOBRELEVO FOC-20/100, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | 17,35 | R\$ 316,06 | R\$ 5.483,69 | R\$ 82.732,46 | 3,00% | 45,32% | A | |
| 8 | CA | 73938/3 | | | | | | | | | |
| | | COBERTURA EM TELHA CERAMICA TIPO FRANZESA OU MARSELA, EXCLUINDO LANCAMENTO | M2 | 151,19 | R\$ 35,96 | R\$ 5.436,79 | R\$ 88.169,25 | 2,98% | 48,30% | A | |
| 9 | CA | 74067/2 | | | | | | | | | |
| | | JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, PARA VÃOS PARA VIDRO, COM BANDEIRA, INCLUSIVE GUARNICAO E VIDRO USO INCLUSIVE | M2 | 6,32 | R\$ 683,96 | R\$ 4.322,60 | R\$ 92.491,85 | 2,37% | 50,66% | A | |
| 10 | PE | 11587 | | | | | | | | | |
| | | FORRO DE PVC EM REGUA DE 100 MM (COM COLOCACAO, EXCLUSIVE ESTRUTURA DE SUPORTE) | M2 | 111,95 | R\$ 37,50 | R\$ 4.198,13 | R\$ 96.689,97 | 2,30% | 52,96% | A | 72,60% |
| 11 | CA | 87249 | | | | | | | | | |
| | | REVESTIMENTO CERAMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO GRÉS DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE AREA MENOR QUE 5 M2. AF-06/2014 | M2 | 104,57 | R\$ 35,26 | R\$ 3.687,26 | R\$ 100.377,24 | 2,02% | 54,98% | A | |
| 12 | CA | 87672 | | | | | | | | | |
| | | CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MANUAL, APLICADO EM ÁREAS SECAS MAIORES QUE 10M2 SOBRE LAJE, ADREDO, ESPESSURA 6CM, ACABAMENTO NÃO REFORÇADO. AF-06/2014 | M2 | 104,57 | R\$ 34,92 | R\$ 3.652,08 | R\$ 104.029,32 | 2,00% | 56,98% | A | |
| 13 | CA | 73910/4 | | | | | | | | | |
| | | PORTA DE MADEIRA COM PENEIRADA 1,5M PARA CERA OU VERNIZ, 20X21,0CM, INCLUSIVE ADUELAIA, ALIZAR LA E DOBRADILHAS COM ANEL | UN | 8,00 | R\$ 453,03 | R\$ 3.624,27 | R\$ 107.653,59 | 1,99% | 58,97% | A | |
| 14 | CA | 74189/1 | | | | | | | | | |
| | | PORTAO DE FERRO COM VARA 1/2", COM REQUADRO | M2 | 14,70 | R\$ 233,06 | R\$ 3.425,95 | R\$ 111.079,54 | 1,88% | 60,84% | A | |
| 15 | CA | 74165/4 | | | | | | | | | |
| | | TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONDIÇÕES, FORNECIMENTO E INSTALACAO | M | 68,83 | R\$ 48,54 | R\$ 3.340,76 | R\$ 114.420,30 | 1,83% | 62,67% | A | |
| 16 | CA | 87272 | | | | | | | | | |
| | | REVESTIMENTO CERAMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO GRÉS OU SEMI-GRÉS DE DIMENSÕES 30X45 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE AREA MENOR QUE 5 M² NA ALTURA INTEIRA DAS PAREDES. RE-06/2014 | M2 | 67,52 | R\$ 49,13 | R\$ 3.316,93 | R\$ 117.737,23 | 1,82% | 64,49% | A | |
| 17 | CA | 74067/1 | | | | | | | | | |
| | | JANELA DE CORRER EM ALUMINIO, COM QUATRO FOLHAS PARA VIDRO, DUAS FIXAS E DUAS MOVÉIS, INCLUSIVE GUARNICAO E VIDRO USO INCLUSIVE | M2 | 5,90 | R\$ 548,46 | R\$ 3.241,79 | R\$ 120.979,02 | 1,78% | 66,27% | A | |
| 18 | CA | 73416 | | | | | | | | | |
| | | PINTURA PVA, TRÊS DEMÃOS | M2 | 220,09 | R\$ 14,58 | R\$ 3.208,33 | R\$ 124.187,35 | 1,76% | 68,02% | A | |
| 19 | CA | 53527 | | | | | | | | | |
| | | REATERRO COMPACTADO MANUALMENTE (VALAS DE FUNDACAO RESISTENCIA) | M3 | 54,00 | R\$ 54,88 | R\$ 2.963,52 | R\$ 127.150,87 | 1,62% | 69,65% | A | |
| 20 | CA | 88416 | | | | | | | | | |
| | | APLICACAO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRILICA EM PANDOS COM PRESENCIA DE VÃOS DE EDIFICIOS DE MULTIPLOS PAVIMENTOS, LIXA COR. AF-06/2014 | M2 | 158,40 | R\$ 18,30 | R\$ 2.898,14 | R\$ 130.049,01 | 1,59% | 71,24% | A | |
| 21 | CA | 88497 | | | | | | | | | |
| | | APLICACAO E LIGAMENTO DE MASSA LATEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF-06/2014 | M2 | 228,05 | R\$ 11,32 | R\$ 2.581,27 | R\$ 132.640,28 | 1,30% | 72,60% | A | |

APÊNDICE II – ANÁLISE ABC – ATIVIDADES – CLASSE B

