



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL**

YAN MOTA VERAS DE CARVALHO

ANÁLISE DO BIM APLICADO AO GERENCIAMENTO: SIMULAÇÃO 5D

FORTALEZA

2017

YAN MOTA VERAS DE CARVALHO

ANÁLISE DO BIM APLICADO AO GERENCIAMENTO: SIMULAÇÃO 5D

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.

Fortaleza

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C329a Carvalho, Yan Mota Veras de.
ANÁLISE DO BIM APLICADO AO GERENCIAMENTO : SIMULAÇÃO 5D / Yan Mota Veras de
Carvalho. – 2017.
67 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. José de Paula Barros Neto.
1. BIM 5D. 2. Quantificação. 3. BIM no Gerenciamento. I. Título.

CDD 620

YAN MOTA VERAS DE CARVALHO

ANÁLISE DO BIM APLICADO AO GERENCIAMENTO: SIMULAÇÃO 5D

Monografia apresentada como exigência parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal do Ceará. Área de concentração: Construção Civil.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. José de Paula Barros Neto (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Professora Dra. Mariana M. Xavier de Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Engenheira Esp. Juliana Quinderé Carneiro
Aval Engenharia

Dedico este trabalho
e o esforço despendido nessa jornada
ao meu Pai,
sem ele nada seria possível
ele não pôde ver, mas eu consegui.
Obrigado Pai.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Pai, Eudes, por todos os ensinamentos, apoio e por acreditar e se orgulhar das minhas conquistas, eterna saudade.

À minha Mãe, Iêda, por me dar suporte em todos os momentos e por ser sempre uma fonte de amor e carinho, te amo Mãe.

À toda a minha família que, mesmo não estando sempre comigo, conseguem me passar confiança e apoio. Ao meu irmão, Igor, e todos os meus primos pela parceria constante.

À minha namorada, Gabriela, que se tornou nessa jornada pela UFC um porto seguro, de onde sempre emanava amor e confiança.

Ao meu orientador, Prof. Barros Neto, por toda a confiança depositada e por mostrar o caminho a ser trilhado nessa pesquisa.

Aos meus colegas de orientação, Lia, Vitor e Amós, que tornaram esse desafio possível com seus conselhos e esforço em conjunto.

Aos meus companheiros de curso representados aqui por Carlos, João Pedro e Matheus por permanecerem unidos nas maiores dificuldades que a Engenharia nos proporcionou. Avante novos Engenheiros.

Aos meus amigos do peito, Fernanda, Guilherme, Juciê e Roberto, por desde sempre fazerem parte da minha vida e não deixar que nada nos afastasse, obrigado por existirem.

À instituição UFC que me acolheu e me transformou como pessoa. Cresci bastante nas minhas aventuras pelo Pici. Obrigado a esta universidade de excelência e seus professores.

À Larissa que nos momentos finais de desespero estendeu uma mão para ajudar;

“Nem tudo que é ouro brilha, nem todos os que vagueiam estão perdidos”

J. R. R. Tolkien

RESUMO

A construção civil é um ambiente complexo e cabe ao gestor organizar e planejar as atividades para garantir o bom desempenho da obra. Assim, o que motivou este trabalho foi a percepção de que há dificuldades em compartilhar informações entre o setor de projeto, o de planejamento e o de controle da produção. Acredita-se que é possível integrar esses setores por meio da metodologia BIM, pois esta permite agregar dentro de modelos construídos virtualmente as informações do projeto que são colaboradas ao longo de toda a vida de um empreendimento. O foco do trabalho se dá em avaliar como a aplicação do BIM afeta o gerenciamento, para isso foca-se em quatro grandes objetivos: analisar a criação de um modelo BIM, mensurar a precisão de quantitativos extraídos deste, avaliar como se dá um fluxo de planejamento baseado no modelo e, ainda, entender as possibilidades de uma simulação virtual da construção envolvendo tempo e custo. Para atingir tais objetivos usou-se um estudo de caso, a partir dos projetos convencionais em CAD foi criado um modelo BIM. Deste modelo, extraiu-se informações de quantitativos, e, com essas informações, foi possível orçar e planejar a obra. Os resultados foram então reinseridos no modelo e é realizada uma simulação de construção 5D. Durante todas as etapas foram avaliadas possibilidades, vantagens e desvantagens do uso do BIM. Como resultados, percebeu-se que os modelos para quantitativos exigiam um alto detalhamento e algumas soluções não convencionais para garantir que todos os elementos fossem quantificáveis. Para os quantitativos obteve-se 2,2%, 0,3% e 0,8% de distância da referência para medidas de comprimento, área e volume, respectivamente. O processo de planejamento tem um grande aumento na produtividade, mas a montagem das composições e dos pacotes de trabalho ainda exige um grande esforço e conhecimento prático, já a simulação se mostrou uma ferramenta inovadora para a visualização e melhoria do planejamento. O processo de planejamento baseado em BIM tem como resultado um modelo virtual que se comporta como um banco de dados do empreendimento. A metodologia propicia um menor tempo de resposta a alterações do projeto e diminui bastante o retrabalho, se mostrando uma inovação com potencial disruptivo para a indústria da construção.

Palavras-chave: BIM 5D. Quantificação. BIM no Gerenciamento

ABSTRACT

Civil construction is a complex environment, is up to the manager to plan and organizes the activities to ensure the good performance of the work. Therefore, what motivated this work was the perception that there are difficulties in share information between the project sector, planning sector and production sector. It is believed that is possible to integrate these sectors through BIM Methodology, since it allows to aggregate inside virtually constructed models the projects information that are collaborated throughout the development life. The focus of the work takes place in evaluate how the BIM application affects the management, so it focuses on four major goals: analyse the creation of a BIM model, measure the accuracy of quantitative data extracted from it, evaluate how a planning flow based on the model works and also understand the possibilities of a virtual construct simulation involving time and cost. To achieve such objectives it was used a case of study, starting with the conventional CAD projects it was created a BIM model, from this model quantitative information was extracted, with this information it was possible to budget and plan the work, the results were then reinserted into the model and is performed a 5D construction simulation. During all the steps, it was evaluated possibilities, advantages and disadvantages of BIM. As results, it was noticed that quantitative models require high details and some unconventional solutions to ensure that all elements are quantifiable, for the quantitative, 2.2%, 0.3% and 0.8% of distance from reference were obtained for measurements of length, area and volume respectively. The planning process had a large increase in productivity, but the assembly of the compositions and work packages still requires a lot of effort and practical knowledge and the simulation has proved itself as an innovative tool for visualization and improvement of the planning. The planning process based on BIM results in a virtual model that behaves like a database of the development, the methodology provides a shorter response time to project changes, greatly reduces rework and is an innovation with disruptive potential for the construction industry.

Keywords: BIM 5D. Quantification. BIM in management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Produtividade da Construção Civil comparada com outras indústrias (EUA).	3
Figura 2 Parâmetros em uma parede	12
Figura 3 Fotografia	21
Figura 4 Plantas do edifício	22
Figura 5 Método adotado	24
Figura 6 Etapas da Modelagem	25
Figura 7 Menu de elementos estruturais	26
Figura 8 Menu de elementos arquitetônicos	27
Figura 9 Composição de parede	27
Figura 10 Menu de elementos hidráulicos	28
Figura 11 Criação de tabela	29
Figura 12 Modelo Estrutural	33
Figura 13 Detalhes Laje Nervurada e Viga Faixa	34
Figura 14 Modelo Arquitetônico com link estrutural	35
Figura 15 Exemplo de Parede em Camadas	36
Figura 16 Corte do modelo Arquitetônico com link estrutural	36
Figura 17 Modelo de Instalações Hidrossanitárias	38
Figura 18 Instalações de banheiro	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Orçamento inicial para pisos	31
Tabela 2 Validação quantitativos de comprimento	40
Tabela 3 Validação dos quantitativos de área	40
Tabela 4 Validação dos quantitativos de volume.....	40
Tabela 5 Orçamento de pisos	41
Tabela 6 Macro Atividades	42
Tabela 7 Simulação 5D - Dia 0	43
Tabela 8 Simulação 5D - Dia 14	43
Tabela 9 Simulação 5D - Dia 29	44
Tabela 10 Simulação 5D - Dia 45	44
Tabela 11 Simulação 5D - Dia 60	45
Tabela 12 Simulação 5D - Dia 69	45
Tabela 13 Simulação 5D - Dia 78	46
Tabela 14 Simulação 5D - Dia 90	46
Tabela 15 Simulação 5D - Dia 105	47
Tabela 16 Simulação 5D - Dia 120	47
Tabela 17 Simulação 5D - Dia 135	48
Tabela 18 Simulação 5D - Dia 150	48
Tabela 19 Simulação 5D - Dia 165	49
Tabela 20 Simulação 5D - Dia 180	49
Tabela 21 Simulação 5D - Dia 195	50
Tabela 22 Simulação 5D - Dia 210	50
Tabela 23 Simulação 5D - Dia 225	51
Tabela 24 Simulação 5D - Dia 240	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Dimensões da modelagem BIM	14
Quadro 2 Benefícios do BIM ao gerente de projetos	16
Quadro 3 Resumo das Atividades	23
Quadro 4 Quantitativos para comparação	30
Quadro 5 Taxa de armadura adotada.....	34
Quadro 6 Elementos estruturais modelados	35
Quadro 7 Resumo dos Elementos Arquitetônicos.....	37
Quadro 8 Resumo dos elementos da instalação Hidrossanitária.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Problemática	3
1.2	JUSTIFICATIVA	4
1.3	OBJETIVOS	4
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	<i>4</i>
1.3.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>5</i>
2	REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1	Gerenciamento de projetos	6
2.1.1	<i>Estrutura Analítica do Projeto (EAP)</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Orçamento</i>	<i>8</i>
2.1.3	<i>Levantamento de quantitativos.....</i>	<i>9</i>
2.1.4	<i>Composição de custos.....</i>	<i>9</i>
2.2	BUILDING INFORMATION MODELING.....	11
2.2.1	<i>Modelagem Paramétrica</i>	<i>12</i>
2.2.2	<i>Colaboração</i>	<i>13</i>
2.2.3	<i>Modelagem em N dimensões</i>	<i>14</i>
2.3	BIM aplicado ao gerenciamento.....	15
2.3.1	<i>BIM 4D</i>	<i>16</i>
2.3.2	<i>BIM 5D</i>	<i>17</i>
2.3.3	<i>Metodologias de uso do BIM.....</i>	<i>19</i>
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	Materiais	21
3.2	Métodos.....	23
3.3	Seleção do empreendimento.....	24
3.4	Modelagem	25
3.4.1	<i>Estrutura</i>	<i>26</i>
3.4.2	<i>Arquitetura.....</i>	<i>26</i>
3.4.3	<i>Instalações</i>	<i>27</i>
3.5	Quantitativos	28
3.6	Orçamento e Planejamento.....	30
3.7	Simulação 5D.....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33

4.1	Processo de Criação dos Modelos.....	33
4.2	Validação dos quantitativos	39
4.3	Orçamentação	41
4.4	Planejamento.....	41
4.5	Simulação 5D.....	42
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES FUTURAS.....	53
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICES	56
	Apêndice A – Quantitativos e Orçamento.....	56
	<i>Composições.....</i>	<i>56</i>
	<i>Orçamento.. ..</i>	<i>60</i>
	Apêndice B – Planejamento da execução	66

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores mais importantes da economia brasileira, gerando renda e criando postos de trabalho. Em números, o investimento em construção corresponde a 9,9% do PIB brasileiro (FIESP, 2016). Porém, é reconhecidamente um dos setores mais tradicionais e arcaicos da indústria, sendo urgente a necessidade de aumento de produtividade na construção civil. Para isso, as empresas precisam adotar um programa de melhoria abrangente, com múltiplas iniciativas coordenadas (EY, 2015).

É crescente a demanda por melhoria no desempenho da indústria da construção principalmente de produtividade. Um estudo da EY (2015) identifica as alavancas mais relevantes para ganhos de produtividade na construção civil, sendo elas: planejamento da execução de empreendimentos; adoção de métodos de gestão; melhorias de projeto; equipamentos; materiais; métodos construtivos; e qualificação da mão de obra. Percebe-se que há vários meios de assegurar ganhos de produtividade, e somente uma combinação de todos eles pode fazer a construção alcançar patamares superiores de desempenho.

As empresas buscam cada vez mais a inovação e melhoria contínua dos processos. Com o advento da informatização no qual o capital intelectual é o mais valorizado em um mercado globalizado e competitivo, as empresas precisam ser dinâmicas utilizando recursos, profissionais e estratégias que permitam tomadas de decisões oportunas e eficazes (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Para isso, o setor da construção precisa modernizar-se investindo na industrialização, automação e informatização dos processos.

Um conceito que pode revolucionar todas as etapas de uma construção é a Modelagem da Informação da Construção, da sigla em inglês BIM (Building Information Modelling), que oferece uma grande gama de possibilidade para melhoria no processo de projeto, execução e manutenção de edificações.

O BIM traz consigo uma tecnologia que possibilita criar digitalmente um ou mais modelos virtuais acurados de uma construção. Estes modelos oferecem suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo uma melhor análise e controle em comparação aos processos elaborados manualmente ou em 2D. Quando concluídos, esses modelos gerados por computador contêm geometria e dados precisos necessários para o apoio às atividades de construção, fabricação e aquisição por meio das quais a construção é realizada (EASTMAN et al., 2011).

Percebe-se que a implementação do BIM proporciona um compartilhamento de informações interessante para os participantes da construção, o que possibilita grandes melhorias no setor, impactando diretamente nas três primeiras alavancas da produtividade (planejamento da execução de empreendimentos; adoção de métodos de gestão e melhorias de projeto) e fornecendo um suporte indireto para atingir as outras. As ferramentas BIM podem melhorar o desempenho da indústria da construção fornecendo suporte para as mais avançadas técnicas de planejamento e controle.

O avanço desta tecnologia precisa se embasar em fundamentos teóricos para garantir a qualidade dos modelos. Enquanto no Brasil o BIM está dando seus primeiros passos e já chamando a atenção de entidades do setor, um estudo conduzido pela McGraw Hill Construction (2014) mostra que em países como o Reino Unido, onde modelos BIM se tornaram obrigatórios em obra públicas, é notável os esforços do governo de padronizar e garantir a qualidade destes modelos.

O conceito de modelagem dentro de um ambiente BIM é muito mais complexo do que uma simples representação gráfica em 3D, pois um objeto contém, além de informações visuais e geométricas, uma coletânea de parâmetros que podem ser definidos pelo usuário, que, por sua vez, controla o comportamento do elemento e fornece informações importantes para o projeto.

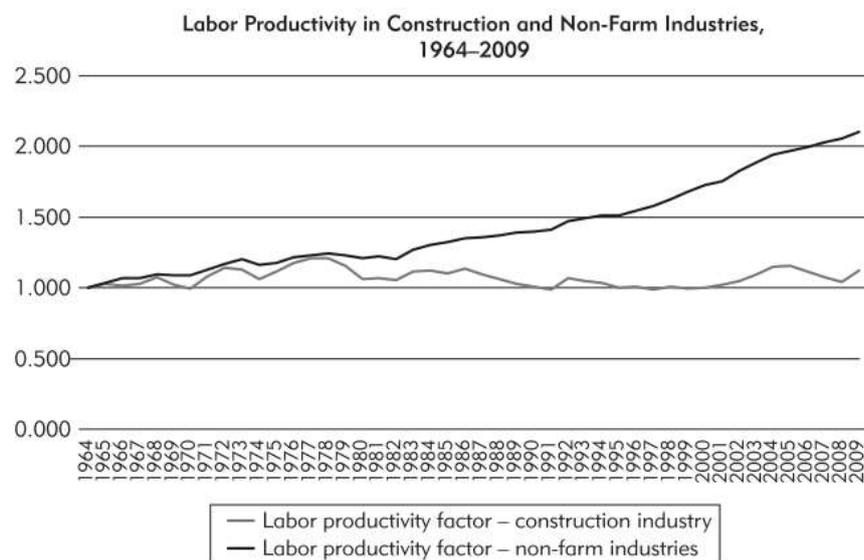
Por exemplo, ao desenhar uma parede em um software CAD se tem um par de linhas que o leitor interpreta como uma representação de uma parede, porém ao modelar uma parede utilizando uma ferramenta BIM esta é completamente definida a partir dos seus parâmetros, tais como: posição, restrições, geometria, material, peso específico, custo e muitas outras informações. O projetista estrutural, por exemplo, pode se utilizar dessas informações para posicionar precisamente o carregamento causado por esta parede em uma laje ou viga.

A utilização da modelagem da informação na construção conduz a um novo tipo de planejamento, fornecendo suporte a avaliações que antes seriam dispendiosas. O BIM fornece ao gerenciador uma grande quantidade de dados (localização, material, especificações, custo e etc.) que dá suporte a análises e tomadas de decisões, permitindo ao gestor novas abordagens e técnicas que podem melhorar todo o processo de gerenciamento de uma obra, sendo utilizado em um processo de concepção integrado do produto com o planejamento seguindo um fluxo natural, definido e confiável.

1.1 Problemática

A construção civil, diferente de outros setores da indústria, como a manufatura e o agronegócio, ainda não se beneficiou tão fortemente com as novas tecnologias de informatização e automação. Em virtude disso, apresenta índices de produtividades defasados em relação aos outros setores, como ilustra a Figura 1, que se refere a economia americana, mas que pode ser extrapolada sem grandes perdas para a situação do Brasil, pois a indústria da construção brasileira é ainda menos industrializada.

Figura 1 Produtividade da Construção Civil comparada com outras indústrias (EUA)



Fonte: adaptado de Eastman et al., 2011)

O setor responsável pelo planejamento e o pelo controle das atividades da obra tem muito retrabalho para elaborar orçamentos e encontrar informações nos projetos. Deste modo, realizar um levantamento de quantitativos para fazer uma requisição de material, por exemplo, demanda horas de uma atividade de difícil auditoria. Assim, o processo de tomada de decisão acaba se baseando em estimativas e na experiência.

O problema abordado por este trabalho são as falhas na integração dos setores de projeto, planejamento e controle (incompatibilidades, alterações de projeto não repassadas, quantitativos errados e etc.) que resultam em baixa eficiência na construção. Acredita-se que, utilizando uma plataforma BIM para realização desta integração, pode-se amenizar o problema através do uso de um modelo que seja fonte confiável de informação para todos os setores.

1.2 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil foi um dos setores que menos evoluiu em produtividade ao longo dos anos, e uma das causas é a falta de informatização. O BIM é uma filosofia revolucionária para o segmento de Arquitetura, Engenharia e Construção. O principal foco é atribuir e extrair informações de representações gráficas, manipular esses dados e transformar a forma dos projetos. Dessa maneira, o mesmo modelo utilizado para gerar vistas e representações, pode ser utilizado para gerar quantitativos para orçamento, simulações de insolação, análise estrutural, controle da obra, planejamento de logística, entre outras finalidades.

A adoção do BIM não se limita a uma implantação de nova tecnologia, mas refere-se à adoção de novos fluxos de trabalho envolvendo ambiente colaborativo e planejamento nas fases iniciais do projeto. O novo modo de colaboração envolve recursos avançados de visualização, aliados à transferência contínua de conhecimento entre os diversos agentes participantes do processo de projeto (projetistas, construtores, contratantes, consultores, etc.) (COELHO; NOVAES, 2008).

Há evidências que estimativas de custo utilizando BIM 5D tem melhor performance que o tradicional. Porém, até hoje existem poucos estudos sobre o uso do BIM 5D, alguns se resumem em mostrar como o conceito poderia funcionar. Há alguns trabalhos que se baseiam na extração quantitativos, e mais escassos ainda são os que chegam a atribuir estimativas de custos a partir do modelo (WANG et al., 2014). Este trabalho visa contribuir para a área mostrando os desafios que precisam ser enfrentados e propondo um caminho para sua aplicação.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 *Objetivo Geral*

Avaliar, executar e propor melhorias no método de planejamento de um empreendimento utilizando o conceito BIM.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral é preciso determinar marcos intermediários que mostrem o caminho da pesquisa, cada passo será analisado consistindo nos seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar os desafios da criação de um modelo BIM para quantitativo;
- b) Analisar a utilidade da extração de dados para planejamento e orçamentação;
- c) Avaliar um fluxo de planejamento com uso do BIM;
- d) Analisar as possibilidades de uma simulação que integre o modelo às dimensões de custo e tempo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial tem como objetivo servir de base teórica para o trabalho. Os conceitos relativos ao desenvolvimento e aplicação do BIM no gerenciamento da construção serão discutidos aqui. Optou-se por iniciar com as bases do gerenciamento para mostrar como a nova abordagem utilizando construção virtual dá suporte a este.

2.1 Gerenciamento de projetos

Se faz interessante iniciar esta discussão analisando a definição de projeto sobre a ótica de alguns pesquisadores. O objetivo é construir a base do conhecimento sobre gerenciamento, que é fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

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, 2013)

Complementarmente Limmer (1997) define projeto como empreendimento singular, com objetivo ou objetivos bem definidos, a ser materializado segundo um plano preestabelecido e dentro de condições de prazo, custo, qualidade e risco previamente definidas.

O gerenciamento de projetos na construção se tornou ainda mais importante com o aumento da complexidade dos empreendimentos. Este avanço exige um domínio das atividades necessárias para atingir o objetivo do projeto, além da previsão dos cenários possíveis para a definição da melhor estratégia.

A publicação *Guide to the Project Management Body of Knowledge* (guia para o conjunto de conhecimentos de gerenciamento de projetos), o Guia PMBOK, define gerenciamento de projetos como a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para a execução de projetos de forma efetiva e eficaz. Trata-se de uma competência estratégica para organizações, permitindo que elas unam os resultados dos projetos com os objetivos do negócio – e, assim, melhor competir em seus mercados (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

Ainda segundo o Guia PMBOK o conhecimento em gerenciamento de projetos é composto de dez áreas:

- a) Gerenciamento da Integração
- b) Gerenciamento de Escopo
- c) Gerenciamento de Custos
- d) Gerenciamento de Qualidade
- e) Gerenciamento das Aquisições
- f) Gerenciamento de Recursos Humanos
- g) Gerenciamento das Comunicações
- h) Gerenciamento de Risco
- i) Gerenciamento de Tempo
- j) Gerenciamento das Partes Interessadas

As potencialidades do uso do BIM podem dar suporte a várias áreas do gerenciamento na construção civil. Porém, será definido como interesse deste trabalho apenas o Gerenciamento do Escopo do projeto por meio da criação de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP), o Gerenciamento de Custos por meio de uma orçamentação e Gerenciamento de Tempo através da criação de um cronograma, todos integrados ao modelo BIM.

2.1.1 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A EAP é uma divisão natural do projeto, de caráter essencialmente prático, que se realiza levando-se em conta os produtos finais e as suas divisões funcionais, isto é, as funções e operações suscetíveis de controle em que ele se divide. Em resumo, nada mais é do que uma síntese estrutural das atividades que precisam ser realizadas no projeto (LIMMER, 1997).

Segundo o Guia PMBOK 2013, EAP é uma decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser executado pela equipe do projeto a fim de alcançar os objetivos do projeto e criar as entregas requeridas. Ela organiza e define o escopo total do projeto e representa o trabalho especificado na atual declaração do escopo do projeto aprovada. Criar a EAP é o processo de subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. O principal benefício desse processo é o fornecimento de uma visão estruturada do que deve ser entregue.

O trabalho planejado contido dentro dos componentes de nível mais baixo da EAP, são chamados de pacotes de trabalho. Um pacote de trabalho pode ser usado para agrupar as atividades onde o trabalho é agendado, tem seu custo estimado, monitorado e controlado. A EAP não mostra a ordem dos pacotes de trabalho ou quaisquer dependências entre eles, pois

tem como objetivo principal mostrar o trabalho envolvido em criar o produto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013; SAKAMORI, 2015).

2.1.2 Orçamento

Todo empreendimento passa por uma análise de viabilidade antes de ser executado e o orçamento é um dos pontos de partida. Orçamento segundo, Limmer (1997), pode ser definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto de acordo com um plano de execução pré-estabelecido. O Guia PMBOK 2013 complementa afirmando que 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.

Diversos métodos são usados para dar conta de todas as quantidades e os custos associados a um projeto de construção. Um orçamentista deve considerar os planos de construção, especificações, as condições do local, custos, inflação provável, lucros potenciais, o tempo, especiais situações, jurídicas, municipais, administrativas e questões de segurança (ALDER, 2006). Percebe-se que estabelecer um método para fazer a quantificação correta de um item pode-se mostrar uma tarefa difícil.

Witicovski et al. (2009) ressalta que existem muitos tipos de orçamento de produto utilizados na construção civil. Como exemplo, pode-se destacar o orçamento convencional, o executivo, o paramétrico, por características geométricas e o processo de correlação, estes são detalhados abaixo:

- a) **Convencional:** é feito a partir de composições de custo, dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço;
- b) **Executivo:** este tipo de orçamento 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 consulta rápidas de clientes. Está baseado na determinação de constantes de consumo dos insumos por unidade de serviço;
- d) **Método pelas características geométricas:** baseia-se na análise de custos por elementos de construção de edifícios do mesmo tipo e com alguma semelhança relativa do elemento analisado no edifício de estudo;

- e) **Processo de correlação:** o custo é correlacionado com uma ou mais variáveis de mensuração, podendo ser uma correlação simples (produtos semelhantes) ou uma correlação múltipla (o projeto é decomposto em partes ou itens).

2.1.3 Levantamento de quantitativos

A elaboração de quantitativos é a etapa preliminar à estimativa de custos da obra. É um processo que consome tempo e necessita de experiência do orçamentista; onde indicadores históricos ou de mercado são frequentemente utilizados para acelerar os trabalhos de quantificação e sempre é feita com a utilização de uma memória de cálculo (SANTOS *et al.*, 2014).

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.

Tradicionalmente estes são feitos de forma manual através da contagem e medições feitas diretamente do projeto em CAD. Este processo (manual) de levantamento de quantitativos está sujeito a erros humanos, os quais tendem a propagar imprecisões nos orçamentos. Atualmente, a quantificação, da forma tradicionalmente feita, é demorada, podendo consumir de 50% a 80% do tempo de um engenheiro orçamentista em um projeto (SABOL, 2008). Assim, há uma lacuna que o BIM e a automatização de quantitativos pode preencher de maneira eficaz.

2.1.4 Composição de custos

A partir dos quantitativos é necessário utilizar-se de bancos de dados e técnicas para determinar os custos dos materiais e serviços que foram levantados. Sendo classificados como diretos ou indiretos de acordo com a forma como são determinados. Denominam-se custos diretos aqueles facilmente rastreáveis ao objeto de custo, enquanto que os custos indiretos são

aqueles dificilmente atribuídos ao objeto de custo, necessitando, normalmente, utilizar um critério de rateio (BALDAUF *et al*, 2013).

De acordo com Limmer (1997), o custo total de um empreendimento é a soma das seguintes parcelas:

- a) **Custo Direto de Materiais:** Soma dos produtos das quantidades dos materiais e componentes pelos respectivos preços postos no local de sua utilização;
- b) **Custo Direto de Mão de Obra:** Produto da carga total de trabalho, em homens-horas, pelo salário médio ponderado da mão de obras, acrescido dos encargos sociais e trabalhistas;
- c) **Custo de Equipamentos de Construção:** Produto da carga de trabalho de cada equipamento pelo respectivo custo referido ao prazo de sua utilização ou ao volume de produção;
- d) **Custos Indiretos de Administração:** Estimados geralmente pela aplicação de um percentual sobre os custos diretos de produção, sendo este percentual determinado em função do efetivo necessário para a administração do projeto;
- e) **Custos de Transporte Interno:** Caso não haja um sistema de apropriação que permita atribuir esses custos a cada elemento consumidor de transporte, quando serão classificados como custo diretos, eles são calculados em função dos meios e dos equipamentos de transporte a utilizar e da respectiva mão de obra de operação, e distribuídos uniformemente como um percentual sobre os materiais e a mão de obra;
- f) **Custos de Administração Empresarial e Lucro:** Os custos de administração empresarial e o lucro geralmente são agrupados com o custo de administração do projeto. Mais correto é calculá-los como um percentual dos custos totais, ou seja, custos diretos e indiretos de produção, e fazê-lo incidir sobre estes cursos.

A partir da divisão das tarefas na EAP é construída a Composição de Custos Unitários que é formado por coeficientes técnicos extraídos de publicações especializadas ou compilados pelas próprias empresas. A premissa é que há linearidade na proporção de serviço a ser executado e o custo (LIMMER, 1997).

Um dos principais bancos de dados para composições de custos é o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) que é indicado pelo Decreto 7983/2013, que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia. Há também a tabela de custos da Secretaria da

Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA), que é recomendada e elaborada pelo governo do estado do Ceará.

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING

Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM) é um dos mais promissores avanços na indústria da arquitetura, engenharia e construção. Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de um edifício é virtualmente construído. Esse modelo pode ser usado para planejamento, projeto, construção e operação do empreendimento. Ele ajuda arquitetos, engenheiros e construtores a visualizar o que deve ser construído em um ambiente simulado para identificar potenciais problemas (AZHAR, 2011).

BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelação das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelação 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito (AZEVEDO, 2009), o que fornece a construção uma nova abordagem para a coordenação de todas as partes do empreendimento. Segundo Azhar (2011), o BIM pode ser utilizado para os seguintes propósitos:

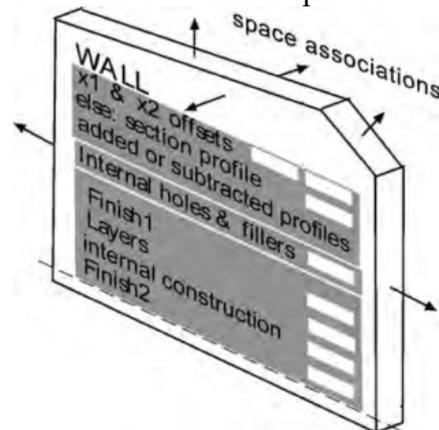
- a) **Visualização:** Renderizações 3D podem ser facilmente geradas;
- b) **Fabricação:** É capaz de gerar projetos detalhados para vários sistemas construtivos;
- c) **Revisões de norma:** Bombeiros e outra agências governamentais podem utilizar o modelo para avaliar o atendimento das normas;
- d) **Estimativas de custo:** Softwares BIM já incorporam ferramentas para estimar custos. Quantitativos são extraídos automaticamente do modelo e atualizados sempre que o modelo é alterado;
- e) **Sequenciamento da construção:** O modelo pode ser efetivamente utilizado para pedidos de material, fabricação e planejamento de entregas para todos os componentes do empreendimento;
- f) **Conflitos, interferências e detecção de colisões:** Já que os modelos BIM são criados em um espaço 3D geométrico, todos os sistemas principais podem ser automaticamente e instantaneamente checados para interferências. Por exemplo, se uma tubulação atravessa uma viga ou duto de ventilação.

Alguns dos conceitos básicos para utilização do BIM serão discutidos aqui. O que garante sua utilização efetiva é a automatização dos modelos, que se adaptam às mudanças do projeto e à integração dos participantes do projeto através da colaboração.

2.2.1 Modelagem Paramétrica

O conceito diferencial do BIM é a parametrização dos modelos, pois permite que os projetos sejam inteligentes. A modelagem paramétrica consiste na representação computacional de um objeto construído com entidades, cujos atributos podem ser fixos ou variáveis. Os atributos fixos são denominados como controlados e os atributos variáveis podem ser representados por parâmetros e regras, de forma a permitir que objetos sejam automaticamente ajustados de acordo com o controle do usuário e com a mudança de contexto (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

Figura 2 Parâmetros em uma parede



Fonte: (EASTMAN et al., 2011)

As tecnologias que usam o 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; NOVAES, 2008). Isto se reflete em melhorias no processo de projeto e garante uma resposta rápida as alterações, além de poupar retrabalhos na elaboração de cortes e detalhamentos.

As famílias são criadas para organizar os objetos e os elementos construtivos que foram parametrizados. Uma família é um grupo de elementos com um conjunto de propriedades (parâmetros) em comum e representação gráfica parecida. Diferentes elementos pertencentes à

mesma família podem ter alguns ou todos os seus parâmetros diferentes, mas o conjunto destes (nome e significado) é o mesmo, essas variações são chamadas de tipos (AUTODESK, 2017).

2.2.2 Colaboração

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 dos projetos, de planejamento e construção mostra-se adequado à formação de um modelo consistente do edifício (COELHO; NOVAES, 2008).

O uso do BIM facilita o envolvimento de todos os participantes do projeto ainda no início do processo. Segundo Coelho e Novaes (2008), “O novo modelo de colaboração envolve recursos avançados de visualização, aliados à transferência contínua de conhecimento entre os diversos agentes participantes do processo de projeto”. Assim, o conhecimento especializado dos integrantes do projeto é aproveitado, por exemplo terceirizados responsáveis por projetos secundários são envolvidos para a concepção do modelo BIM, o compartilhamento de informações evita o aparecimento de incompatibilidades futuras.

O que garante a criação de um modelo preciso e completo é a interoperabilidade que, segundo Azevedo (2009) é definido como 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.

A interoperabilidade envolve a capacidade de identificação e troca de dados e informações necessários para serem transferidas entre aplicativos, permitindo aos profissionais de diversas disciplinas trocarem ou agregarem informação de maneira colaborativa e ágil (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). De modo que cada disciplina pode ser desenvolvida em uma ferramenta BIM diferente, mas que tenha propriedades compartilháveis que possam ser intercambiáveis, existe um esforço internacional, IFC, para padronização dos modelos.

De acordo com Romcy (2012):

O IFC é definido pela *BuildingSMART International* como uma especificação aberta de dados BIM que é trocada e compartilhada entre vários participantes em uma construção de obra ou gerenciamento de projeto, sendo, assim, seu padrão internacional para *openBIM* (BIM aberto). Essa especificação consiste em um esquema de dados, representado na linguagem *EXPRESS*, e dados de referência, representados como definições de propriedade XML e definições quantidade.

2.2.3 Modelagem em N dimensões

Os parâmetros que guiam a construção do modelo virtual permitem que o BIM adicione diferentes tipos de informação que expandem as possibilidades de aplicação. 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*.(SAKAMORI, 2015).

Assim, com a evolução da filosofia de trabalho e o poder das ferramentas, criou-se o conceito de BIM multidimensional, cada nova funcionalidade importante cria um novo leque de aplicações, listadas no Quadro 1:

Quadro 1 Dimensões da modelagem BIM

Dimensão	Funcionalidade	Aplicações
3D	Ambiente Virtual Tridimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Documentação Gráfica • Detecção de Interferências • Visualização do projeto
4D	Cronograma - Tempo	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação das fases de projeto • Cronograma enxuto • Validação visual para pagamentos
5D	Estimativa de custo	<ul style="list-style-type: none"> • Concepção do projeto integrado a orçamento • Extração de quantitativos do modelo • Estudos de viabilidade
6D	Sistemas de monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia de ciclo de vida em BIM • As Built • Manual incorporado ao sistema BIM • Plano de Manutenção
7D	Sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de eficiência energética • Certificação sustentável • Análise de consumo
nD	Futuro	<ul style="list-style-type: none"> • Para cada nova funcionalidade e aplicação é possível adicionar uma dimensão ao modelo

Fonte: adaptado de (BOMFIM; LISBOA; MATOS, 2016; SAKAMORI, 2015)

2.3 BIM aplicado ao gerenciamento

A utilização da tecnologia BIM de acordo com Eastman *et al.* (2011) tem grandes benefícios para a construção que poupam tempo e dinheiro. O modelo preciso da construção beneficia todos os membros do time de projeto. Isto permite um processo de planejamento de construção melhor e mais enxuto que reduz os potenciais erros e conflitos. Ele identifica, ainda, o que os construtores esperam do BIM, embora as ferramentas atuais de modelagem não consigam satisfazer todas as exigências, elas representam áreas de utilização a serem estudadas. As exigências identificadas foram:

- a) **Informações detalhadas da edificação:** Contidas num modelo 3D preciso que fornece vistas gráficas dos componentes do edifício com a possibilidade de extração de informações de quantitativos e propriedades dos componentes;
- b) **Componentes Temporários:** Representação de equipamentos, fôrmas e outros itens temporários que são essenciais para a sequência de execução e planejamento;
- c) **Especificações associadas a cada componente do edifício:** Links para especificações textuais para todo componente que o construtor deve comprar ou construir;
- d) **Dados de análise relativos aos níveis de desempenho e exigências de projeto:** Informações como carregamentos, esforços estruturais máximos esperados, cargas de aquecimento e resfriamento para dimensionamento de condicionadores de ar, níveis de luminância pretendidos, etc. Esses dados servem para detalhamento dos sistemas prediais;
- e) **Relatório de estágio de projeto e construção:** Acompanhamento de cada componente, com o objetivo de acompanhar e validar o progresso das etapas do projeto.

O ambiente colaborativo BIM, traz para o gerenciamento, a partir da criação de uma estrutura que auxilia a análise de dados e apresentação dos resultados, vários benefícios. Alguns destes benefício estão explicitados no Quadro 2.

Quadro 2 Benefícios do BIM ao gerente de projetos
Potenciais benefícios da utilização do BIM para gerentes de projetos

<i>Potenciais benefícios para os Gerentes de Projetos</i>	Porque?
<i>Organizar o cronograma e o orçamento do projeto</i>	Uma modelagem 5D atualiza imediatamente o cronograma e o orçamento quando ocorre uma modificação.
<i>Trabalho eficiente entre a equipe de projetistas</i>	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.
<i>Contratação e controle dos subcontratado</i>	Através da detecção de conflitos no modelo e os trabalhos coordenados permitem que os subcontratados trabalhem de forma previsível.
<i>Request for Information (RFI) e change orders</i>	Utilizando a simulação de construção para a coordenação, estas solicitações podem alcançar números próximos a zero.
<i>Otimizar a experiência e a satisfação do proprietário</i>	O proprietário recebe uma injeção de confiança quando o gerente de projetos mostra como as decisões impactam nos custos e no cronograma.
<i>Fechamento do projeto</i>	O gerente de projetos apresenta a modelagem 6D – empreendimentos com informações de garantia, especificações, cronogramas de manutenção e outras informações.

Fonte: (BRYDE; BROQUETAS; VOLM, 2013)

O modelo de informações 3D tem várias aplicações quando integrado com informações pertinentes ao construtor, como a inserção do tempo e custo. A modelagem BIM 4D e 5D tem potencial revolucionário e é referenciada a seguir.