| Item | Código NPAR | Item | Unidade | Quantidade | Costo Unitário | Costo Total | Costo Acumulado | % Unit | % Acum. | Classif. Custo ABC | % custo acumulado classes | |
|------|-------------|----------|---|------------|----------------|--------------|-----------------|----------------|---------|--------------------|---------------------------|--------|
| 22 | CA | 74254/2 | ARMAÇÃO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1,4) A 12,5MM(1,2) - FORNECIMENTO/ CORTE/PERDA DE 1M(1) / DOBRA / COLIGAÇÃO | KG | 330,00 | R\$ 7,39 | R\$ 2.439,26 | R\$ 134.979,54 | 1,34% | 73,94% | B | 23,31% |
| 23 | CA | 87878 | CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIAS DE PAREDES INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO ARGAMASSA TRACO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF. 06/2014 | M2 | 787,20 | R\$ 3,01 | R\$ 2.371,41 | R\$ 137.350,95 | 1,30% | 75,24% | B | |
| 24 | CA | 84215 | FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESURA = 12 MM, 03 UTILIZACOES (FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM) | M2 | 71,42 | R\$ 32,84 | R\$ 2.345,41 | R\$ 139.696,36 | 1,28% | 76,52% | B | |
| 25 | CA | 74077/1 | LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVES DE CASARILHO DE TABULEJOS CORRIDAS PONTALEIADAS, SEM REAPROVEITAMENTO | M2 | 360,00 | R\$ 6,26 | R\$ 2.252,09 | R\$ 141.948,45 | 1,23% | 77,75% | B | |
| 26 | CA | 74197/1 | FOSA SEPTICA EM ALVENARIA DE TUDO CERAMICO MACIÇO DIMENSÕES EXTERNAS: 90X1,10X1,40M, 1.500 LITROS, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA USA, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO COM ESPESURA 10CM | LIN | 2,00 | R\$ 1.121,84 | R\$ 2.243,67 | R\$ 144.192,12 | 1,23% | 78,98% | B | |
| 27 | CA | 74252/1 | ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCÁVEL DN 25MM (1") INCL. CONEXÕES, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 154,09 | R\$ 12,78 | R\$ 1.967,73 | R\$ 146.159,85 | 1,08% | 80,06% | B | |
| 28 | CA | 73401 | ESCALAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA COMPACTA, PROF. DE 0,14 X 0,14 X 1,30 | M3 | 54,00 | R\$ 34,99 | R\$ 1.889,24 | R\$ 148.048,09 | 1,03% | 81,10% | B | |
| 29 | CA | 87528 | EMBOÇO PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRACO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMINHENS COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALUSAS. AF. INCLUIA | M2 | 67,52 | R\$ 26,86 | R\$ 1.813,48 | R\$ 149.862,57 | 0,93% | 82,03% | B | |
| 30 | CA | 80692 | FUSTO DE CONCRETO, PREPARO MECÂNICO | M3 | 5,10 | R\$ 344,53 | R\$ 1.757,10 | R\$ 151.621,67 | 0,90% | 83,05% | B | |
| 31 | CA | 74220/1 | TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, 60MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE ZER | M2 | 37,50 | R\$ 42,48 | R\$ 1.593,07 | R\$ 153.212,74 | 0,87% | 83,92% | B | |
| 32 | CA | 74242/1 | BARRACÃO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA COM BANHEIRO, COBERTURA EM FIBROCEMENTO 4 MM, INCLUSIVE INSTALAÇÕES HIDRO-SANITÁRIAS E ELÉTRICAS | M2 | 10,00 | R\$ 157,12 | R\$ 1.571,15 | R\$ 154.783,89 | 0,86% | 84,78% | B | |
| 33 | CA | 74199/1 | SUVIADOR EM ALVENARIA DE TUDO CERAMICO MACIÇO DIAMETRO 1,20M E ALTURA 5,00M, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO DIAMETRO 1,40M E ESPESURA 10CM | LIN | 2,00 | R\$ 773,01 | R\$ 1.546,01 | R\$ 156.329,91 | 0,85% | 85,63% | B | |
| 34 | CA | 73880/2 | PORTA DE MADEIRA ALVORADAADA SEMI-OCALA, 80X210XCM, INCLUSIVE ADULELA 24, ALZAR 24 E DOBRAGENS | LIN | 2,00 | R\$ 765,41 | R\$ 1.530,82 | R\$ 157.860,72 | 0,84% | 86,47% | B | |
| 35 | CA | 74236/1 | PLANTIO DE GRAMA BATATAS EM PLACAS | M2 | 228,00 | R\$ 6,64 | R\$ 1.513,58 | R\$ 159.374,30 | 0,83% | 87,30% | B | |