2.3.1 BIM 4D

Atualmente o planejamento de atividades é feito por softwares que utilizam o CPM (Método do Caminho Critico), que permite visualizar processo de construção através de cronogramas, diagramas de barras e identificar as atividades críticas. Porém, de acordo com Koo e Fischer (2000), os cronogramas tradicionais não fornecem informações suficientes referentes ao contexto espacial e a complexidade dos componentes de um projeto, resultando em uma representação abstrata do planejamento.

A modelagem BIM 4D, também chamado de 4D CAD, é o resultado do *link* entre imagens gráficas 3D com a quarta dimensão do tempo. Esse processo de conexão produz um modelo 4D, que representa o modelo do empreendimento e graficamente incorpora informações tradicionalmente representadas em um cronograma. Ao inserir a programação dentro do modelo gráfico, os aspectos físicos e temporais do projeto ficam intrinsecamente conectados, assim como eles são no processo real de construção (KOO; FISCHER, 1998).

A modelagem 4D tem seu funcionamento interpretado por Eastman et al. (2011) como ferramenta de comunicação para identificar potenciais gargalos e como método para melhorar a colaboração. O mesmo aponta os principais benefícios dos modelos 4D, sendo eles:

- a) **Comunicação:** os planejadores podem comunicar visualmente o processo de construção planejado a todas as partes interessadas do empreendimento. O modelo 4D captura ambos os aspectos temporais e espaciais de um cronograma e comunica-o com mais eficiência do que um diagrama de *Gantt* tradicional;
- b) **Contribuição de múltiplas partes interessadas:** os modelos 4D são frequentemente usados em fóruns da comunidade para apresentar aos leigos como um projeto pode afetar o tráfego, o acesso a um hospital ou outras preocupações críticas da comunidade;
- c) **Logística do canteiro:** os planejadores podem administrar as áreas de armazenamento, acessos ao (e no) canteiro, locação de equipamentos grandes, trailers e etc.;
- d) **Coordenação de disciplinas:** os planejadores podem coordenar o fluxo esperado no tempo e espaço das disciplinas no canteiro, bem como a coordenação de trabalho em espaços pequenos;
- e) **Comparação de cronogramas e acompanhamento do progresso da construção:** os gerentes de projetos podem comparar diferentes programações facilmente, e identificar rapidamente se o projeto está em dia ou atrasado.

2.3.2 BIM 5D

A modelagem 5D engloba o modelo 4D e adiciona a informação de custo. Durante a utilização, adaptações são feitas e cada orçamentista utiliza a ferramenta BIM a sua maneira, adaptando para as necessidades do projeto.

O desenvolvimento das funcionalidades 5D (Custo) está ganhando impulso, e as principais empresas de gerenciamento de custos estão começando a perceber as vantagens competitivas ao adotar essa abordagem revolucionária para orçamentação (SMITH, 2014). Na modelagem 5D, 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. Criando uma base de dados simples e integrada com o modelo para análises visuais e quantitativas (SAKAMORI, 2015).

A engenharia de custos moderna está levando o processo de orçamento para um próximo nível, usando modelos que fornecem estimativas 5D detalhadas e precisas, criando “orçamentos vivos”. O orçamento se altera um gigantesco número de vezes para cada solução que é testada, se adaptando automaticamente para as alterações no projeto, sendo a precisão do planejamento de custos proporcional ao nível de detalhamento do modelo (MITCHELL, 2012).

É possível perceber que exige um grande esforço na implementação e criação de um modelo 5D, porém os benefícios e potencialidades desta nova abordagem trazem soluções para melhorar o desempenho de projetos na construção civil. Bakker e Menezes (2011) listam as potencialidades identificadas no uso do BIM pela empresa *VICO Software*:

- a) fornecer cronograma de custos;
- b) mostrar ao proprietário o que acontece com o cronograma e o orçamento quando é feita uma alteração no projeto;
- c) organizar seu banco de dados com custos e preços de informação, taxas de produtividade do trabalho, dados de composição da equipe e *subKPIs*;
- d) proporcionar múltiplas e iterativas evoluções de estimativas, para que o proprietário possa rapidamente fazer comparações com o custo-alvo.

Todas as ferramentas BIM têm funções para extração de quantitativos em diferentes formatos tabelados. Esses quantitativos são adequados para estimação aproximada dos custos, para melhorar a precisão é preciso definir os componentes de maneira a contornar o problema. Por exemplo, um *software* BIM por padrão pode fornecer a área interna de paredes, mas não a quantidade de tijolos necessária, ou, ainda, pode informar o volume de concreto em uma laje, mas não a quantidade de aço. Estes problemas podem ser solucionados com diferentes abordagens, a depender da ferramenta utilizada (EASTMAN et al., 2011).

2.3.3 Metodologias de uso do BIM

O processo de criação de um modelo 5D que engloba todas as funcionalidades descritas anteriormente não é algo esquematizado. Cada empresa utiliza o BIM a sua forma, com etapas de desenvolvimento do modelo específicas. Nesta seção, serão expostas algumas propostas disponíveis na literatura, busca-se aqui antecipar as dificuldades e desafios que serão encontrados no decorrer deste trabalho e identificar as melhores soluções adotadas.

Sakamori (2015) realizou um estudo de caso onde modelou especificamente para construção de simulação 5D três edificações de menor porte. Em seu método, dividiu as etapas do processo da seguinte maneira lógica:

- a) Modelagem arquitetônica;
- b) Modelagem estrutural;
- c) Modelagem das instalações elétricas e hidráulicas;
- d) Extração de quantitativos;
- e) Levantamento de custos;
- f) Elaboração do planejamento de prazos;
- g) Associação do prazo ao custo;
- h) Simulação da Modelagem 5D.

Sakamori (2015) concluiu que o processo não é automatizado em todas as fases, de modo que ainda é exigida a intervenção humana. Entretanto, as atividades que demandam maior trabalho humano, como por exemplo, o levantamento das quantidades necessárias às atividades previstas ao projeto, é realizado pelo software. A inserção das planilhas com as bases de custos unitários, por sua vez, é realizada de forma manual: cada planilha deve ser convertida e atualizada dentro da planilha orçamentária.

O modo como Sakamori (2015) organiza seu trabalho é realmente o mais utilizado, mas dentro dela há diversas variações principalmente na modelagem 4D e 5D. Barbosa (2014) elaborou um modelo 5D de uma estação de tratamento de água residual, tendo utilizado a mesma sequência de processos. Ela conclui que o BIM é uma metodologia eficaz para o planejamento da construção e gestão de custos do empreendimento, evidenciando vários benefícios que esta metodologia traz em relação aos métodos tradicionais. Ela destaca, ainda, que, graças à visualização do cronograma da construção, através do comando *TimeLiner* do software *Navisworks*, O BIM 5D se mostrou uma boa ferramenta para apoio à gestão num ambiente colaborativo.

Barbosa (2014) demonstrou, ainda, algumas dificuldades no processo de construção dos modelos. Ela relata que particionar objetos do modelo que deveriam ser construídos em atividades distintas não era possível diretamente no *Navisworks*, sendo necessário editar o modelo. Outro problema encontrado foi a falta de padronização dos elementos, pois se os elementos estavam categorizados de forma errada no modelo, a informação não era quantificada na unidade de custo correta.

Lee, Tsong e Khamidi (2016) fizeram um projeto piloto de utilização do BIM 5D usando como objeto de estudo um bangalô. Eles buscaram demonstrar que o BIM facilita o processo de decisão, o que pode melhorar o gerenciamento da qualidade, custo e tempo da construção. A metodologia aplicada por eles se subdividia em 3 estágios.

Para os autores, primeiro estágio seria a coleta de informações sobre a construção e sua inserção no modelo 3D. Este processo se inicia com consultas ao cliente para definir suas necessidades que levam a uma proposta de arquitetura inicial. Após aprovado é construído um modelo 3D onde posteriormente será incorporado as outras disciplinas. O modelo deve conter informações e especificações de todos os componentes, é interessante que ele ressalta que essa aproximação inicial exige muito da competência de integração de informações 2D (linhas de referências e delimitações de área) em informação 3D.

O segundo estágio se dá após aprovação do projeto inicia, quando começa a engenharia de custo. As informações de quantidades são extraídas automaticamente do modelo e são atreladas a unidades de custo unitário. É interessante que isso permite ao cliente avaliar suas prioridades de gasto ao mostrar a variação de cenários. Ele utiliza o modo de criação de tabelas do próprio *Revit*, inserindo um parâmetro custo, que é multiplicado pela unidade de medida.

O terceiro estágio consiste na criação da EAP do projeto abrangendo todas as atividades do projeto. Como a integração é feita com BIM, há uma grande quantidade de informações disponíveis. Por fim, toda a informação necessária é integrada no modelo 5D e é feita uma animação que demonstra todo o cronograma físico e financeiro da obra.

As observações de Lee, Tsong e Khamidi (2016) indicam claramente significância na utilização do BIM 5D. A integração da informação não só aprimora a eficiência e precisão como permite ao tomador de decisões uma interpretação sofisticada da informação que é quase impossível no fluxo de trabalho 2D tradicional.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os principais recursos necessários para este trabalho são os projetos e informações da edificação que será utilizada como estudo de caso. O prédio que foi modelado é da própria UFC, o bloco administrativo do Campus Avançado de Crateús. Foi disponibilizado pela Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental (UFCINFRA) os seguintes projetos referentes ao bloco:

- a) Projeto de estruturas
- b) Projeto de instalações
- c) Projeto arquitetônico

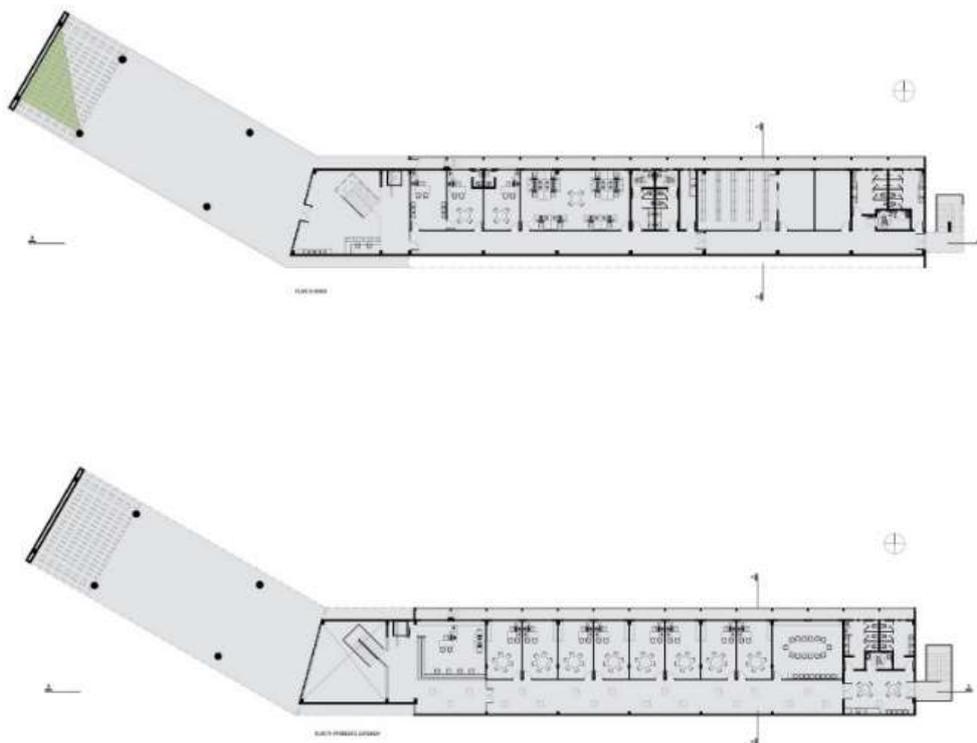
Este é o primeiro do conjunto de blocos previstos pelo plano diretor desta unidade acadêmica. O edifício, Figura 3 e Figura 4, tem uma dupla função: a de abrigar o programa administrativo do conjunto e a de servir como portal de entrada para o campus, moldando, assim, a forma do edifício, que é bipartido por uma inflexão em sua forma que separa um trecho edificado e fechado de outro aberto e fluido.

Figura 3 Fotografia



Fonte: Archdaily

Figura 4 Plantas do edifício



Fonte: Archdaily

Outro material importante que possibilitou este trabalho é a família de *softwares* da *Autodesk* para construção, totalmente focada no conceito BIM. Foi utilizado dois *softwares* desta família:

- a) *Autodesk Revit*: Suas poderosas ferramentas permitem que você use o processo inteligente baseado em modelos para planejar, projetar, construir e gerenciar edifícios e infraestruturas. O *Revit* oferece suporte a um processo de projeto multidisciplinar, para trabalhos colaborativos;
- b) *Autodesk Navisworks*: O software de análise de projetos permite que profissionais de arquitetura, engenharia e construção analisem de forma completa com os interessados os modelos e dados integrados para controlar melhor os resultados do projeto.

Além disso, foram utilizadas as tabelas de composições públicas da SINAPI e da SEINFRA como referência de custo e produtividade para elaboração do orçamento. Este foi possível graças aos *softwares* da *Microsoft* para fazer o processamento dos dados, os cálculos necessários no processo de orçamentação e organizar o cronograma:

- a) *Microsoft Office Excel*: é um editor de planilhas com recursos que incluem uma interface intuitiva e capacitadas ferramentas de cálculo e de construção de gráficos;
- b) *Microsoft Project: Software* de gerenciamento de projetos que auxilia o gerente no desenvolvimento do planejamento, designando recursos para tarefas, monitorando progressos, gerenciando o orçamento e analisando carga de trabalho.

3.2 Métodos

O modo como este estudo será conduzido envolve diversas “frentes de trabalho” que serão organizadas aqui de uma maneira concisa que demonstre a interdependência entre elas. O método adotado se baseou na revisão, adotando os pontos fortes de cada uma das metodologias estudadas. O Quadro 3 resume o que este método se propõe a fazer:

Quadro 3 Resumo das Atividades

Objetivo	O que fazer?	Recursos	Resultado Esperado
Identificar os desafios da criação de um modelo BIM	Construir um modelo de uma edificação.	Projetos da edificação, Autodesk Revit	Chegar a um modelo adaptado para orçamentação e registrar soluções encontradas
Analisar a utilidade da extração de dados para planejamento e orçamentação	Realizar a extração de quantitativos diretamente do modelo e verificar sua precisão	Autodesk Navisworks e Autodesk Revit ,	Conseguir uma alta precisão nos orçamentos com erros menores que 5%
Avaliar um fluxo de planejamento com uso do BIM	Elaborar um orçamento e um cronograma de construção conectado com o modelo	Autodesk Navisworks, Microsoft Office Excel e Project, Tabela SINAPI e Seinfra	Elaborar um orçamento e um cronograma preciso e adaptável que se altere automaticamente junto com o modelo

Avaliar as possibilidades de uma simulação que integre o modelo as dimensões de custo e tempo, modelagem 5D

Reinsere todos os dados do planejamento no modelo e avalia os resultados

Autodesk
Navisworks e
Microsoft
Office Excel e
Project

Visualizar o avanço da construção e dos custos ao longo de uma linha tempo e aponta melhorias no planejamento

Fonte: Autor

Nas próximas seções cada etapa será descrita, de maneira que o método adotado para atingir os objetivos possa ser compreendido e replicado. O ponto inicial é uma seleção criteriosa do empreendimento a ser estudado que então prossegue com as etapas mostradas na Figura 5.

Figura 5 Método adotado



Fonte: Autor.

3.3 Seleção do empreendimento

Uma parte importante para que se possa atingir o sucesso esperado é a escolha adequada do objeto de estudo do trabalho. Dessa maneira, é preciso estabelecer certos critérios que mantenham o foco da pesquisa em avaliar as aplicações do BIM.

Os critérios adotados são:

- O projeto deve possuir um nível de complexidade que justifique a utilização das ferramentas BIM;
- O responsável pelo empreendimento esteja disposto a compartilhar as informações e projetos;
- Que seja possível construir uma parceria para a troca de informações sobre os projetos e a execução;

- d) Esteja disposto a ver os resultados da construção virtual e discutir melhores soluções;

O estudo a ser realizado poderá trazer grandes benefícios a partir do momento em que uma modelagem 4D e 5D seja realizada, fornecendo ao parceiro deste estudo recursos para melhorar o desempenho da construção.

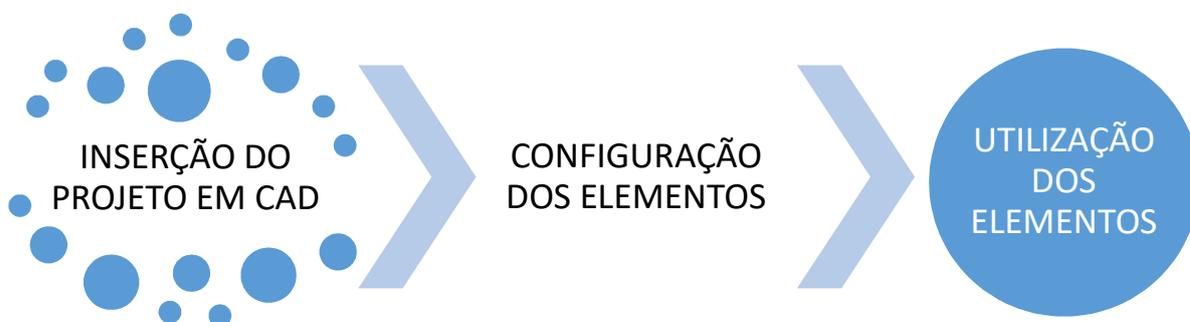
3.4 Modelagem

A etapa de modelagem do empreendimento exigiu um processo decisório que foi acrescentando informações ao modelo. Pois cada objeto que foi adicionado ao modelo é construído virtualmente, demonstrando as dificuldades de decisão da obra real. Os modelos foram desenvolvidos em três grandes disciplinas: Arquitetura, Estrutura e MEP (instalações mecânicas, hidráulicas e elétricas), para tal foi utilizado o *Revit 2017* da *Autodesk*, pois este fornece uma versão estudantil gratuita e é compatível com os mais modernos formatos interoperáveis.

É durante a modelagem que informações importantes para as fases posteriores são definidas, principalmente para propiciar a extração dos quantitativos e identificação das atividades. Para tal, será incluído em cada objeto do modelo um parâmetro que permitirá a identificação da atividade correspondente no orçamento.

O processo de modelagem BIM foi baseado em 3 etapas, como demonstrado na Figura 6. O projeto em CAD foi inserido como uma base para locação dos elementos, cada objeto foi criado (ou adaptado de um existente) para corresponder as informações do projetista e para conter as informações importantes ao planejamento, só então é colocado no modelo.

Figura 6 Etapas da Modelagem



Fonte: Autor

3.4.1 Estrutura

O ponto de partida construção virtual do empreendimento é a modelagem da estrutura, pois para assegurar que o modelo represente a realidade a modelagem seguiu a ordem da construção. Assim, inicia-se pela colocação dos elementos estruturais para evitar que os próximos modelos entrem em conflito com a estrutura.

Inserem-se os arquivos CADs como referência de posição, posteriormente foram inseridos os pilares, vigas e lajes seguindo o que está disposto no projeto. Os comandos de inserção de elementos estruturais são mostrados na Figura 7.

Figura 7 Menu de elementos estruturais



Fonte: Autodesk Revit

Foi avaliado de acordo com a complexidade da estrutura, se será modelado as armaduras de concreto ou as ligações no caso de estrutura de aço, já que estes tipos de detalhamento possuem informações mais acessíveis por meio de tabelas no projeto, porém sua inserção na modelo demanda bastante trabalho. Assim, só serão modelados estes detalhes no caso de os elementos se apresentarem com simetrias e sejam repetitivos, caso contrário estas informações serão incluídas como parâmetros nos elementos.

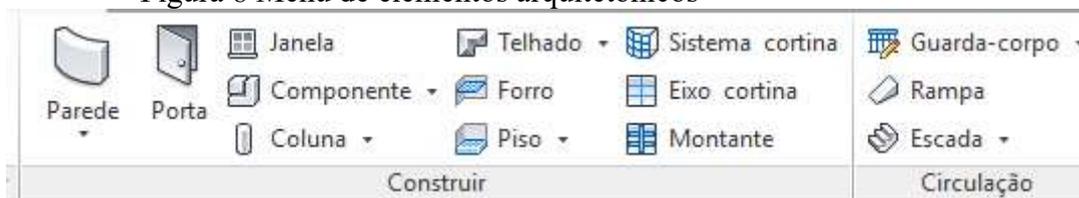
3.4.2 Arquitetura

De posse do modelo estrutural, pôde-se então iniciar a trabalhar na arquitetura. O primeiro passo é criar um novo modelo exclusivamente para a arquitetura, isso é necessário para carregarmos as ferramentas de modelagem arquitetônica e também para evitar sobrecarregar o modelo estrutural.

Neste novo arquivo, foi vinculado ao projeto estrutural, assim pôde-se utilizar a geometria do modelo como base sem a necessidade de carregar todas as informações. Sobre este modelo, foram importados os projetos arquitetônicos, a partir dos quais iniciou-se a modelagem da estrutura. Essa ordem de modelagem permite criar elementos arquitetônicos com base na estrutura, por exemplo pisos nivelados com a laje e revestimentos em vigas e pilares.

Para representar fielmente o projeto, a modelagem foi baseada no projeto 2D disponível, inserindo o desenho como base para a inserção dos objetos. Na Figura 8, é mostrado o menu de inserção de elementos arquitetônicos, cada um deles tem suas especificidades e parâmetros que precisam ser fornecidos ao programa.

Figura 8 Menu de elementos arquitetônicos

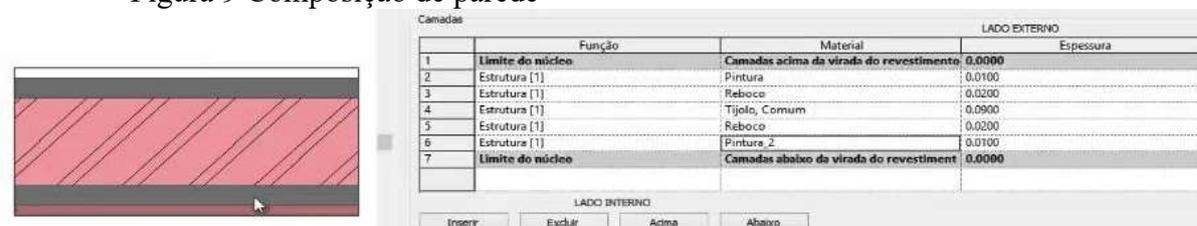


Fonte: Autodesk Revit

É importante detalhar cada objeto com as informações necessárias para sua finalidade, orçamentação e planejamento. Um exemplo são as paredes que serão modeladas em camadas, como mostra a Figura 9, para representar cada tipo de revestimento.

Ao avanço da construção virtual, vai ficando evidente falhas no projeto como falta de informação ou elementos sobrepostos. Além disso, foi utilizado prioritariamente as famílias da biblioteca padrão do *Revit*, devidamente customizadas, para a modelagem, porém alguns dos elementos que inexistiam no acervo do programa foram transferidos de sites especializados da internet ou criados pelo próprio autor.

Figura 9 Composição de parede



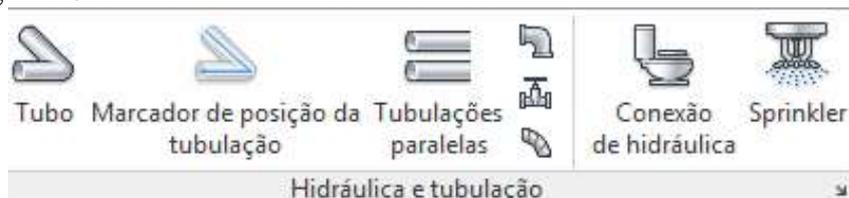
Fonte: Divulgação Revit

3.4.3 Instalações

Segue-se o mesmo procedimento para o projeto das instalações. Iniciou-se fazendo o link do modelo arquitetônico com um arquivo novo e, baseando-se nos projetos existentes, construiu-se virtualmente o modelo. Porém, há um grande desafio na modelagem de instalações, pois nem todos os fabricantes dispõem de objetos para uso nos projetos em BIM. Além disso, a criação dessas famílias exige conhecimento técnico e uma grande quantidade de esforço, que não é o foco deste trabalho.

Assim, devido a disposição de recursos e tempo limitado, optou-se por modelar apenas a disciplina de Hidráulica e Esgoto, já que a fabricante Tigre dispõe de um catálogo de produtos previamente modelados e padronizados. Este trabalho acabou deixando de cobrir alguns subsistemas de instalações importantes, como o elétrico, mas acredita-se que o método empregado aqui funciona com adição de mais disciplinas ao modelo. A Figura 10 demonstram os menus de utilização.

Figura 10 Menu de elementos hidráulicos



Fonte: Autodesk Revit

O processo se dará da seguinte maneira: cada componente do sistema é configurado para trabalhar de forma inteligente, de tal forma que, ao desenhar-se o traçado da tubulação, o programa mostra as conexões necessárias para a execução (joelhos, tês, luvas e etc). É necessário que a família esteja customizada para colocar a conexão correta, e estas conexões precisam ser pré configuradas.

O programa identifica possíveis problemas durante a modelagem, por exemplo se uma tubulação de esgoto não tiver espaço para atender a inclinação necessária, é disparado um aviso de problema que deve ser corrigido para a inserção da peça. Todas as vistas, cortes e plantas são atualizadas automaticamente e as mudanças podem ser realizadas todas elas.

3.5 Quantitativos

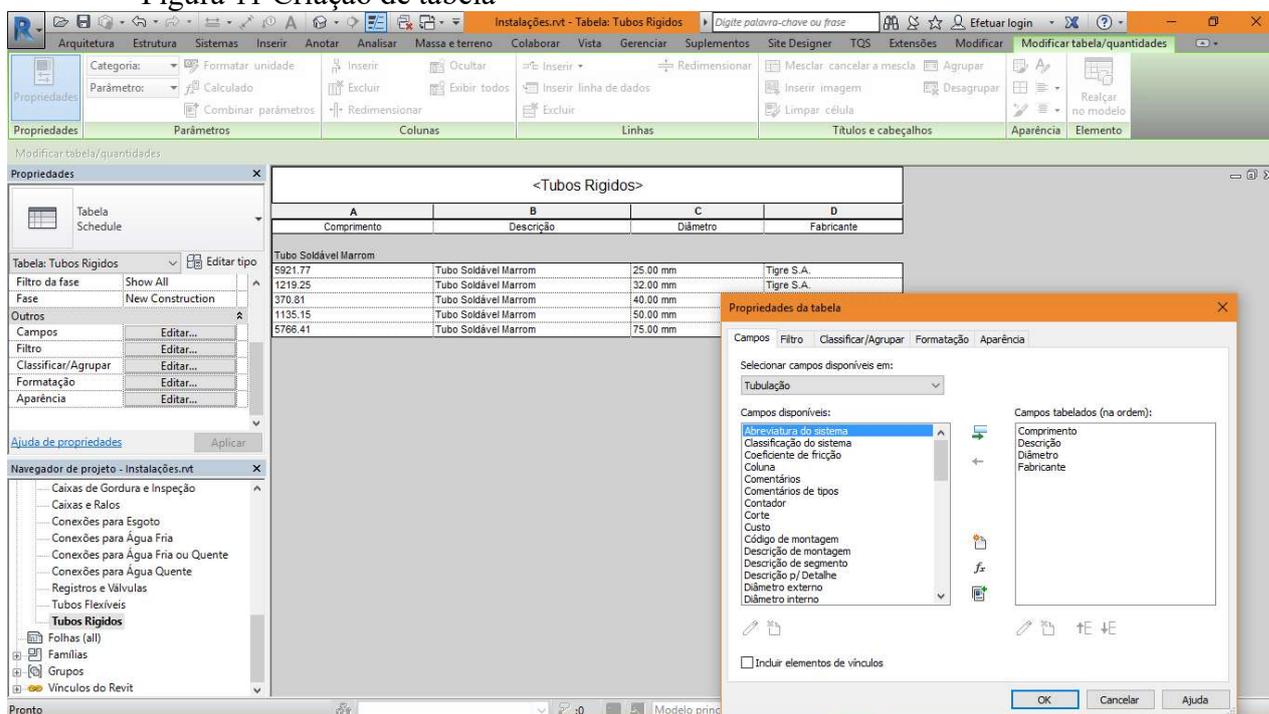
A partir do modelo compatibilizado, pôde-se extrair informações para utilizar no planejamento do empreendimento. Utilizando tanto o *Revit* quanto o *Navisworks*, é possível retirar quantitativos do modelo; para o trabalho foram testadas ambas as soluções e será escolhida a primeira, por se mostrar mais prática e com resultados de melhor interpretação.

Foram retirados quantitativos baseados nas famílias, sendo cada tabela compostas por vários objetos. O *Revit* apresenta a ferramenta *Schedule* que permite criação de tabelas baseado no modelo, esta ferramenta permite apresentar as informações necessárias para orçamentação e pode ser exportada para o *Excel* para a realização de cálculos. Cada família tem uma tabela apresentando as seguintes informações:

- a) Descrição do Elemento
- b) Localização
- c) Informação medida

A ferramenta *Schedule* do *Revit* é personalizável e pode ser utilizada para os mais diversos fins, sendo que a tabela é auto preenchida com os parâmetros escolhidos e atualizada simultaneamente com as modificações no modelo, a Figura 11 mostra a criação da tabela resumida de tubos. Alguns elementos podem exigir que mais parâmetros sejam inseridos na tabela, assim foi avaliado individualmente cada tipo para definir a composição destas tabelas.

Figura 11 Criação de tabela



Fonte: Autodesk Revit

Para validar estes quantitativos, foi feito um comparativo de 3 itens, sendo um item de medição linear, um em área e um em volume. Foi feita uma medição com auxílio de *software* CAD e o valor comparado ao extraído automaticamente. Foi buscado, ainda, entender e justificar possíveis discrepâncias nas medições. O Quadro 4 mostra quais itens foram avaliados, e o critério de aceitação é uma diferença menor ou igual a **5%** entre os dois métodos de quantificação, sendo a medição em CAD a referência.

No procedimento de validação, a extração automática foi comparada com uma medição e a diferença de resultados foi tabelada. Foram feitas 5 amostras em cada teste e utilizada a média das distâncias absolutas como critério de aceitação, sendo que a diferença

média deveria ser de 5%. Outro ponto a ressaltar é que foram escolhidos aleatoriamente os elementos avaliados.

Quadro 4 Quantitativos para comparação

TIPO DE MEDIÇÃO	QUANTITATIVO AVALIADO
LINEAR	Tubulação
ÁREA	Diversos elementos arquitetônicos
VOLUME	Volume de concreto em peças

Fonte: Autor

3.6 Orçamento e Planejamento

Utilizando as informações extraídas do modelo, o quantitativo foi exportado como um grande banco de dados para o *Excel*, foram elaboradas planilhas eletrônicas que processaram as informações de cada família usada no modelo, assim foi possível automatizar as especificidades de cada uma. Foi necessário adicionar alguns serviços secundários que foram dimensionados a partir dos quantitativos, além do cálculo dos prazos de execução. Por exemplo, na planilha da família de pilares estruturais no ponto de partida tem-se todas as informações de quantidades de volume de concreto, área superficial, altura, comprimento, area de seções, armaduras e o que mais se fizer necessário.

A planilha processa as informações e cria tarefas com o seu respectivo prazo e custo, para o exemplo dos pilares teríamos que executar serviços como montagem de forma, colocação de armadura, concretagem e desforma. Estes podem ser transformados posteriormente em pacotes de trabalho, agrupando o custo e o prazo a uma maior atividade.

Inicialmente, foi calculado o custo para cada atividade e a duração total dela se fosse executada por apenas 1 equipe, é importante atentar que o quantitativo já foi executado com foco nas atividades. Isso facilita a elaboração e otimização da EAP, o próximo passo do trabalho. Tanto o custo quanto o prazo são calculados com base nos bancos de dados públicos de composição (SINAPI e SEINFRA), para ilustrar o resultado desejado, a Tabela 1 mostra a tabela resultado para os pisos.

Tabela 1 Orçamento inicial para pisos

Tipos	Pavimento 2 (m ²)	Custo	Prazo (h)
Contrapiso	64,08	R\$ 2.043,00	40,37
Piso industrial	427,71	R\$ 33.194,19	1441,37
Porcelanato 50 x 50 cm	64,08	R\$ 6.366,75	44,86
Rejuntamento	64,08	R\$ 454,36	12,82
Granito	12,11	R\$ 1.914,20	9,08

Fonte: Autor

O custo e a duração de cada uma das atividades foram organizados em uma EAP no *software Microsoft Project*. Esta conta com a duração de cada tarefa, data de início e de fim, custo total da tarefa, suas predecessoras e número de equipes. Se possível, a EAP da empresa será utilizada, em caso da não disponibilidade destas será criado um planejamento sintetizado.

É nessa fase, também, que o número de equipes é definido, por não ser o foco do trabalho será atribuído apenas a quantidade de equipes para a realização da atividade, não sendo discretizado os componentes da equipe. O foco é finalizar todas as atividades num período de 6 a 7 meses de execução.

3.7 Simulação 5D

As informações de custo e tempo organizadas na EAP foram, então, reinseridos no modelo através do *Navisworks*. O programa permite importar, através da ferramenta *TimeLiner* o planejamento diretamente do *Project*, porém cada atividade precisa ser conectada ao elemento correspondente. Além disso, foi necessário mapear onde o programa buscaria a informação de custo no arquivo do *Project*. A conexão com o planejamento é automaticamente atualizável se adaptando a alterações no cronograma.

É possível fazer um refinamento da seleção dos objetos no modelo através dos seus parâmetros permitindo assim agilizar o processo. Os *Sets* são seleções parametrizadas, o que faz com que o *software* mantenha selecionado todos os objetos que contenham os valores buscados, tornando o *link* entre os objetos e a tarefa ajustável a mudanças no projeto. Foram criados *sets* para cada uma das atividades, eles representavam os elementos que são executados pela atividade.

Ao final desse processo, temos uma linha do tempo em que cada elemento tem a duração de sua execução e seu custo, essa linha do tempo pode ser simulada e visualizada através do programa. Essa simulação permite encontrar falhas no planejamento e oportunidades de melhoria. Foi possível, assim, visualizar a construção do empreendimento de diversos

ângulos e constatar a interação espacial entre as atividades, que antes consistiam de barras de um gráfico de *Gantt*.

A simulação, que é o produto final do trabalho, foi avaliada prioritariamente em intervalos de 15 dias ou no início de grandes atividades, onde foi averiguado a disposição espacial das atividades, buscando identificar falhas e oportunidades de melhoria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão estruturados seguindo os tópicos da modelagem e buscando mostrar como os objetivos estabelecidos foram alcançados. As informações importantes sobre dificuldades superadas serão explicitadas, juntamente com os resultados finais de cada uma das etapas.

4.1 Processo de Criação dos Modelos

A etapa inicial, Modelagem, demonstrou-se desafiadora, pois algumas adaptações foram feitas no modelo para adequar a necessidade dos quantitativos. O tópico iniciará mostrando os problemas encontrados, as soluções adotadas e, ainda, discute-se a satisfatoriedade destas.

Na modelagem da estrutura, Figura 12, as famílias disponíveis na biblioteca padrão do *Revit* foram utilizadas, e alguns ajustes foram realizados. Nas famílias dos pilares estruturais, havia um par de pilares com seções em um formato diferenciado, sendo necessário criar uma família modificada que representasse o pilar com perfil trapezoidal.

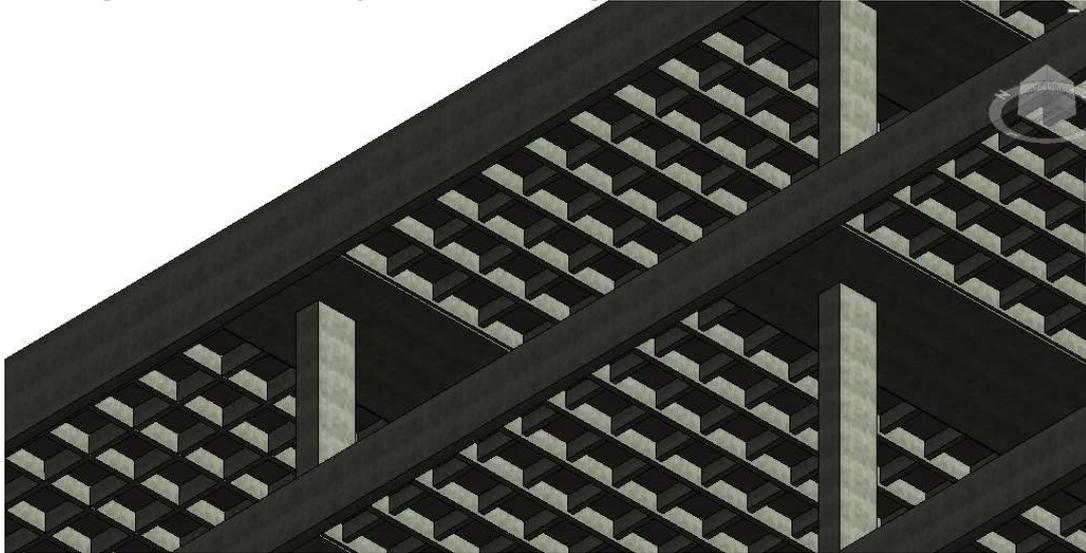
Figura 12 Modelo Estrutural



Fonte: Autor

Outro desafio foi a laje nervurada, pois não há elementos disponíveis para representá-las, sendo assim, foi criado um sistema de vigas com o perfil das nervuras, e sobre as vigas foi colocada uma laje esbelta representando a capa, Figura 13. Dessa forma a informação mais importante, o volume de concreto, pôde ser extraída.

Figura 13 Detalhes Laje Nervurada e Viga Faixa



Fonte: Autor

O volume dos elementos estruturais é a informação necessária para estimar o custo com concreto e é extraída facilmente, pois o volume é um parâmetro padrão nestes elementos. Porém, não é possível extrair diretamente informações como altura e largura de vigas ou pilares por serem parâmetros da família, que os utiliza para calcular as geometrias, de modo que, para extrair tais informações, foram necessários criar dentro das famílias parâmetros compartilhados que se referiam a elas. Assim, pode-se conseguir informações para calcular a área das fôrmas de vigas e pilares para calcular seu custo. Com relação a fôrmas das lajes por serem nervuradas a unidade da composição de custo é de áreas.