| 36 | CA | 83449 | CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TUBO | LIN | 4,00 | R\$ 354,93 | R\$ 1.419,70 | R\$ 160.794,00 | 0,78% | 88,08% | B | |
| 37 | CA | 73948/16 | LÂMPADA MANUAL DO TERRENO (2) RASPAGEM SUPERFICIAL | M2 | 360,00 | R\$ 3,43 | R\$ 1.234,80 | R\$ 162.028,80 | 0,68% | 88,75% | B | |
| 38 | CA | 73933/2 | PORTA DE FERRO, DE ABIR, TIPO CHAPA USA, COM QUILIBRÇOS | M2 | 3,36 | R\$ 353,21 | R\$ 1.186,79 | R\$ 163.215,59 | 0,65% | 89,40% | B | |
| 39 | CA | 72107 | RUIO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DE 500X600X10 DE 2,00M | M | 45,00 | R\$ 24,31 | R\$ 1.093,82 | R\$ 164.309,40 | 0,60% | 90,00% | B | |
| 40 | CA | 74198/2 | CONCRETO USADO BOMBADEO FOX-20RPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO | M3 | 3,00 | R\$ 316,06 | R\$ 948,19 | R\$ 165.257,59 | 0,52% | 90,52% | B | |
| 41 | CA | 72016/1 | EXECUÇÃO DE DRENO COM TUBOS DE PVC CONSOLIDADO FLEXÍVEL PERFORADO - DN 100 | M | 25,00 | R\$ 36,98 | R\$ 924,88 | R\$ 166.182,48 | 0,49% | 91,02% | B | |
| 42 | PE | 844 | FO RIGIDO, LOCALAÇÃO EM PVC 45X105X1,0MM/2 | M | 616,12 | R\$ 1,45 | R\$ 893,37 | R\$ 167.075,85 | 0,49% | 91,50% | B | |
| 43 | CA | 9540 | ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA ÁREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CASARILHO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO | LIN | 1,00 | R\$ 892,10 | R\$ 892,10 | R\$ 167.967,95 | 0,49% | 91,99% | B | |
| 44 | CA | 73794/1 | PINTURA COM TINTA PROTETORA ACABAMENTO GRAPITE ESMALTE SOBRE SUPERFÍCIE METALICA 2 DEMAS | M2 | 26,97 | R\$ 28,75 | R\$ 775,50 | R\$ 168.743,45 | 0,42% | 92,42% | B | |
| 45 | CA | 88415 | APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES EXTERNAS DE CASAS. AF. 06/2014 | M2 | 220,06 | R\$ 3,34 | R\$ 735,36 | R\$ 169.478,81 | 0,40% | 92,82% | B | |
| 46 | CA | 74069/2 | FABRICAÇÃO DE EMBUTIR COMPLETA PARA PORTAS EXTERNAS, PADRÃO DE ACABAMENTO POPULAR | LIN | 10,00 | R\$ 73,29 | R\$ 732,92 | R\$ 170.211,73 | 0,40% | 93,22% | B | |
| 47 | CA | 74160/1 | TUBO PVC ESGOTO IS PREDIAL DN 40MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 26,31 | R\$ 24,74 | R\$ 650,96 | R\$ 170.862,69 | 0,39% | 93,58% | B | |
| 48 | CA | 73991/2 | ACABAMENTO LISO ESPESURA 3CM PREPARO MECÂNICO ARGAMASSA INCLUSIVE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE | M2 | 15,27 | R\$ 40,42 | R\$ 617,15 | R\$ 171.479,84 | 0,34% | 93,92% | B | |
| 49 | CA | 86931 | TAJO SANITÁRIO BOMBADEO COM CAIXA ACORRADA LOUCA BRANCA - PADRÃO MEDIO, INCLUSIVE ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2" X 40CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF. 12/2013 | LIN | 2,00 | R\$ 300,33 | R\$ 600,66 | R\$ 172.080,50 | 0,33% | 94,25% | B | |
| 50 | CA | 73924/1 | PINTURA ESMALTE ALTO BRILHO, DUAS DEMAS, SOBRE SUPERFÍCIE METALICA | M2 | 26,97 | R\$ 21,30 | R\$ 574,57 | R\$ 172.655,07 | 0,31% | 94,56% | B | |
| 51 | CA | 72300 | INTERRUPTOR BIPOLAR DE EMBUTIR 20A/25W, TELA DUPLA C/ PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | LIN | 18,00 | R\$ 29,43 | R\$ 529,81 | R\$ 173.184,88 | 0,29% | 94,85% | B | |
| 52 | CA | 6081 | PINTURA VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE EM MADEIRA, TRÊS DEMAS | M2 | 30,24 | R\$ 16,56 | R\$ 500,87 | R\$ 173.685,75 | 0,27% | 95,11% | B | |
| 53 | CA | 85182 | REVOLVIMENTO E DESTORVAMENTO MANUAL DE SUPERFÍCIE GRAMADA COM PROFUNDIDADE ATÉ 20CM | M2 | 228,00 | R\$ 2,20 | R\$ 501,51 | R\$ 174.187,26 | 0,27% | 95,40% | B | |
| 54 | CA | 88872 | TANQUE DE LOUCA BRANCA COM COLUNA, 22L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF. 12/2013 | LIN | 2,00 | R\$ 237,27 | R\$ 474,55 | R\$ 174.661,81 | 0,26% | 95,66% | B | |
| 55 | CA | 88648 | RODAPÊ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 45X45CM. AF. 06/2014 | M | 95,73 | R\$ 4,74 | R\$ 454,18 | R\$ 175.115,99 | 0,25% | 95,91% | B | |

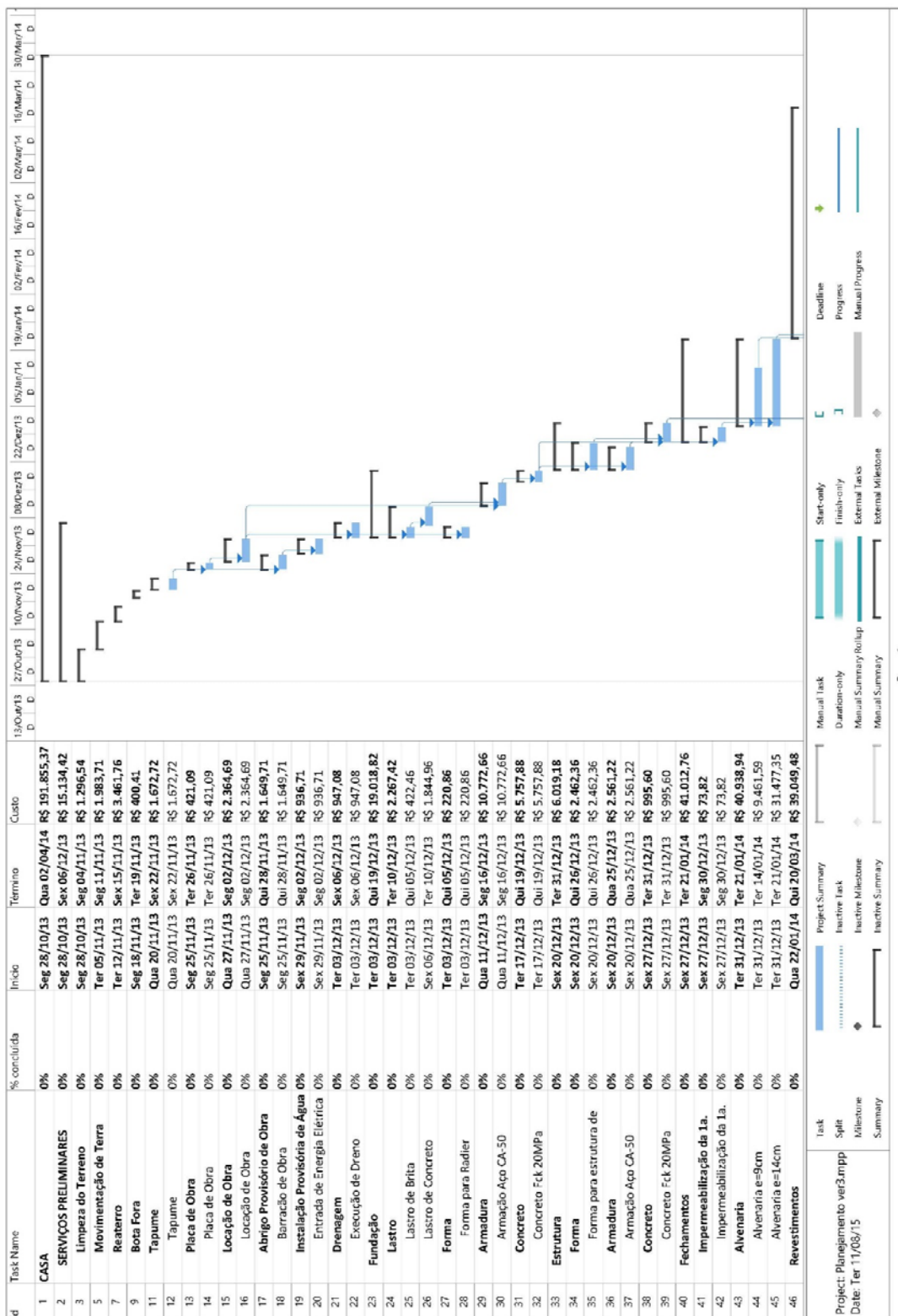
APÊNDICE II – ANÁLISE ABC – ATIVIDADES – CLASSE C

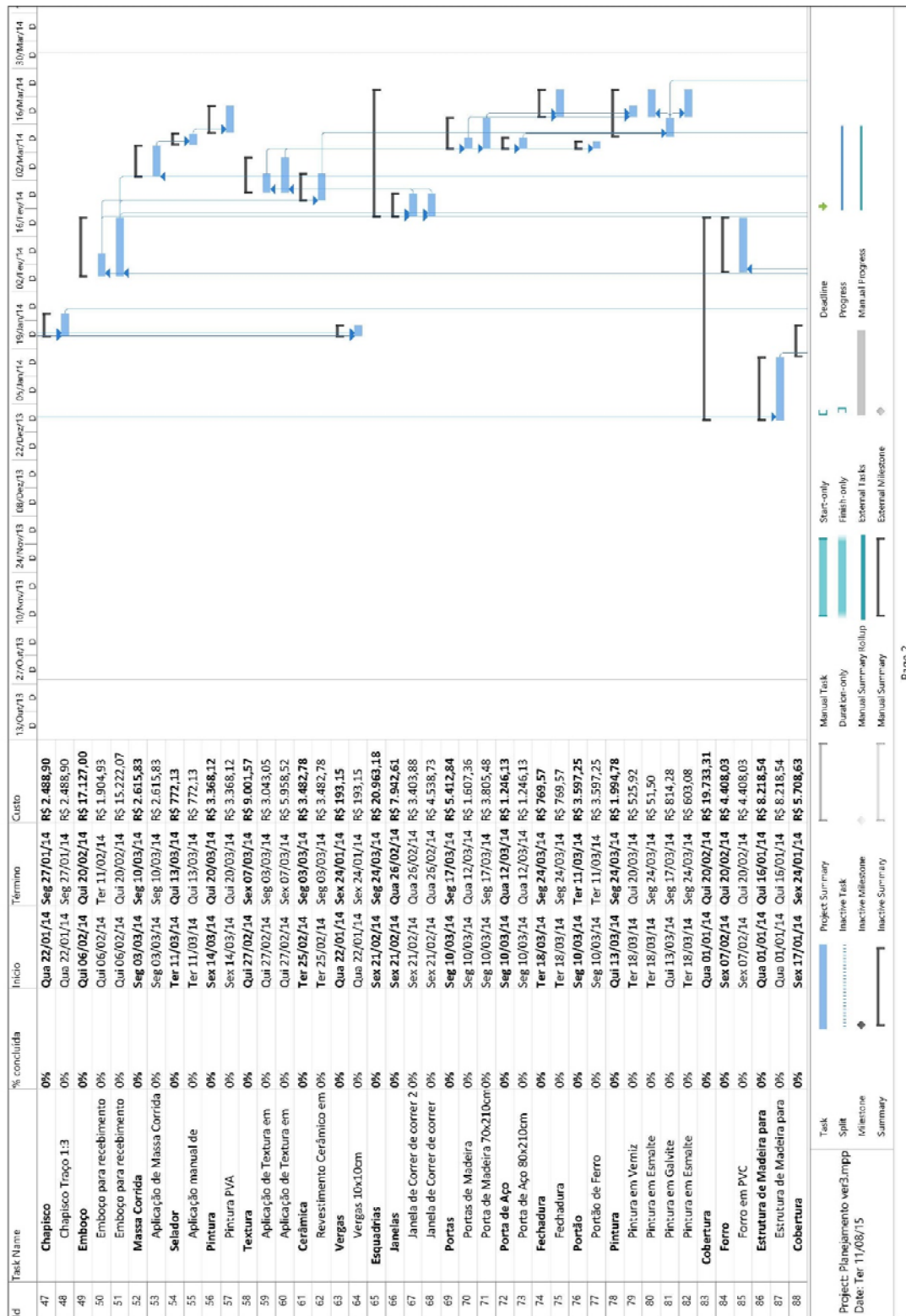
| Item | Código S/NAP | Item | Unidade | Quantidade | Costo Unitário | Costo Total | Costo Acumulado | % Unit | % Acum | Classe Curva ABC | % custo acumulado classes |
|--------------|--------------|--|---------|------------|----------------|-----------------------|-----------------|--------|---------|------------------|---------------------------|
| 56 | CA 72997 | CARÇA MANUAL DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 17,44 | R\$ 436,10 | R\$ 175.527,88 | 0,24% | 96,15% | C | |
| 57 | CA 89506 | APARELHO MISTURADOR DE MESA PARA LAVATÓRIO, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013 | UN | 2,00 | R\$ 201,54 | R\$ 403,08 | R\$ 175.931,07 | 0,22% | 96,37% | C | |
| 58 | CA 74164-4 | LASTRO DE BRITA | M3 | 5,10 | R\$ 78,89 | R\$ 402,34 | R\$ 176.333,41 | 0,22% | 96,59% | C | |
| 59 | CA 74749/1 | PLACA DE OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO | M2 | 1,50 | R\$ 267,36 | R\$ 401,03 | R\$ 176.734,44 | 0,22% | 96,81% | C | |
| 60 | CA 72896 | CARÇA MANUAL DE TERRA EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 14,50 | R\$ 362,60 | R\$ 177.097,04 | 0,20% | 97,01% | C | |
| 61 | CA 79480 | REGISTRO MANUAL SEMIARLAMENTO | M3 | 54,00 | R\$ 6,17 | R\$ 333,40 | R\$ 177.430,44 | 0,18% | 97,19% | C | |
| 62 | CA 74176-1 | REGISTRO GAVETA 1" COM CANOPLA ACABAMENTO CROMADO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 4,00 | R\$ 74,53 | R\$ 298,13 | R\$ 177.728,56 | 0,16% | 97,35% | C | |
| 63 | CA 89503 | LAVATÓRIO LOUCA BRANCA COM COLUNA, 45 X 55CM OU EQUIVALENTE, PADRÃO MÉDIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013-P | UN | 2,00 | R\$ 144,79 | R\$ 289,58 | R\$ 178.018,15 | 0,16% | 97,51% | C | |
| 64 | CA 74282-1 | REPRODUTO DE PVC RÍGIDO ROSCÁVEL DN 25MM (1") INCL. CONEXÕES, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 21,88 | R\$ 12,78 | R\$ 279,96 | R\$ 178.298,11 | 0,15% | 97,66% | C | |
| 65 | CA 89592 | LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECÂNICO | M2 | 0,76 | R\$ 344,53 | R\$ 263,09 | R\$ 178.561,20 | 0,14% | 97,81% | C | |
| 66 | CA 75051-2 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 35,24 | R\$ 6,80 | R\$ 239,70 | R\$ 178.800,90 | 0,13% | 97,94% | C | |
| 67 | CA 75051-2 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 35,24 | R\$ 6,80 | R\$ 239,70 | R\$ 179.040,60 | 0,13% | 98,07% | C | |
| 68 | CA 6058 | CUVEIRA COM TELA CERÂMICA EMBODADA COM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA) | M | 12,00 | R\$ 19,81 | R\$ 237,71 | R\$ 179.278,31 | 0,13% | 98,20% | C | |
| 69 | CA 9637 | SMELTA FINAL DA OBRA | M2 | 102,00 | R\$ 2,08 | R\$ 212,19 | R\$ 179.490,50 | 0,12% | 98,32% | C | |
| 70 | CA 74076-2 | FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDIÇÃO RAÍDER C/ REAPORTEAMENTO 5X | M2 | 4,10 | R\$ 25,97 | R\$ 210,34 | R\$ 179.699,01 | 0,12% | 98,43% | C | |
| 71 | CA 75051/3 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 18,82 | R\$ 11,04 | R\$ 207,83 | R\$ 179.906,84 | 0,11% | 98,55% | C | |
| 72 | CA 74217-2 | HIDROVITRO 5,00X10X1,0 D=3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 101,55 | R\$ 203,11 | R\$ 180.109,94 | 0,11% | 98,66% | C | |
| 73 | CA 89387 | CAIXA DE PASSAGEM PVC 400" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 30,00 | R\$ 6,50 | R\$ 194,88 | R\$ 180.304,82 | 0,11% | 98,76% | C | |