Para efeitos de quantitativos, optou-se por não modelar as armaduras que reforçam o concreto, uma vez que este tipo de modelagem demanda muito tempo e exige bastante processamento computacional. Assim, como estes elementos foram quantificados nos quadros de aço pelo projetista da estrutura, utilizou-se essa informação para atribuir uma taxa de armadura por m^3 de concreto, realizando nesse item um orçamento paramétrico. O Quadro 5 mostra os valores adotados.

Quadro 5 Taxa de armadura adotada
TAXA DE ARMADURAS

LAJES E VIGAS	48,44	Kg/m ³
PILARES	101,17	Kg/m ³

Fonte: Autor

O Quadro 6 mostra os elementos modelados e os parâmetros extraídos do modelo, que formaram a base de dados que possibilitaram o desenvolvimento de todo o estudo da estrutura.

Quadro 6 Elementos estruturais modelados

ELEMENTO	PARÂMETROS
VIGA	Identificação, Nível, Volume, Altura, Largura, Comprimento de Corte e Área de Fôrma
PILARES	Identificação, Nível de Base, Volume, Dimensões da Seção, Fôrma
PISOS	Identificação, Nível, Volume, Área

Fonte: Autor

A modelagem da arquitetura englobou maiores desafios, pois o projeto arquitetônico envolve muito mais detalhes construtivos e de especificação de materiais que muitas vezes não são explicitados no projeto. Em alguns momentos, foram tomadas decisões baseadas nos materiais rotineiramente empregados pelas construtoras. Um ponto importante no caso da modelagem para quantificação é que foi percebido que algumas representações gráficas não necessitam de grande fidelidade, por exemplo a cor de alguns elementos não foram alteradas, apenas sua descrição, pois a informação visual não é relevante nesses casos. Para esquadrias, escadas, corrimãos e painéis de vidro, também não foi buscado representar com exatidão visual, mas continham informações sobre o tipo, área e comprimento, pois são essas as informações necessárias para orçamentação. Na Figura 14 é possível ver o resultado da modelagem arquitetônica.

Figura 14 Modelo Arquitetônico com link estrutural



Fonte: Autor

Os elementos que demandaram maior esforço foram as paredes, estas foram modeladas em camadas, como mostra Figura 15, onde os revestimentos foram representados por meio de suas espessuras, a quantificação é precisa a ponto de perceber diferença de área entre as camadas. Foi necessário criar um tipo de parede para cada variação de revestimento externo e interno, além disso as paredes do térreo tiveram que ser modeladas por “empilhamento”, ou seja, um tipo de parede ia até uma altura determinada e outro tipo, a partir desta altura, o que se fez necessário para levar em conta que as paredes do térreo não tinham revestimento nos primeiros centímetros devido ao contrapiso de maior espessura.

Figura 15 Exemplo de Parede em Camadas



		LADO EXTERNO			
	Função	Material	Espessura	Coberturas	Material estrutural
1	Acabamento 2 [5]	Tinta Acrilica Branco	0,0010	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Acabamento 2 [5]	Massa corrida	0,0010	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Acabamento 2 [5]	Reboco	0,0080	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Acabamento 1 [4]	Emboço	0,0150	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Substrato [2]	Chapisco	0,0050	<input type="checkbox"/>	
6	Limite do núcleo	Camadas acima da virada do r	0,0000		
7	Estrutura [1]	Tijolo, Comum	0,0900		<input checked="" type="checkbox"/>
8	Limite do núcleo	Camadas abaixo da virada do	0,0000		
9	Substrato [2]	Chapisco	0,0050	<input type="checkbox"/>	
10	Acabamento 1 [4]	Emboço	0,0200	<input type="checkbox"/>	
11	Acabamento 2 [5]	Porcelanato 61 x 61 cm	0,0050	<input checked="" type="checkbox"/>	

LADO INTERNO

Fonte: Autor

Outro desafio foi o revestimento dos elementos estruturais, a arquitetura foi modelada baseando-se no projeto em CAD e, a partir do *link* com o modelo estrutural, cujo corte é representado na Figura 16, foi possível visualizar vigas, pilares e lajes. Revestir tais elementos exigiu engenhosidade, foram criadas paredes sem estrutura (apenas revestimento) que foram posicionadas de tal forma que representassem o acabamento da estrutura. Em alguns pontos foram utilizadas famílias de piso para representar o acabamento, essa adaptação permitiu extrair os dados necessários.

Figura 16 Corte do modelo Arquitetônico com link estrutural



Fonte: Autor

A modelagem para extração de quantitativos exigiu muita atenção a detalhes, por exemplo as divisórias em *drywall* tinha um nível de base diferente, pois, enquanto as paredes de alvenaria serão construídas na laje, o *drywall* é montado acima do piso acabado. Ocasionalmente uma diferença de 13 cm de altura a menos, além disso, a altura final é mais baixa pois ela é limitada pelo forro, não subindo até a altura da laje. Por fim, o Quadro 7 mostra todos os parâmetros que foram extraídos do modelo de arquitetura.

Quadro 7 Resumo dos Elementos Arquitetônicos

ELEMENTO	PARÂMETROS
PAREDE	Nome do material, Área e Nível
TELHADO	Identificação, Área e Comprimento de Perfil
FORRO	Identificação, Área e Nível
PISOS	Nome do material, Área, Nível e Espessura
JANELAS	Identificação, Altura, Largura, Área, Nível
PORTAS	Identificação, Altura, Largura e Área
ESCADA	Identificação, Volume, Altura do Espelho, Profundidade do Degrau, Largura e Numero de degraus
GUARDA CORPO	Identificação e Comprimento
PAINEL DE VIDRO	Identificação e Área
MONTANTES	Identificação e Comprimento

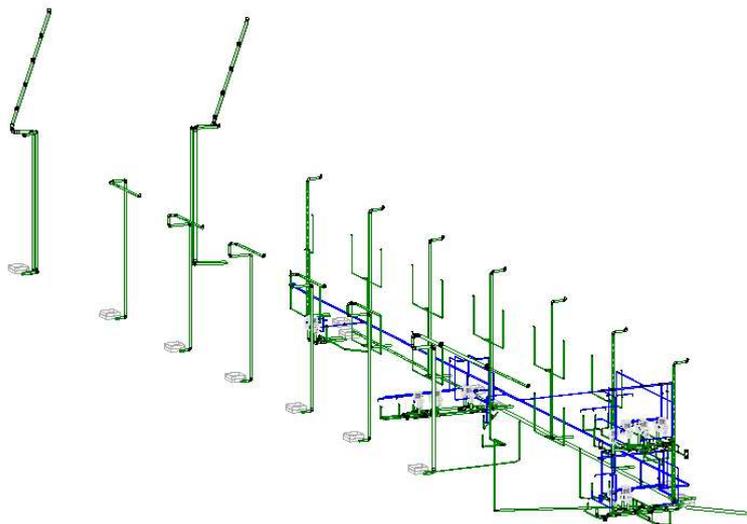
Fonte: Autor

A modelagem das instalações se mostrou um grande gargalo para o objetivo do trabalho, pois há reduzida disponibilidade de famílias com os elementos utilizados no Brasil. A criação de tais elementos não é o foco deste trabalho, pois demandaria uma grande quantidade de esforço para obter resultados satisfatórios, de modo que não foram modelados sistemas em que não há suporte dos fabricantes.

O sistema modelado aqui é o Hidrossanitário, e a totalidade dos elementos utilizados estavam registrados com a nomenclatura padrão Tigre, o que facilita na hora criação de tabelas e identificação de composições. A maior dificuldade aqui foi a interpretação dos projetos, pois o processo de modelagem exigia informações de cotas e inclinações que algumas vezes não existiam no projeto. Em contraste com o processo de modelagem, a quantificação foi um pouco mais simples e os resultados padrões do Revit necessitaram de poucos ajustes para

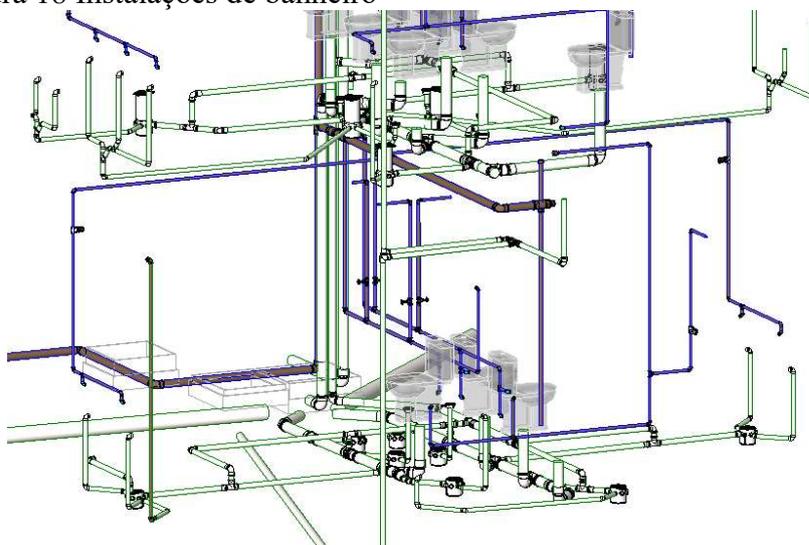
serem satisfatórios. A Figura 17 ilustra o modelo completo mostrando toda a rede modelada e a Figura 18 mostra o grau de detalhe de um banheiro com suas conexões e curvas.

Figura 17 Modelo de Instalações Hidrossanitárias



Fonte: Autor

Figura 18 Instalações de banheiro



Fonte: Autor

O que se torna mais complicado no momento da modelagem das instalações é a necessidade de se ter uma noção espacial aprofundada do empreendimento, uma vez que é preciso configurar vistas para visualizar o local de trabalho e atentar para interferências com outras disciplinas. Fez-se necessário a criação de um parâmetro para identificar o pavimento do elemento, de maneira que os quantitativos pudessem ser segmentados com a localização em

que seriam executados. No Quadro 8, estão os parâmetros extraídos do modelo para cada um dos elementos modelados.

Quadro 8 Resumo dos elementos da instalação Hidrossanitária

ELEMENTO	PARÂMETROS
TUBULAÇÃO	Tipo, Diâmetro, Comprimento, Pavimento, Tipo de Sistema
CONEXÕES	Descrição, Pavimento e Tipo de sistema.
ACESSÓRIOS	Descrição, Pavimento, Tipo de sistema
CAIXA E RALOS	Descrição, Pavimento e Tipo de sistema.
BACIAS	Descrição e Pavimento.
CAIXAS DE INSP	Descrição

Fonte: Autor

O Apêndice A – Quantitativos e Orçamento mostra todas as quantidades que foram extraídas do modelo, além de mostrar o custo e prazo associado a elas que é resultado de uma etapa posterior deste trabalho.

4.2 Validação dos quantitativos

As tabelas foram criadas para cada tipo de elemento utilizado. Cada uma apresenta particularidades específicas e cada família de objetos tem seus parâmetros que precisam ser extraídos para a orçamentação. Agora se faz necessários avaliar a precisão dos quantitativos para se ter confiança na utilização desses dados

A Tabela 2 avalia elementos nos quais a dimensão mais importante é o comprimento. O resultado encontrado foi bem satisfatório com a diferença entre o quantitativo automatizado e a medição no CAD de -2,0 %. Essa diferença pode ser justificada pelas dificuldades em estabelecer medições de tubulação, destacando aqui a definição da porção que adentra a conexão e a inclinação que a medição automática leva em conta, mas as medições em planta não. Assim, julga-se satisfatório por se adequar no critério de distância a referência menor que 5%.

Tabela 2 Validação quantitativos de comprimento

COMPRIMENTO					
TUBL. SANITÁRIA	Referência (cm)	Revit (cm)	Diferença (cm)	%	ABS %
TRECHO 1	143,34	146,52	-3,18	-2,2%	2,2%
TRECHO 2	155,04	154,64	0,40	0,3%	0,3%
TRECHO 3	163,68	164,41	0,73	0,4%	0,4%
TRECHO 4	98,64	102,93	-4,29	-4,3%	4,3%
TRECHO 5	93,12	96,78	-3,66	-3,9%	3,9%
		Média	-2,00	-2,0%	2,2%

Fonte: Autor

Na avaliação dos quantitativos em área, Tabela 3, foi feito um estudo com elementos diferentes para verificar se a presença de abertura ou o tipo de referência do elemento afetaria os resultados. Chegou-se a diferença absoluta média de 0,3%, o que é considerado um ótimo resultado na medida que é bem abaixo dos 5% limites, em alguns casos conseguiu-se valores com erro 0, o que demonstra a assertividade desse tipo de quantitativo.

Tabela 3 Validação dos quantitativos de área

ÁREA					
ELEMENTO	Referência (m ²)	Revit (m ²)	Diferença (m ²)	%	ABS %
CAPA LAJE	58,38	57,66	0,72	1,2%	1,2%
REVESTIMENTO VIGA	35,47	35,47	0,00	0,0%	0,0%
DRY WALL	12,25	12,25	0,00	0,0%	0,0%
PAREDE C/ ABERTURA	17,65	17,61	0,03	0,2%	0,2%
DIVISÓRIA	2,24	2,24	0,00	0,0%	0,0%
		Média	0,15188	0,3%	0,3%

Fonte: Autor

Ao observar a Tabela 4, que mostra a comparação para volume, é possível perceber que a distância média foi 0,8%, demonstrando alta precisão dos quantitativos. Vale ressaltar que a extração de quantitativos de estrutura de concreto é bastante prática, pois o Revit, ao conectar elementos estruturais, não considera superposição de volume, não havendo possibilidade de porções de concreto serem contadas repetidamente.

Tabela 4 Validação dos quantitativos de volume

VOLUME					
ESTRUTURA	Referência (m ³)	Revit (m ³)	Diferença (m ³)	%	ABS %
PILAR 1	0,750	0,750	0,000	0,0%	0,0%
PILAR 2	0,280	0,280	0,000	0,0%	0,0%
VIGA 1	0,432	0,422	0,010	2,3%	2,3%
VIGA 2	7,995	7,995	0,000	0,0%	0,0%
VIGA 3	5,655	5,558	0,097	1,7%	1,7%

	Média	0,0213	0,8%	0,8%
--	--------------	--------	------	------

Fonte: Autor

Os quantitativos automáticos, embora apresentem algumas divergências em relação a medição em CAD, apresenta uma precisão satisfatória. Esse resultado é crucial para este trabalho, pois ele valida as próximas etapas que se baseiam nestes dados. Ressalta-se ainda que a extração dos quantitativos automatizados a partir do modelo pouparam uma grande quantidade de tempo, e dúvidas quanto a valores são facilmente auditadas ao observar o elemento da qual foi extraída a informação.

4.3 Orçamentação

O início do processo de orçamentação se deu montando os pacotes de trabalho, para cada tipo de elemento. Após isso, seccionou-se composições da SINAPI e SEINFRA que compunham as atividades necessárias para a produção do elemento. Este processo não pôde ser automatizado, pois exige amplo conhecimento das práticas construtivas, um processo de pesquisa, catalogação nas bases de dados e definições de execução da obra.

Ao final desse processo, obteve-se várias planilhas. A Tabela 5 demonstra como foi organizada a planilha para os pisos. Pode-se notar que o orçamento foi feito voltado para as atividades. Foram planilhas como essa que utilizadas para montar a EAP no *Project*.

Tabela 5 Orçamento de pisos

Tipos	Pavimento 1 (m ²)	Custo	Prazo (h)	Pavimento 2 (m ²)	Custo	Prazo (h)
Contrapiso	74,09	R\$ 2.362,05	46,68	64,08	R\$ 2.043,00	40,37
Piso industrial	427,79	R\$ 33.200,47	1441,64	427,71	R\$ 33.194,19	1441,37
Porcelanato 50 x 50 cm	74,09	R\$ 7.361,04	51,86	64,08	R\$ 6.366,75	44,86
Rejuntamento	74,09	R\$ 525,31	14,82	64,08	R\$ 454,36	12,82
Granito				12,11	R\$ 1.914,20	9,08
Totais		R\$ 43.448,88	1555,00		R\$ 43.972,48	1548,49

Fonte: Autor

Como apêndice há uma lista com todas composições utilizadas e os resultados da orçamentação, Apêndice A – Quantitativos e Orçamento. As informações efetivamente utilizadas no planejamento foram destacadas em verde.

4.4 Planejamento

Foi criado no *MS Project* um projeto com as atividades orçadas. Subatividades foram criadas e organizadas em pacotes, e finalmente utilizadas para atribuir aos quantitativos

custo e prazo. Essa organização foi realizada no *MS Project*, no qual foi determinado a ordem de execução dos serviços e inserido o custo associado a cada pacote de trabalho.

No Apêndice B – Planejamento da execução é mostrado como ficou a ordem das atividades, levou-se em consideração o aspecto lógico do sequenciamento das atividades, iniciando por estrutura e depois liberando cada um das atividades posteriormente deixando para o final atividades de acabamento “fino”. O pico de mão de obra serão 35 equipes trabalhando para garantir uma duração razoável das atividades e cumprir o prazo estipulado inicialmente. O início fictício da obra seria no dia 01 de Janeiro de 2018 com duração de 176,72 dias finalizando no dia 04 de agosto de 2018, a Tabela 6 mostra as principais atividades.

Tabela 6 Macro Atividades

Tarefa	Custo	Duração	Início	Término
Bloco Administrativo Crateús	R\$ 1.188.121,54	176,72 dias	Seg 01/01/18	Ter 04/09/18
Estrutura Térreo	R\$ 105.528,77	6,67 dias	Seg 01/01/18	Ter 09/01/18
Estrutura Superior	R\$ 128.071,72	10,32 dias	Qua 17/01/18	Qui 01/02/18
Estrutura Coberta	R\$ 203.244,89	14,15 dias	Seg 12/02/18	Sex 02/03/18
Térreo (arq e inst)	R\$ 303.559,54	132,4 dias	Sex 02/03/18	Ter 04/09/18
Superior (arq e inst)	R\$ 268.016,81	116 dias	Ter 13/03/18	Qua 22/08/18
Coberta (arq, inst e cobertura)	R\$ 118.347,48	43,6 dias	Qua 21/03/18	Seg 21/05/18

Fonte: Autor

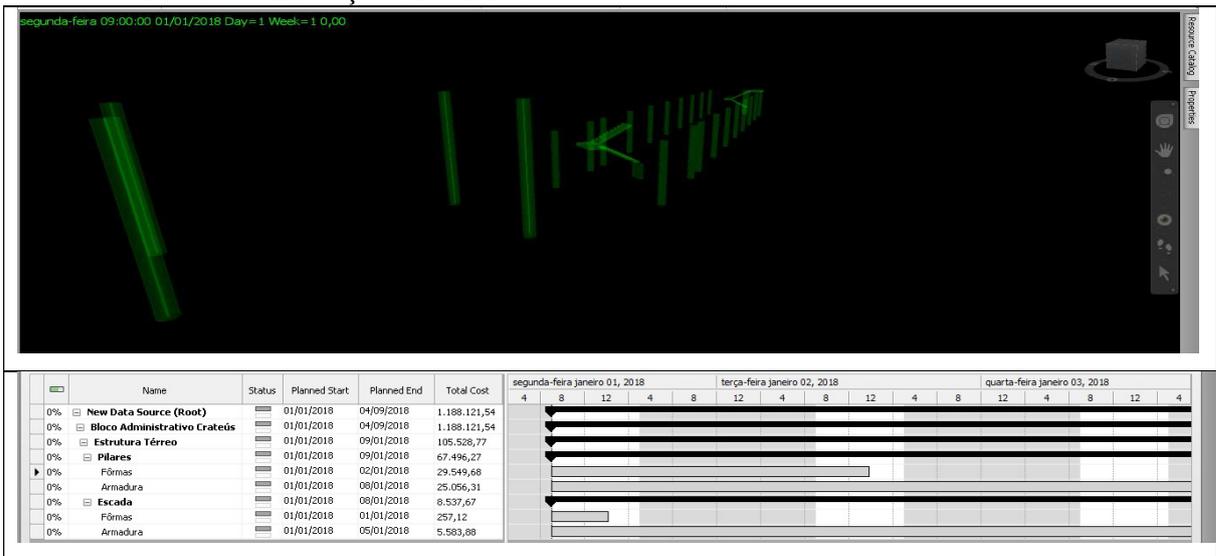
4.5 Simulação 5D

Os modelos foram inseridos no *Navisworks* para realização da simulação, posteriormente carregou-se no *TimeLiner* o planejamento feito no *Project*. Foi necessário mapear em qual coluna se encontrava o custo para garantir a correta leitura no *Navisworks*.