| 74 | CA 89301 | VERGAS 10X10 CM, PREVIDENCIADAS C/ CONCRETO FOLIADO PREPARO MECÂNICO, AÇO CA-50 COM FORMAS TABUA DE PINHO 2A | M | 12,70 | R\$ 14,49 | R\$ 183,98 | R\$ 180.488,80 | 0,10% | 98,86% | C | |
| 75 | CA 89438 | CAIXA METÁLICA OCTOGONAL 400" FUNDO MOVEL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 26,00 | R\$ 6,19 | R\$ 160,84 | R\$ 180.649,64 | 0,09% | 98,95% | C | |
| 76 | CA 89540 | TOMADA DE EMBUTIR 2P+1 10A/250V C/ PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 11,87 | R\$ 142,42 | R\$ 180.792,05 | 0,08% | 99,03% | C | |
| 77 | CA 74176-1 | REGISTRO GAVETA 3/4" COM CANOPLA ACABAMENTO CROMADO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 65,46 | R\$ 130,92 | R\$ 180.923,98 | 0,07% | 99,10% | C | |
| 78 | CA 72568 | JOELHO PVC 90º ESGOTO 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 9,48 | R\$ 113,78 | R\$ 181.037,76 | 0,06% | 99,16% | C | |
| 79 | CA 72568 | JOELHO PVC 90º ESGOTO 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 9,48 | R\$ 113,78 | R\$ 181.151,54 | 0,06% | 99,23% | C | |
| 80 | CA 72528 | LUVA PVC ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 8,00 | R\$ 13,20 | R\$ 105,56 | R\$ 181.257,11 | 0,06% | 99,28% | C | |
| 81 | CA 84402 | QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA P/ 5 DISJUNTORES TERMOMAGNÉTICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO, DE EMBUTIR, EM CHAPA METÁLICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 47,20 | R\$ 94,40 | R\$ 181.351,51 | 0,05% | 99,34% | C | |
| 82 | CA 72787 | ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL COM FLANGES E ANEL PARA CAIXA D'ÁGUA 50MMX1,2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 4,00 | R\$ 23,08 | R\$ 92,31 | R\$ 181.443,82 | 0,05% | 99,39% | C | 4,00% |
| 83 | CA 74166-4 | FUNDO PVC ESGOTO REDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 1,80 | R\$ 48,54 | R\$ 87,37 | R\$ 181.531,18 | 0,05% | 99,43% | C | |
| 84 | CA 72599 | JOELHO REDUÇÃO PVC ROSCÁVEL 90º ÁGUA FRIA 100/75" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 8,00 | R\$ 8,67 | R\$ 72,36 | R\$ 181.603,54 | 0,04% | 99,48% | C | |
| 85 | CA 72573 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º ÁGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 6,43 | R\$ 77,16 | R\$ 181.680,69 | 0,04% | 99,52% | C | |
| 86 | CA 72573 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º ÁGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 12,00 | R\$ 6,43 | R\$ 77,16 | R\$ 181.757,85 | 0,04% | 99,56% | C | |
| 87 | CA 72711 | REGISTRO GAVETA 1/2" BRUTO LATAO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 35,46 | R\$ 70,91 | R\$ 181.828,76 | 0,04% | 99,60% | C | |
| 88 | CA 74106-1 | IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS COM TINTA ASFÁLTICA, DUAS DEMORS | M2 | 8,62 | R\$ 8,16 | R\$ 70,30 | R\$ 181.900,06 | 0,04% | 99,64% | C | |
| 89 | CA 40777 | CAIXA SIFONADA PVC 150X150X50MM COM GREIHA REDONDA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 33,50 | R\$ 67,00 | R\$ 181.967,06 | 0,04% | 99,68% | C | |
| 90 | CA 72660 | RLUNCAO PVC ESGOTO 100X100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 28,85 | R\$ 57,69 | R\$ 182.024,75 | 0,03% | 99,71% | C | |
| 91 | CA 72439 | TE DE PVC SOLDÁVEL ÁGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 8,00 | R\$ 6,80 | R\$ 54,38 | R\$ 182.079,13 | 0,03% | 99,74% | C | |
| 92 | CA 73916-Q | PLACA DE IDENTIFICAÇÃO EM CHAPA GALVANIZADA NÚM. 18 - DIMENSÕES 80X200 | UN | 2,00 | R\$ 25,75 | R\$ 51,49 | R\$ 182.130,62 | 0,03% | 99,76% | C | |
| 93 | CA 74068-Q | PINTURA ESALTE BRILHANTE PARA MADEIRA, DUAS DEMORS, SOBRE FUNDO NIVELADOR BRANCO | M2 | 2,40 | R\$ 20,44 | R\$ 49,05 | R\$ 182.179,67 | 0,03% | 99,79% | C | |
| 94 | CA 72676 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º ÁGUA FRIA 32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 4,00 | R\$ 7,27 | R\$ 29,08 | R\$ 182.208,75 | 0,02% | 99,82% | C | |
| 95 | CA 72586 | JOELHO PVC 90º ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 21,02 | R\$ 42,04 | R\$ 182.250,79 | 0,02% | 99,84% | C | |
| 96 | CA 72567 | JOELHO PVC 90º ESGOTO 100MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 20,60 | R\$ 41,20 | R\$ 182.291,99 | 0,02% | 99,86% | C | |
| 97 | CA 72684 | RAIO SECTOR PVC 100X100MM SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 18,75 | R\$ 37,50 | R\$ 182.329,49 | 0,02% | 99,88% | C | |
| 98 | CA 72337 | TOMADA PARA TELEFONE DE 5 PÓLOS PASSADO TELHADAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 16,69 | R\$ 33,38 | R\$ 182.362,87 | 0,02% | 99,90% | C | |
| 99 | CA 72594 | RLUNCAO PVC ESGOTO 50X50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 13,40 | R\$ 26,79 | R\$ 182.389,66 | 0,01% | 99,91% | C | |
| 100 | CA 72671 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º ÁGUA FRIA 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 4,00 | R\$ 5,95 | R\$ 23,82 | R\$ 182.413,48 | 0,01% | 99,93% | C | |
| 101 | CA 75051-4 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 40MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 1,25 | R\$ 15,76 | R\$ 19,70 | R\$ 182.433,18 | 0,01% | 99,94% | C | |
| 102 | PE 505 | P/D P/ TELEFONE DE CORRE 870X4 8,0MM ISOLAÇÃO EM PVC POLIPROPILENO, 2 CONDUTORES | M | 32,52 | R\$ 0,60 | R\$ 19,51 | R\$ 182.452,69 | 0,01% | 99,95% | C | |
| 103 | CA 72898 | CARÇA E DESCARÇA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 0,75 | R\$ 18,80 | R\$ 182.471,49 | 0,01% | 99,96% | C | |
| 104 | CA 72898 | CARÇA E DESCARÇA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 | M3 | 25,00 | R\$ 0,75 | R\$ 18,80 | R\$ 182.500,29 | 0,01% | 99,97% | C | |
| 105 | CA 75051-1 | TUBO DE PVC SOLDÁVEL, SEM CONEXÕES 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 2,75 | R\$ 5,37 | R\$ 14,88 | R\$ 182.515,17 | 0,01% | 99,98% | C | |
| 106 | CA 72674 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 45º ÁGUA FRIA 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 6,94 | R\$ 13,88 | R\$ 182.529,05 | 0,01% | 99,99% | C | |
| 107 | CA 89387 | CAIXA DE PASSAGEM PVC 400" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | UN | 2,00 | R\$ 6,50 | R\$ 12,99 | R\$ 182.542,04 | 0,01% | 99,99% | C | |
| 108 | CA 74166-2 | TUBO PVC ESGOTO REDIAL DN 50MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | M | 0,39 | R\$ 33,27 | R\$ 12,97 | R\$ 182.555,01 | 0,01% | 100,00% | C | |
| TOTAL | | | | | | R\$ 182.551,67 | | | | | |

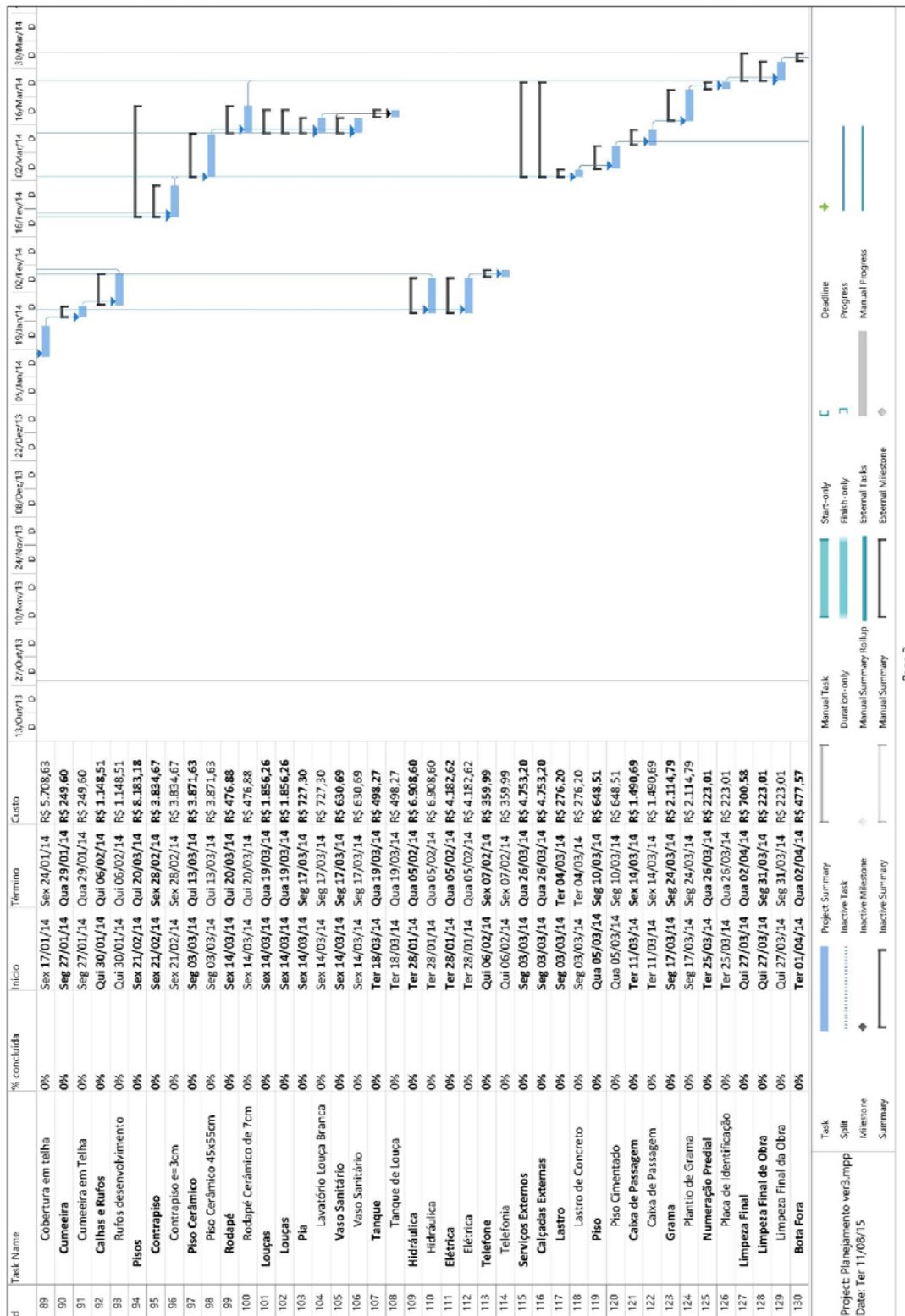
APÊNDICE III – RESPOSTAS AOS RISCOS – CLASSE A

| Item | Código SINAPI | Itens | Estratégia de resposta ao risco | Atividade de proposta | |
|------|---------------|---------|---|-----------------------|--|
| 1 | CA | 87626 | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 140X190CM (ESPESURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE RESECA AF_06/2014_P | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional dos blocos cerâmicos, compra de materiais palletizados, aquisição de transportadores de blocos específicos, criação de rotas para o transporte dos materiais (livre e plano). |
| 2 | CA | 87633 | MASSA ÚNICA, PARA REVESTIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAZO 1/2, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 100L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESURA DE 20MM, COM EXEÇÃO DE CALHAS AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, aquisição de materiais inspeccionados e testados, colocação dos agregados em locais específicos (limos, cobertos e planos), transporte de materiais em equipamentos específicos e em bom estado, evitar a produção excessiva destes materiais. |