Encontrou-se uma dificuldade durante a conexão do modelo e o planejamento, as paredes não haviam sido carregadas com todas as camadas do modelo, pois apenas alguns dos materiais podiam ser visualizados independentemente. Para contornar essa situação foi necessário voltar ao modelo no *Revit* e quebrar as paredes em *parts*. Assim, elas puderam ser lidas como cada camada representando um elemento diferente.

Abaixo é mostrado os resultados da simulação 5D, organizou-se através de uma tabela com 3 informações: Imagem da obra no momento, atividades realizadas com suas informações e interpretação do momento com análise crítica do planejamento. A Tabela 7 até a Tabela 24 mostram a simulação.

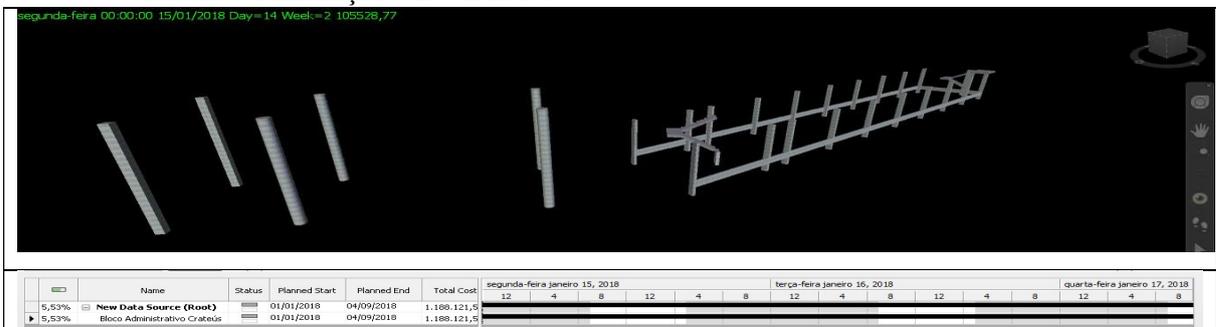
Tabela 7 Simulação 5D - Dia 0



Dia 1 - Iniciou-se as atividades pelas montagens das Fôrmas e Armaduras dos pilares, nota-se que este é o dia 1 e o custo acumulado ainda é R\$ 0,00.

Fonte: Autor

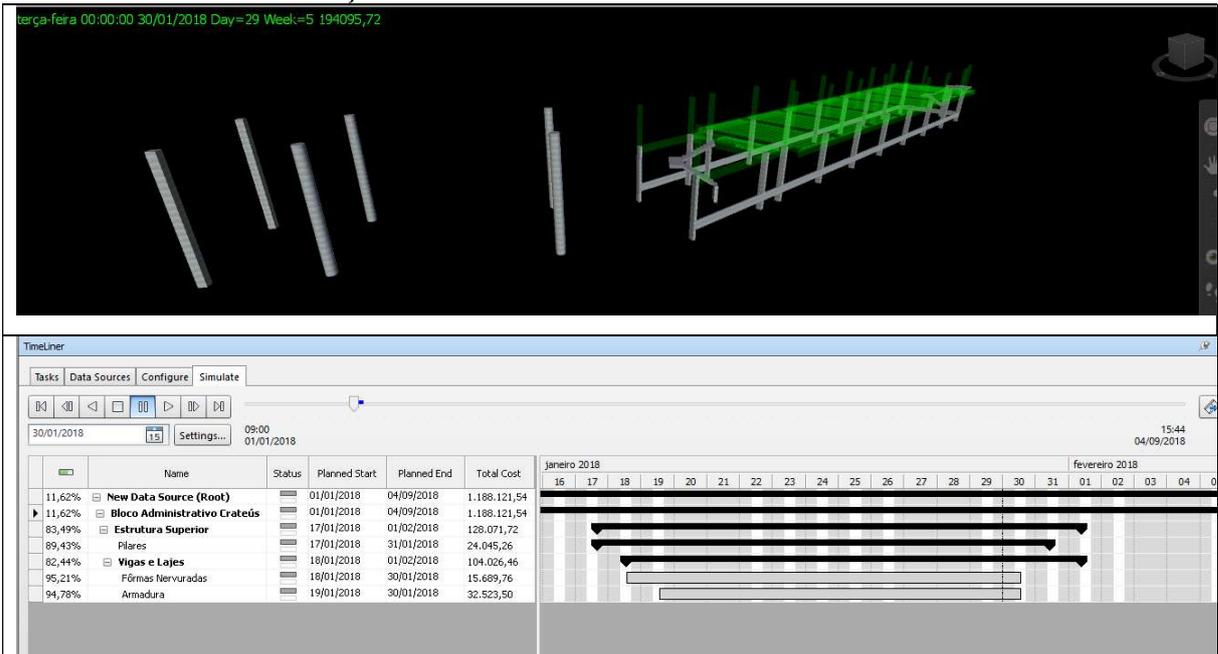
Tabela 8 Simulação 5D - Dia 14



Dia 14 - Nesse momento a concretagem dos elementos do térreo havia terminado, estava-se aguardando para iniciar o próximo pavimento, provavelmente a atividade de montagem de fôrma podia ser iniciada antes, a depender do tipo de fôrma utilizada, ou, ainda, nesse espaço a atividade de montagem de armadura já poderia ter iniciado. Custo acumulado R\$ 105.528,77

Fonte: Autor

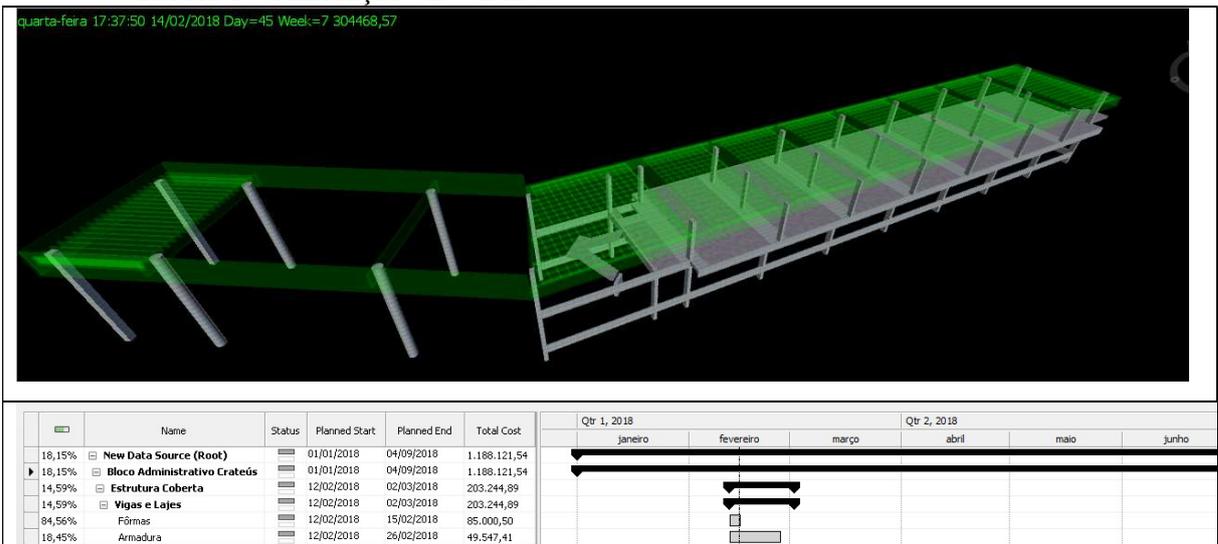
Tabela 9 Simulação 5D - Dia 29



Dia 29 - Nesse momento tanto as fôrmas como armaduras dos pilares já estavam montadas, porém, as vigas e lajes ainda estava sendo executadas. A atividades dos pilares ainda estava acontecendo porque estava-se esperando para iniciar a concretagem junto dos outros elementos do pavimento. Custo acumulado R\$ 194.095,72

Fonte: Autor

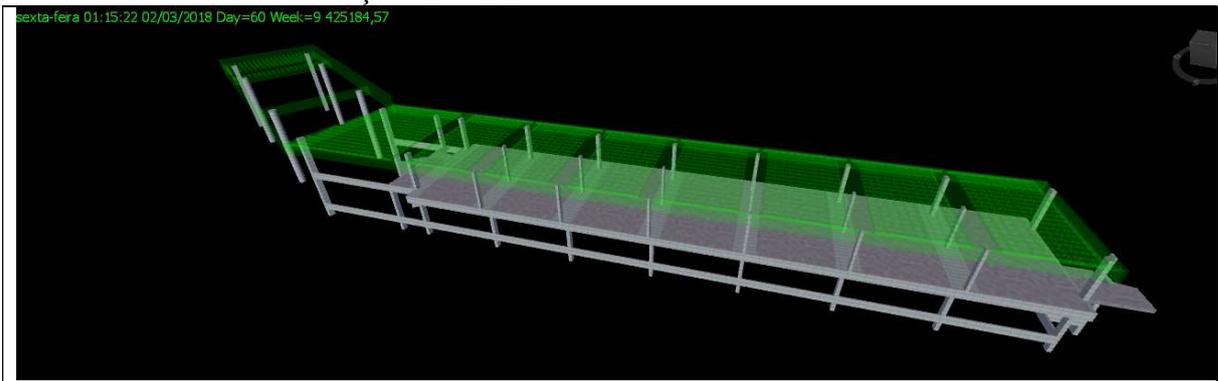
Tabela 10 Simulação 5D - Dia 45



Dia 45 - Montagem das armaduras do último pavimento, podia ser estudado a possibilidade de iniciar algumas atividades no térreo que pudessem ser executadas com parte dos escoramentos. Custo acumulado R\$ 304.468,57

Fonte: Autor

Tabela 11 Simulação 5D - Dia 60

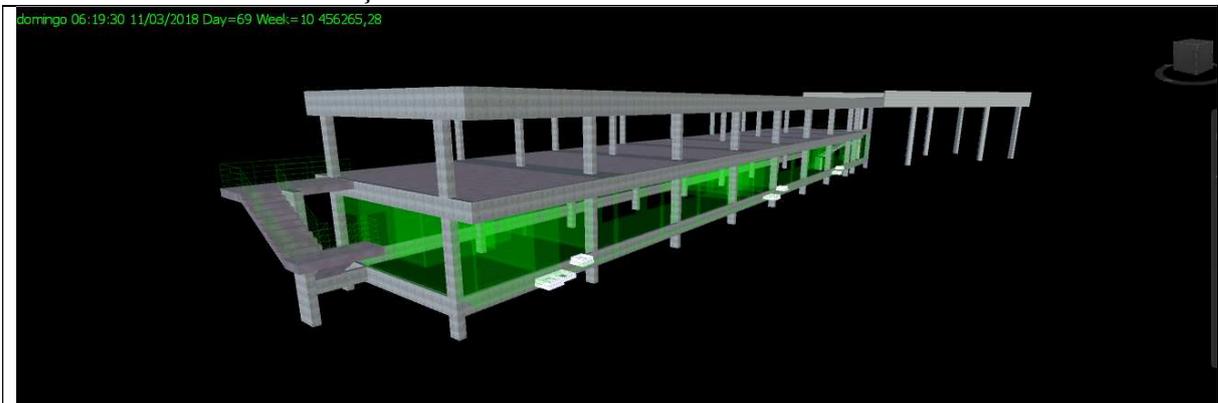


Name	Status	Planned Start	Planned End	Total Cost	Qtr 1, 2018			Qtr 2, 2018		
					janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho
24,32% New Data Source (Root)		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]					
24,32% Bloco Administrativo Crateús		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]					
98,87% Estrutura Coberta		12/02/2018	02/03/2018	203.244,89	[Progress bar]					
98,87% Vigas e Lajes		12/02/2018	02/03/2018	203.244,89	[Progress bar]					
89,08% Concretagem		28/02/2018	02/03/2018	50.587,70	[Progress bar]					

Dia 60 - Neste momento está ocorrendo a concretagem dos últimos elementos estruturais do edifício, novamente a realização de atividades no térreo poderia ser avaliada. Custo acumulado R\$ 425.184,57

Fonte: Autor

Tabela 12 Simulação 5D - Dia 69

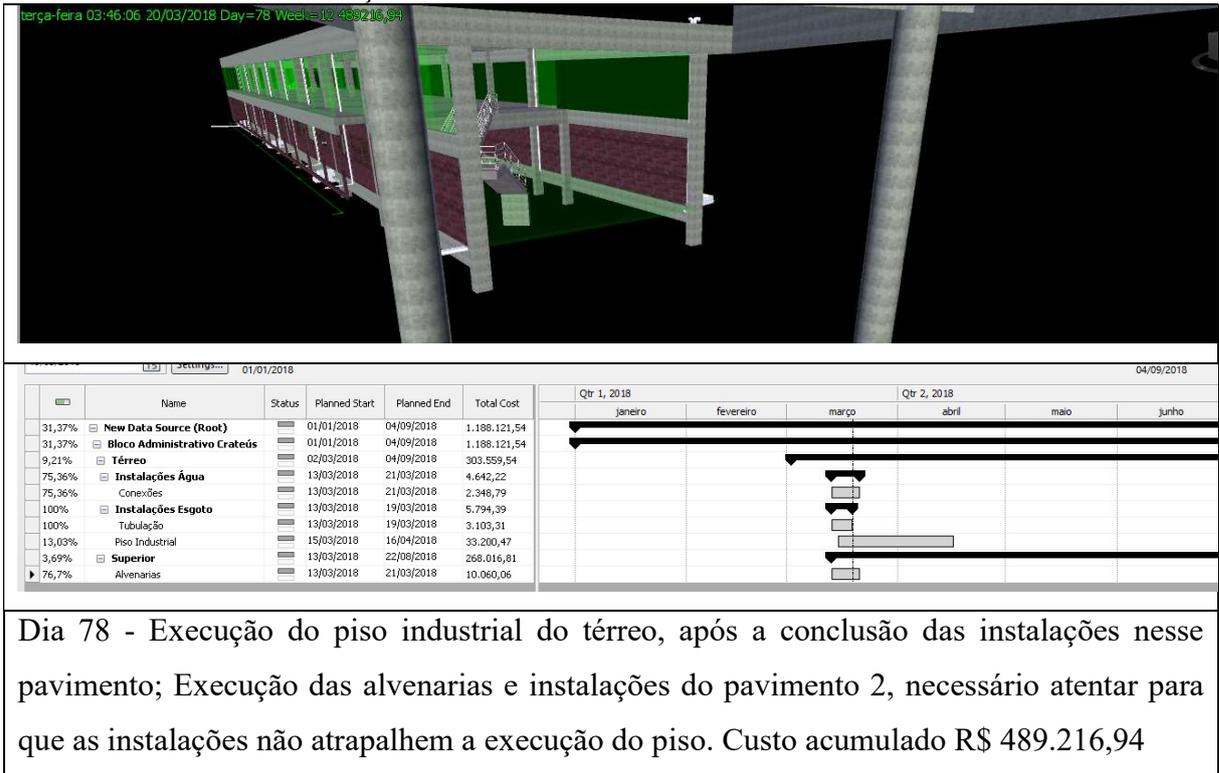


Name	Status	Planned Start	Planned End	Total Cost	Qtr 1, 2018			Qtr 2, 2018		
					janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho
27,8% New Data Source (Root)		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]					
27,8% Bloco Administrativo Crateús		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]					
4,49% Térreo		02/03/2018	04/09/2018	303.559,54	[Progress bar]					
74,76% Alvenarias		02/03/2018	13/03/2018	13.517,40	[Progress bar]					
42,54% Corrimão		09/03/2018	12/03/2018	9.221,30	[Progress bar]					

Dia 69 - Está sendo executado as alvenarias do térreo juntamente com o corrimão da escada. Custo acumulado R\$ 456.265,28

Fonte: Autor

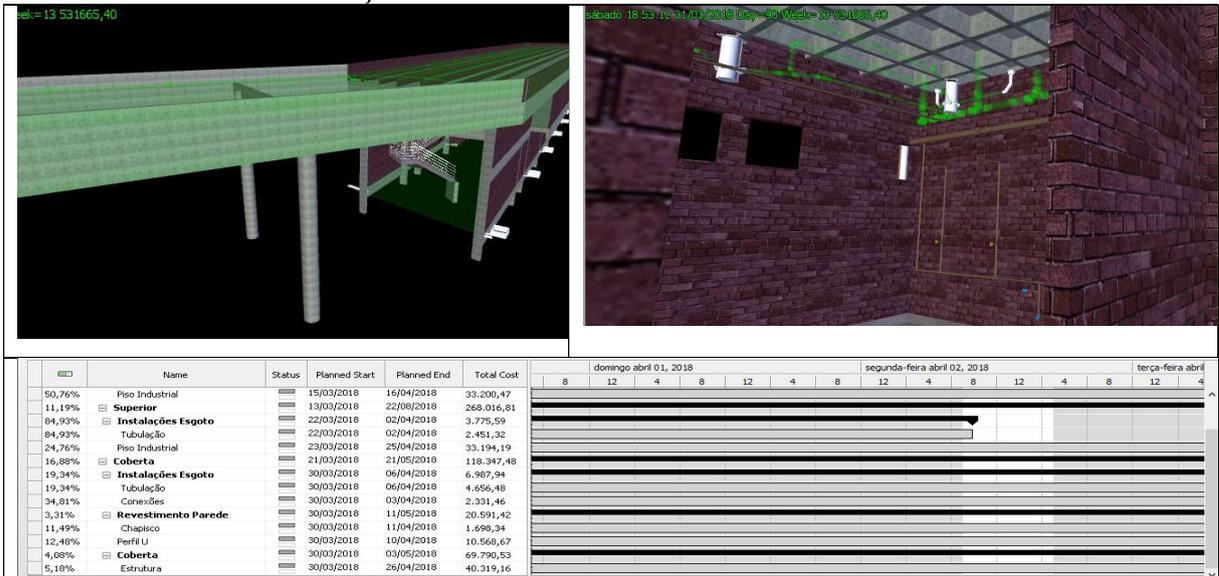
Tabela 13 Simulação 5D - Dia 78



Dia 78 - Execução do piso industrial do térreo, após a conclusão das instalações nesse pavimento; Execução das alvenarias e instalações do pavimento 2, necessário atentar para que as instalações não atrapalhem a execução do piso. Custo acumulado R\$ 489.216,94