| 3 | CA | 74254/2 | ARMACÃO CA-50, DIÂM. 6,3 (1/4") A 12,5MM (1/2") - FORNECIMENTO E COBERTURA DE VÃOS / COLOCAÇÃO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, execução de planos de corte e dobras dos vergalhões, verificação do fornecimento dos materiais contatos e dobrados na obra. |
| 4 | CA | 87519 | ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE RESECA AF_06/2014_P | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional dos blocos cerâmicos, compra de materiais palletizados, aquisição de transportadores de blocos específicos, criação de rotas para o transporte dos materiais (livre e plano). |
| 5 | CA | 72077 | ESTRUTURA DE MADEIRA DE 1L1, PRIMEIRA QUALIDADE, SERVIDA, NÃO APARELHADA, PARA TELHAS CERÂMICAS, VÃOS DE ATÉ 7M | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção das madeiras adquiridas, execução de um plano de corte das madeiras, fornecimento de equipamentos específicos para o corte dos materiais, fornecimento de equipamentos para trabalhos em altura. |
| 6 | CA | 88417 | APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EMPANOS (CISOS DE FACHADA, SEM PRESENÇA DE VÃOS) DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção). |
| 7 | CA | 74138/2 | CONCRETO USINADO BOMBADO FOK-20MPa, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação da montagem das formas (dimensões, travamentos), verificação das armaduras, inspeção do material adquirido, controle tecnológico do concreto. |
| 8 | CA | 73938/3 | COBERTURA EM TELHA CERÂMICA TIPO FRANCESA OU MARSELHA, EXCLUINDO MADEIRAMENTO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, compra de materiais palletizados, verificação dimensional dos materiais, transporte correto no local de colocação das telhas, fornecimento de equipamentos específicos para trabalhos em altura. |
| 9 | CA | 74067/2 | JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO, FOLHAS PARA VIDRO, COM BANDEIRA, INCLUSIVE GUARNIÇÃO E VIDRO USO INCOLOR | Transferir | Contratação de terceiros para a colocação das esquadrias |
| 10 | PE | 11507 | FORRO DE PVC EM REDESA DE 200 MM (COM COLOCAÇÃO, EXCLUSIVE ESTRUTURA DE SUPOORTE) | Transferir | Contratação de terceiros para a instalação do forro |
| 11 | CA | 87249 | REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 40X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5M2. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional do revestimento cerâmico, verificação das irregularidades no acabamento das peças cerâmicas, fornecimento de equipamentos específicos para a instalação do piso, formular um plano de execução do piso cerâmico. |
| 12 | CA | 87672 | PREPARO MANUAL EM ARGAMASSA TRAZO 1/2 (CORIMENTO LÁBEIS) SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESURA 4CM, ACABAMENTO NÃO REFINADO. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação granulométrica dos agregados, fornecimento de equipamentos precisos para a verificação do nível do piso, fornecimento de equipamentos específicos para o transporte dos materiais. |
| 13 | CA | 739104 | PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA CERA OU VERNIZ, FOK210CM, INCLUSIVE ADUELAJA, ALZAR 3A E DOBRADIÇAS COM ANEL | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação dimensional e do padrão de acabamento das portas adquiridas, fornecimento de ferramentas específicas para a instalação das portas, verificação do encaixe das paredes e das aberturas nos vãos. |
| 14 | CA | 74100/1 | PORTÃO DE FERRO COM VÁRIA 1/2", COM REQUADRO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, verificação dimensional e do padrão de acabamento das portas adquiridas, fornecimento de ferramentas específicas para a instalação das portas, verificação do encaixe das paredes e das aberturas nos vãos. |
| 15 | CA | 74165/4 | TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM, INCLUSIVE CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO | Prevenir | Treinamento da mão de obra, execução de um plano de corte dos tubos, armazenamento correto dos materiais |
| 16 | CA | 87272 | REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES INTERNAS COM PLACAS TIPO GRÊS OU SEMI-GRÊS DE DIMENSÕES 33X45 CM APLICADAS EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M² NA ATUARIA INTERNA DAS PAREDES. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção dimensional do revestimento cerâmico, verificação das irregularidades no acabamento das peças cerâmicas, fornecimento de equipamentos específicos para a instalação do revestimento cerâmico, formular um plano de execução do revestimento cerâmico, fornecimento de equipamentos precisos para a determinação do nível das peças. |
| 17 | CA | 74067/1 | JANELA DE CORRER EM ALUMÍNIO, COM QUATRO FOLHAS PARA VIDRO, DUAS FIXAS E DUAS MÓVEIS, INCLUSIVE GUARNIÇÃO E VIDRO USO INCOLOR | Transferir | Contratação de terceiros para o fornecimento das janelas |
| 18 | CA | 73416 | PINTURA PVA, TRES DEMAOS | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção). |
| 19 | CA | 53527 | REATERRO COMPACTADO MANUALMENTE (VALAS DE FUNDAÇÕES RESIDENCIAIS) | Prevenir | Treinamento da mão de obra, fornecimento de equipamentos específicos para a execução do reaterro, contratação de uma retroscavadeira, fornecimento de equipamentos para nivelar o terreno. |
| 20 | CA | 88416 | APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRÍLICA EMPANOS COM PRESENÇA DE VÃOS DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS, UMA COR. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção). |
| 21 | CA | 88497 | APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMAS. AF_06/2014 | Prevenir | Treinamento da mão de obra, inspeção do material adquirido, consulta da previsão do tempo para a aplicação em um ambiente favorável, correta disposição dos materiais, transporte em equipamentos específicos, verificar a correta manipulação dos insumos (armazenagem e produção). |

APÊNDICE IV – CRONOGRAMA







| Id | Task Name | % concluída | Inicio | Termino | Custo | Timeline | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | 13/Oct/13 | 27/Oct/13 | 10/Nov/13 | 24/Nov/13 | 08/Dec/13 | 22/Dec/13 | 05/Jan/14 | 19/Jan/14 | 02/Fev/14 | 16/Fev/14 | 02/Mar/14 | 16/Mar/14 | 30/Mar/14 | | | | | | | | | | | | |
| 131 | Bota Fora | 0% | Ter 01/04/14 | Qua 02/04/14 | R\$ 477,57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 132 | Fossa e Sumidouro | 0% | Ter 11/03/14 | Qui 20/03/14 | R\$ 3.579,79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 133 | Fossa | 0% | Ter 11/03/14 | Qui 20/03/14 | R\$ 2.356,48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 134 | Sumidouro | 0% | Ter 11/03/14 | Qui 20/03/14 | R\$ 1.623,31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Task | Project Summary | Manual Task | Start-only | Duration-only | Finish-only | Deadline |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------|
| Project: Planejamento ver3.mpp | Project Summary | Manual Task | Start-only | Duration-only | Finish-only | Deadline |
| Date: Ter 11/03/15 | Inactive Task | Manual Summary/ Rollup | External Milestone | Manual Summary | Manual Milestone | Manual Progress |