Fonte: Autor

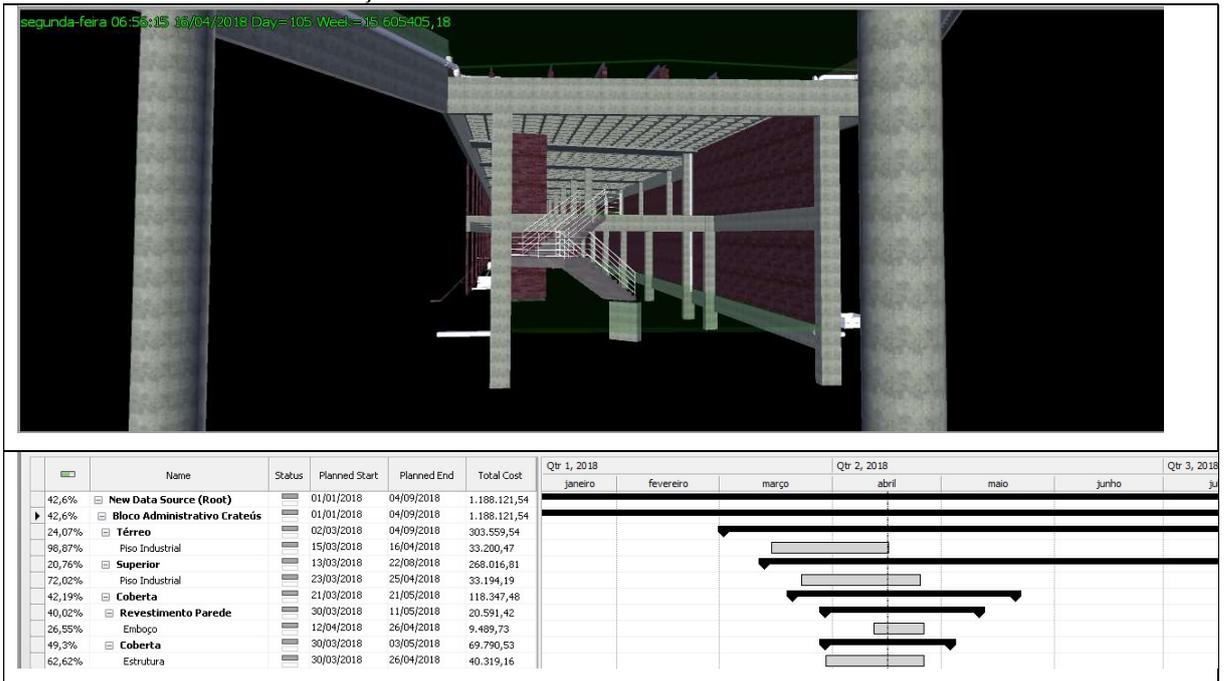
Tabela 14 Simulação 5D - Dia 90



Dia 90 - Momento de grande número de equipes na obra, ocorrendo instalação sanitária no pavimento superior e na cobertura, início da estrutura da cobertura e revestimento das paredes da cobertura. Custo acumulado R\$ 489.216,94

Fonte: Autor

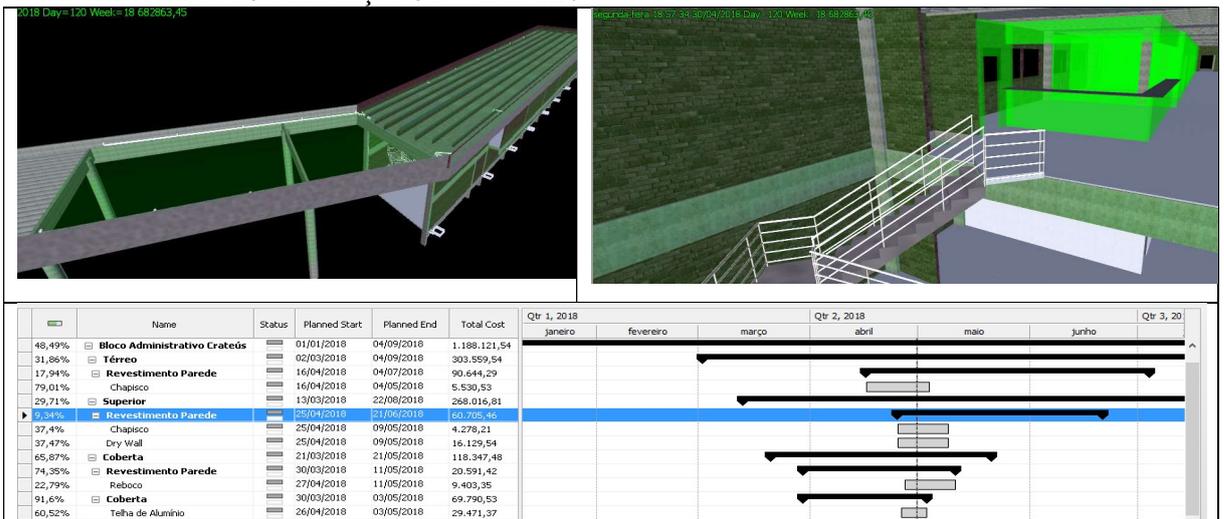
Tabela 15 Simulação 5D - Dia 105



Dia 105 – Continua a montagem da estrutura da coberta, juntamente com o emboço das paredes e vigas da coberta, o piso industrial no térreo está quase finalizando e já foi iniciado no andar superior. É provável que alguma atividade pudesse ser liberada junto com o piso, a depender do tipo. Custo acumulado R\$ 605.405,18

Fonte: Autor

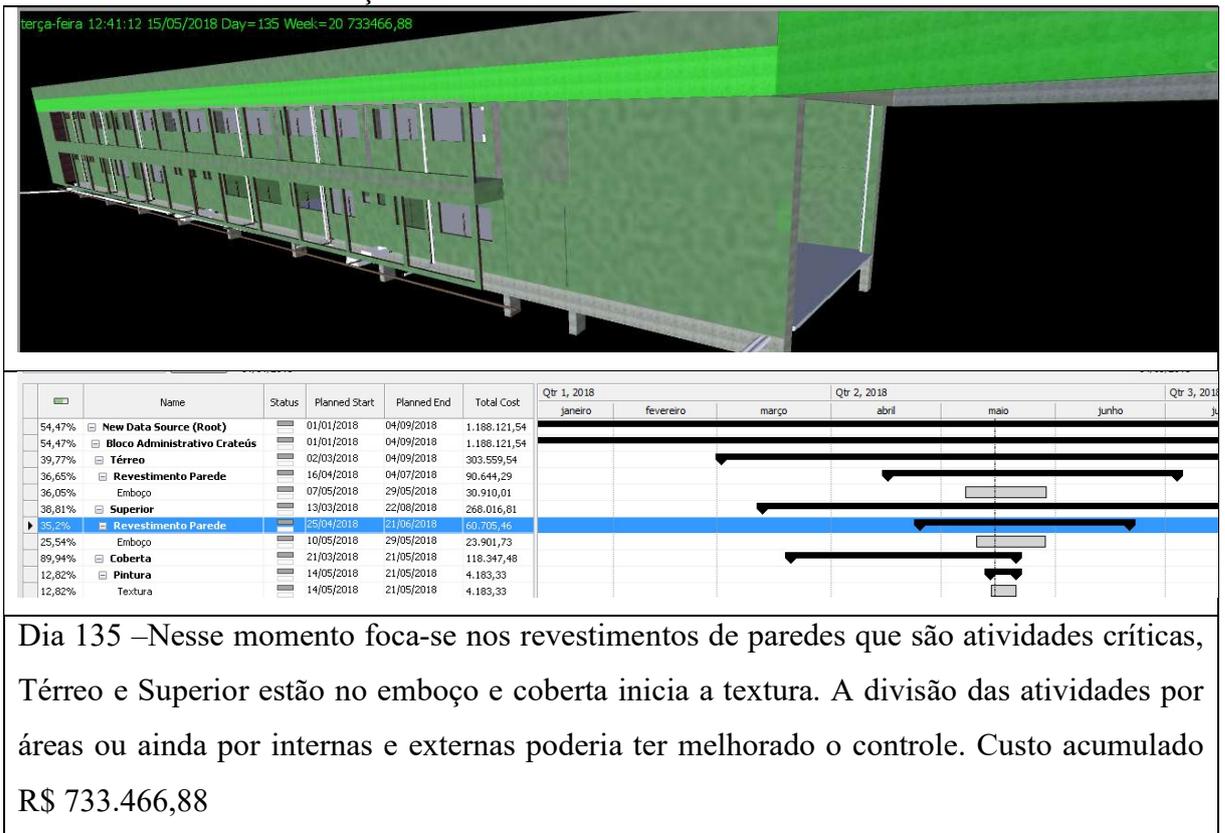
Tabela 16 Simulação 5D - Dia 120



Dia 120 – Ocorre a colocação das telhas na coberta simultaneamente com o reboco, enquanto isso a montagem do drywall já havia sido finalizada no térreo e continua no andar superior juntamente com o chapisco em ambos. Custo acumulado R\$ 682.863,45

Fonte: Autor

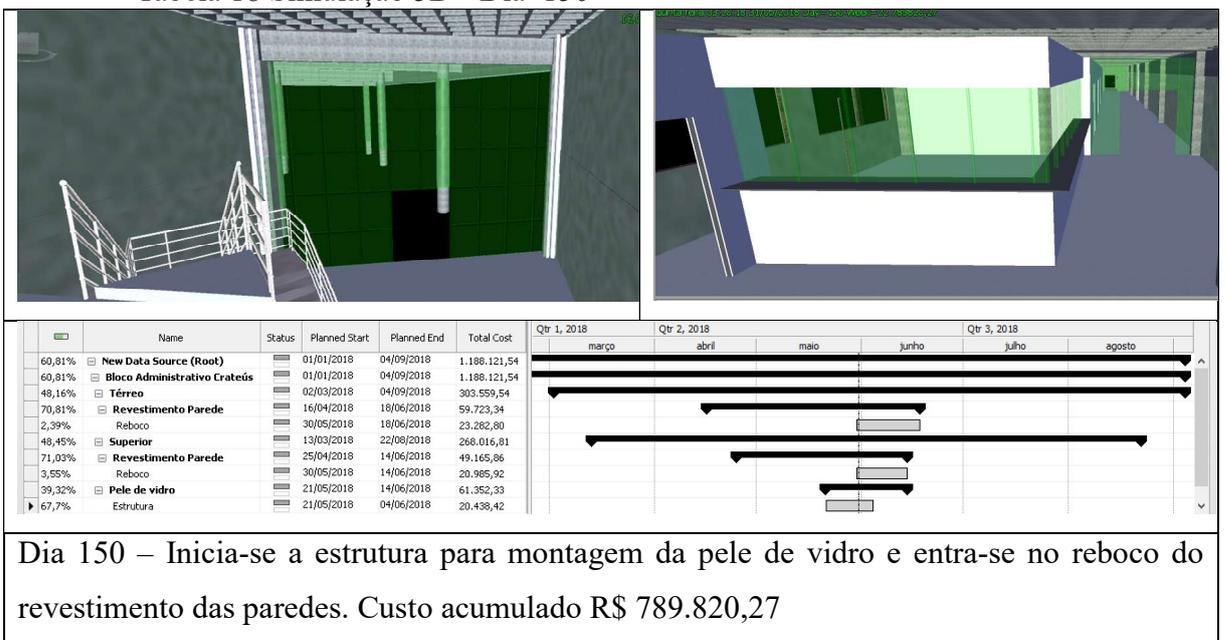
Tabela 17 Simulação 5D - Dia 135



Dia 135 –Nesse momento foca-se nos revestimentos de paredes que são atividades críticas, Térreo e Superior estão no emboço e coberta inicia a textura. A divisão das atividades por áreas ou ainda por internas e externas poderia ter melhorado o controle. Custo acumulado R\$ 733.466,88

Fonte: Autor

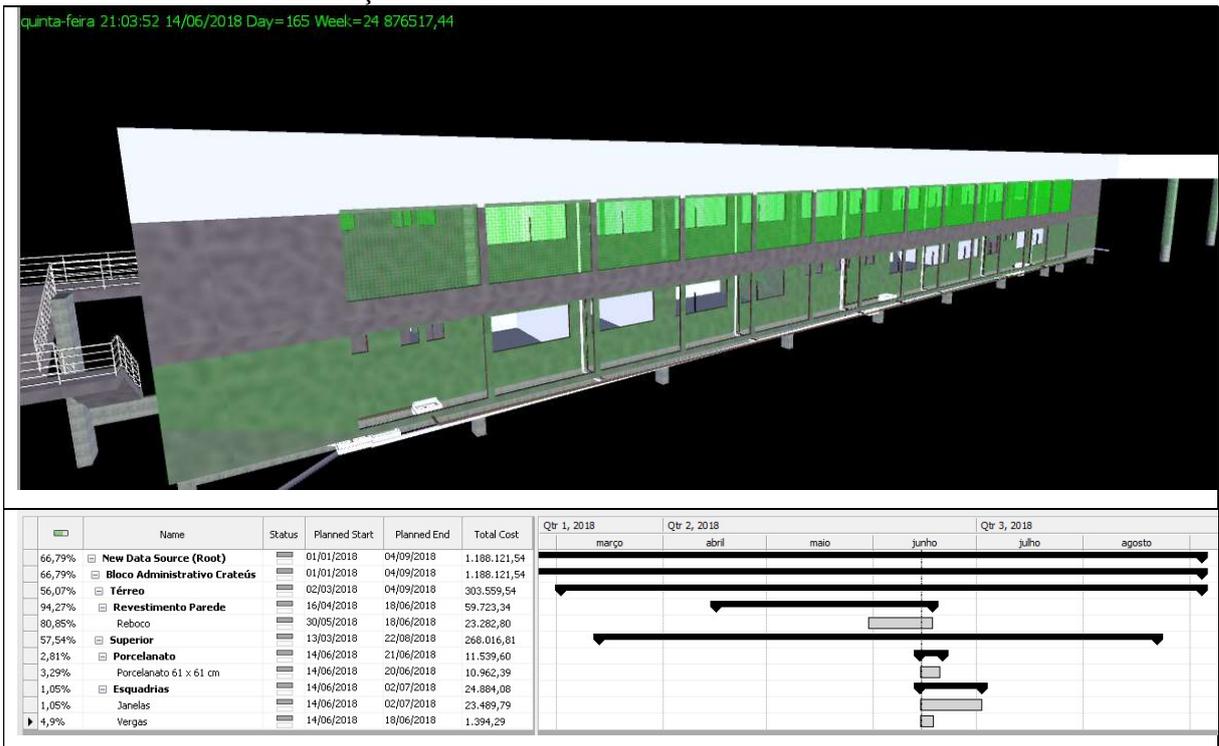
Tabela 18 Simulação 5D - Dia 150



Dia 150 – Inicia-se a estrutura para montagem da pele de vidro e entra-se no reboco do revestimento das paredes. Custo acumulado R\$ 789.820,27

Fonte: Autor

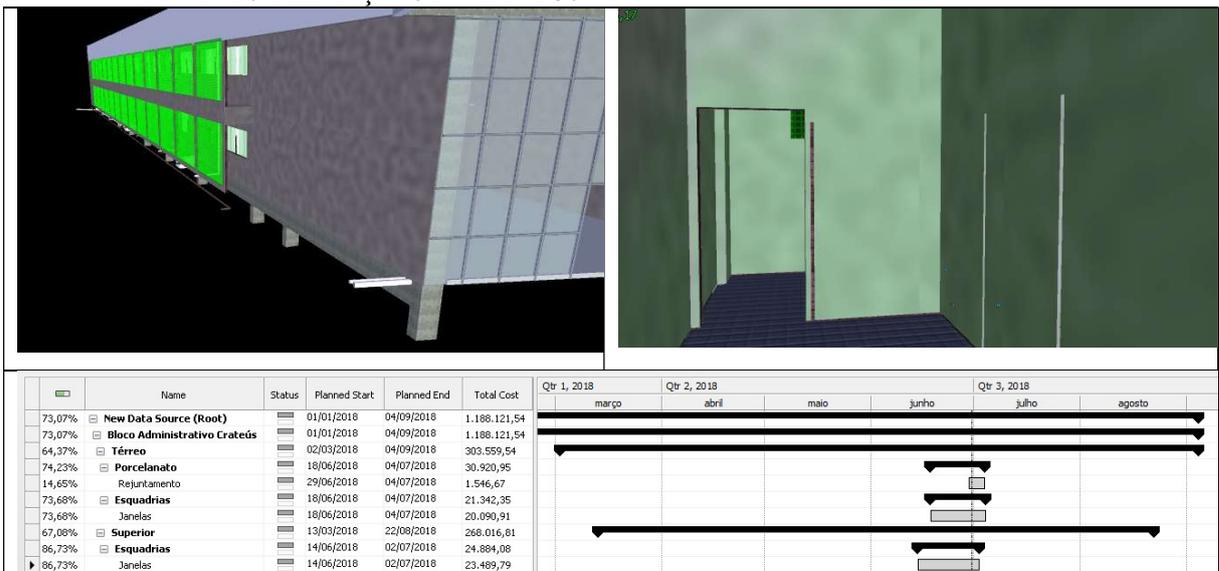
Tabela 19 Simulação 5D - Dia 165



Dia 165 – Finalização do reboco no térreo e colocação das esquadrias no andar superior, talvez fosse interessante balancear a produtividade para que o revestimento do Térreo tivesse acabado antes. Custo acumulado R\$ 876.517,44

Fonte: Autor

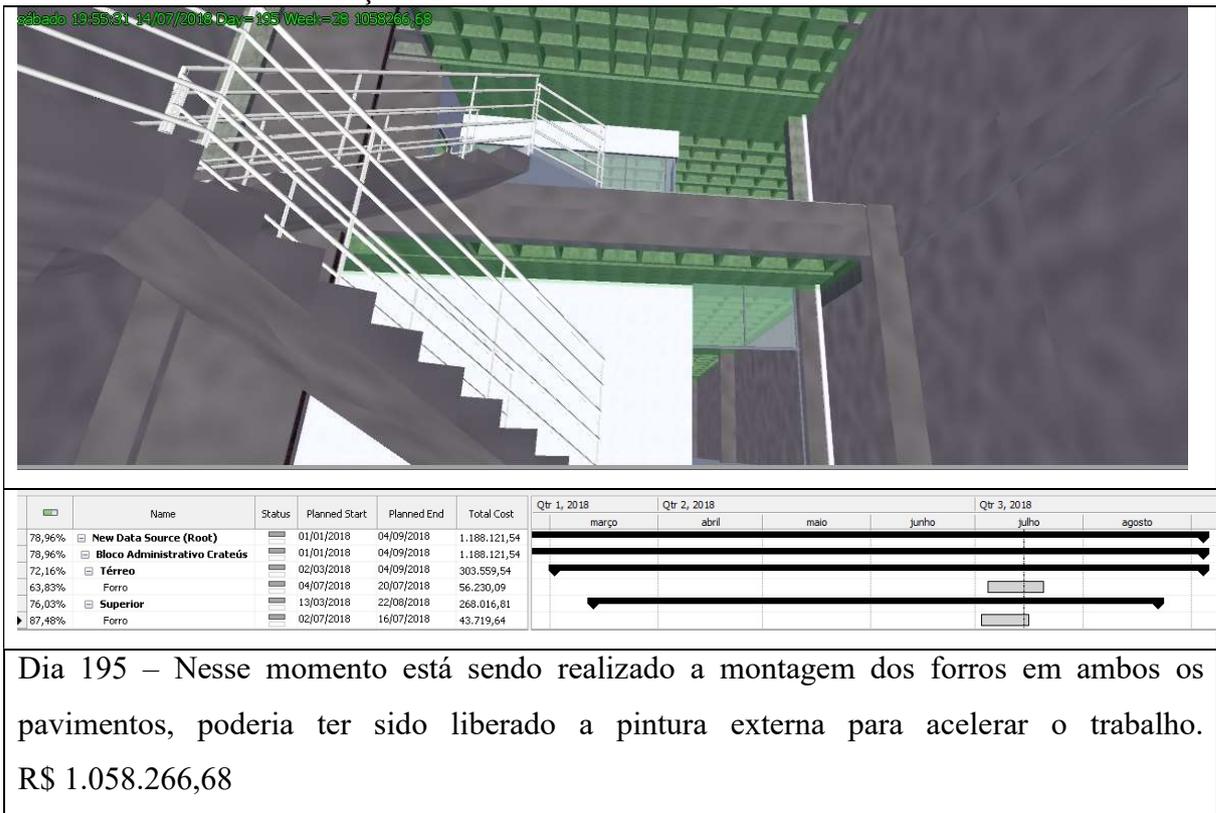
Tabela 20 Simulação 5D - Dia 180



Dia 180 - Rejuntamento do porcelanato dos banheiros e colocação das janelas e cobogós. Custo acumulado R\$ 974.405,17

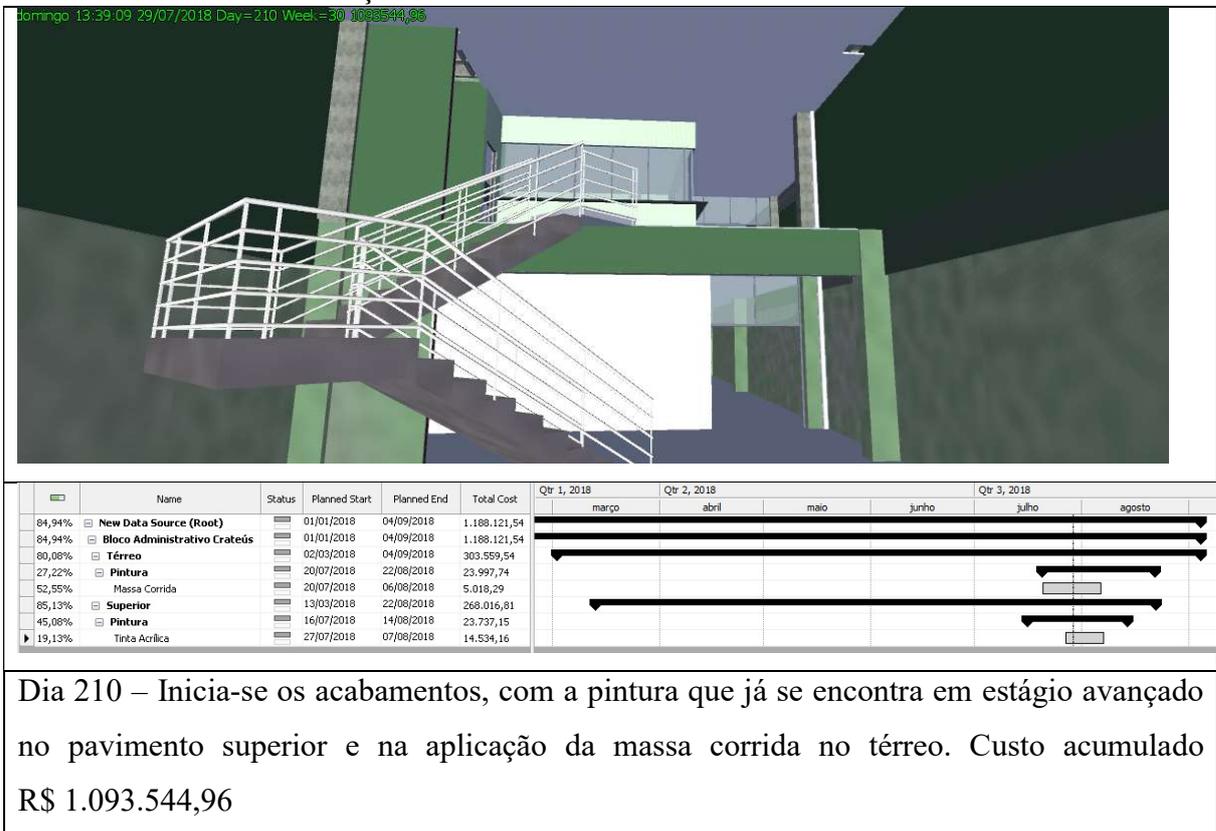
Fonte: Autor

Tabela 21 Simulação 5D - Dia 195



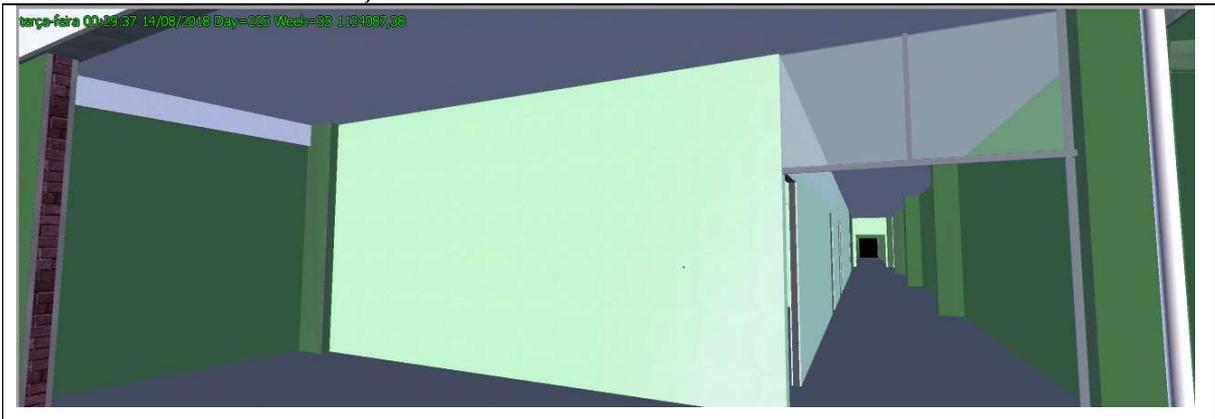
Fonte: Autor

Tabela 22 Simulação 5D - Dia 210



Fonte: Autor

Tabela 23 Simulação 5D - Dia 225



Name	Status	Planned Start	Planned End	Total Cost	Qtr 1, 2018		Qtr 2, 2018		Qtr 3, 2018	
					março	abril	maio	junho	julho	agosto
91,22% New Data Source (Root)		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]					
91,22% Bloco Administrativo Crateús		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]					
88,38% Têrreo		02/03/2018	04/09/2018	303.559,54	[Progress bar]					
74,37% Pintura		20/07/2018	22/08/2018	23.997,74	[Progress bar]					
83,49% Tinta Acrilica		06/08/2018	15/08/2018	13.826,30	[Progress bar]					
94,67% Superior		13/03/2018	22/08/2018	268.016,81	[Progress bar]					
98,64% Pintura		16/07/2018	14/08/2018	23.737,15	[Progress bar]					
94,34% Textura		07/08/2018	14/08/2018	5.155,49	[Progress bar]					

Dia 225 - Continua a pintura, agora a tinta acrílica no térreo e aplicação de textura no exterior do andar superior. Custo acumulado R\$ 1.124.087,38

Fonte: Autor

Tabela 24 Simulação 5D - Dia 240



Name	Status	Planned Start	Planned End	Total Cost	agosto 2018														setembro 2018											
					17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06					
97,3% New Data Source (Root)		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]																									
97,3% Bloco Administrativo Crateús		01/01/2018	04/09/2018	1.188.121,54	[Progress bar]																									
96,42% Têrreo		02/03/2018	04/09/2018	303.559,54	[Progress bar]																									
49,7% Divisória		22/08/2018	04/09/2018	12.699,34	[Progress bar]																									

Dia 240 - Última etapa da obra a colocação das divisórias de granito e portas dos banheiros R\$ 1.181.396,21

Fonte: Autor

Nota-se que foi possível encontrar diversos pontos de melhoria no planejamento, além disso a visualização das atividades na simulação permite analisar mais informação. A simulação se beneficia da quebra das atividades em menores partes, pois é possível entender melhor como as equipes se distribuem ao longo do empreendimento, podendo assim melhor distribuí-las evitando tempos de esperas, interrupções e interferências entre os serviços.

Outro ponto importante é quanto ao custo, como este é visualizado para cada atividade no *TimeLiner*. Ao verificar uma interferência o gestor pode dar preferência a atividade com maior custo. Esse dado fornece uma variável importante para tomadas de decisões, permitindo, além de otimizar o planejamento, ajustar o fluxo de caixa do empreendimento as possibilidades da empresa.

Abaixo estão os principais aspectos observados durante a simulação 5D:

- a) Serviços que podiam ser liberados antes;
- b) Restrições que não eram totalmente validas;
- c) Percepção de atividades em espera;
- d) Oportunidades de melhoria no balanceamento das atividades;
- e) Possíveis interferências na execução de serviços, como instalações e alvenarias;
- f) Mais informações para controlar o fluxo de caixa;
- g) Permitiu estudar o processo de uma maneira visual e intuitiva.

Essa simulação se tornaria mais útil se fosse apresentada e discutida junto dos responsáveis pela execução das atividades. Envolvendo o conhecimento técnico e específico dos executores seria possível antever diversos problemas, como falta de espaço para trabalhar, prazos para aquisição dos insumos, falhas na hierarquia das atividades, entre outros. Esse tipo de integração da informação é o cerne na filosofia BIM, pois de nada adianta ferramentas sofisticadas sem o conhecimento prático e a sua correta utilização.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Ao final deste trabalho, pode se concluir que o uso do BIM afeta positivamente o gerenciamento da construção. A modelagem para a extração de quantitativos apresentou diversas dificuldades, mas foi possível estabelecer uma estratégia de modelagem que supriu as necessidades da orçamentação. Como sugestão, a modelagem dos outros subsistemas de instalações para validar completamente o fluxo de trabalho adotado e, ainda, realizar o processo de modelagem durante o desenvolvimento de projeto para aproveitar melhor os recursos BIM.

Os quantitativos extraídos se mostraram precisos sob a ótica de uma análise amostral, chegando a erros em relação as medidas de referência baixos e nas 3 dimensões avaliadas menores que 5%, a meta estabelecida no início deste trabalho. Obteve-se 2,2%, 0,3% e 0,8% de distância da referência para medidas de comprimento, área e volume respectivamente. Uma análise de erro completa abrangendo todos os elementos seria uma possível sugestão de trabalho.

O processo adotado para realizar o planejamento foi extrair os dados dos modelos tratá-los nos *Excel*, realizar a organização no *Project* e a inserir essas informações através do *Navisworks*. Mostrou-se um processo simples, efetivo e que garantiu bons resultados. Nesse ponto, seria interessante estudar um link de informações do modelo com as composições, utilizando *softwares* como *Vico* ou *Dynamo* para automatizar ainda mais o processo.

Já a simulação 5D se mostrou uma ferramenta útil para melhorar o planejamento, através de uma nova possibilidade de visualização. Ela permitiu encontrar falhas na ordem das atividades, possibilidades de diminuir o tempo de obra, visualizar o fluxo de caixa e permitie, ainda, um melhor controle das atividades auxiliando muitas das tomadas de decisões do gestor de uma obra.

Assim, conclui-se que o BIM quando aplicado ao gerenciamento de empreendimentos contribui positivamente., torna os processos mais ágeis, confiáveis e inteligentes, melhorando o desempenho do planejamento, conseqüente, aumentando a qualidade e a produtividade do setor da construção. A Modelagem da Informação da Construção tem um potencial disruptivo.

REFERÊNCIAS

- ALDER, M. A. Comparing Time And Accuracy of BIM to On-Screen Takeoff for a Quantity Takeoff of Conceptual Estimate. **All These and Dissertations**, p. 509, 2006.
- ANDRADE, M. L.; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceitos, Cenário das Pesquisas Publicadas no Brasil e Tendências. **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**, p. 602–613, 2009.
- AUTODESK. About Families. **Autodesk Knowledge**, 2017.
- AZEVEDO, O. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. [s.l.] Universidade do Minho, 2009.
- AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. **Leadership Manage. Eng.**, v. 11, p. 241–252, 2011.
- BAKKER, G.; MENEZES, B. BREVE HISTÓRICO DE IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v.18, n.22, 1º sem. 2011, p. 152–171, 2011.
- BALDAUF, J. P.; FORMOSO, C. T.; MIRON, L. I. G. Proposta de método para modelagem de requisitos de clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social usando BIM. **Ambiente Construído**, p. 177–195, 2013.
- BARBOSA, A. C. M. **A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático Construção de uma ETAR na Argélia**. [s.l.] Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2014.
- BOMFIM, C.; LISBOA, B.; MATOS, P. C. C. Gestão de Obras com BIM—Uma nova era para o setor da Construção Civil. **SIGraDi**, p. 556–560, 2016.
- BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). **International Journal Of Project Management**, v. 31, n. 7, p. 971–980, 2013.
- COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. **WORKSHOP BRASILEIRO - GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**, 2008.
- EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. [s.l: s.n.]. v. 2
- EY. **Estudo sobre produtividade na construção civil : desafios e tendências no Brasil**. [s.l: s.n.].
- FIESP. **12º Construbusiness : Congresso Brasileiro da Construção : investir com responsabilidade**. São Paulo: [s.n.].
- KOO, B.; FISCHER, M. Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction. **Journal**

of Construction Engineering and Management, 1998.

LEE, X. S.; TSONG, C. W.; KHAMIDI, M. F. 5D Building Information Modelling – A Practicability Review. **MATEC Web of Conferences** 66, v. 26, 2016.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: Livros Tecnicos e Cientificos, 1997.

MCGRAW HILL CONSTRUCTION. **The business value of BIM for construction in major global markets**. [s.l: s.n.].

MITCHELL, D. 5D Bim : Creating Cost Certainty and Better Buildings. **RICS COBRA**, 2012.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 11, p. 69–81, 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. [s.l: s.n.].

ROMCY, N. M. E S. **Proposta de tradução dos princípios da coordenação modular em parâmetros aplicáveis ao Building Information Modeling**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2012.

SABOL, L. **Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling Design + Construction Strategies**. [s.l: s.n.].

SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (Bim) - Processo De Orçamentação Com Estudo Sobre Controle De Custos E Valor Agregado Para Empreendimentos De Construção Civil**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ PROGRAMA, 2015.

SANTOS, A. DE P. L.; ANTUNES, C. E.; BALBINOT, G. B. Levantamento De Quantitativos De Obras: Comparação Entre O Método Tradicional E Experimentos Em Tecnologia Bim. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 6, n. 12, p. 134–155, 2014.

SMITH, P. BIM & the 5D Project Cost Manager. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 119, p. 475–484, 2014.

VARGAS. **Análise de Valor Agregado em Projetos**. [s.l: s.n.].

WANG, X. YUNG, P. 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.

WITICOVSKI, L. C.; EMILIA, L.; GARCIA, M. A Utilização do Bim em Projetos de Construção Civil. **IJIE – Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 55, n. 48, p. 19, 2009.

Apêndices

Apêndice A – Quantitativos e Orçamento

Composições

Estrutura					
Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Fôrmas					
6.5.17	C4301	FORMA PARA CONCRETO "IN LOCO", INCLUSIVE DESFORMA	M2	103,27	0,250
	92489	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 M ² , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	M2	28,40	0,961
	92490	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M ² , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	M2	26,44	0,861
	92488	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE NERVURADA COM CUBETA E ASSOALHO COM ÁREA MÉDIA MAIOR QUE 20 M ² , PÉ-DIREITO DUPLO, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES. AF 12/2015	M2	39,40	0,942
	95938	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF 01/2017	M2	189,09	3,290
Concretagem					
6.7.39	C0852	CONCRETO PRE-MISTURADO FCK 35 MPa	M3	295,46	
	92722	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPa, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MAIOR QUE 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	M3	374,58	1,045
	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPa, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	M3	377,35	1,192
	92725	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	M3	360,36	0,638
	92726	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPa, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MAIOR QUE 20 M ² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF 12/2015	M3	358,60	0,586
Armaduras					
6.6.16	C0215	ARMADURA CA-50A GROSSA D= 12,5 A 25,0mm	KG	7,25	0,100
Escada					
9.4.14	C0924	CORRIMÃO EM TUBO DE AÇO INOX	M	208,49	0,550

Paredes e Revestimentos

Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Vedação					
8.1.1	C0047	ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO FURADO (9x19x39)cm C/ARGAMASSA MISTA DE CAL HIDRATADA, ESP=9 cm	M2	22,84	0,4
	96358	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, SEM VÃOS. AF 06/2017 P	M2	52,83	0,5449
	96359	PAREDE COM PLACAS DE GESSO ACARTONADO (DRYWALL), PARA USO INTERNO, COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METÁLICA COM GUIAS SIMPLES, COM VÃOS AF 06/2017 P	M2	60,28	0,628
8.5.5	C4096	DIVISÓRIA DE GRANITO CINZA E=3cm	M2	397,6	4,8
Revestimento					
14.1.1	C0776	CHAPISCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/PENEIRAR TRAÇO 1:3 ESP.= 5mm P/ PAREDE	M2	4,21	0,5
14.1.11	C3080	EMBOCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA PENEIRADA, TRAÇO 1:5	M2	23,52	0,6
14.1.27	C3408	REBOCO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA S/ PENEIRAR, TRAÇO 1:3	M2	23,31	0,6
Pintura					
19.1.6	C1207	EMASSAMENTO DE PAREDES EXTERNAS 2 DEMÃOS C/MASSA ACRÍLICA	M2	12,39	0,35
19.1.7	C1208	EMASSAMENTO DE PAREDES INTERNAS 2 DEMÃOS C/MASSA DE PVA	M2	10,04	0,7
19.1.26	C2461	TEXTURA ACRÍLICA 1 DEMÃO EM PAREDES EXTERNAS	M2	10,37	0,31
19.1.11	C4167	LATEX ACRÍLICO TRÊS DEMÃOS EM PAREDES INTERNAS S/ MASSA	M2	15,49	0,24
Cerâmico					
14.2.47	C1123	REJUNTAMENTO C/ ARG. PRÉ-FABRICADA, JUNTA ATÉ 2mm EM CERÂMICA, ACIMA DE 30x30 cm (900 cm ²) E PORCELANATOS (PAREDE/PISO)	M2	4,98	0,2
14.2.44	C4446	PORCELANATO POLIDO C/ ARG. PRÉ-FABRICADA - P/ PAREDE	M2	94,58	0,72

Piso e Revestimentos

Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Revestimento					
	<u>72137</u>	PISO INDUSTRIAL ALTA RESISTENCIA, ESPESSURA 12MM, INCLUSO JUNTAS DE DILATAÇÃO PLÁSTICAS E POLIMENTO MECANIZADO	M2	77,61	3,370
	<u>87261</u>	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M ² . AF 06/2014	M2	108,89	1,060
	<u>87262</u>	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M ² E 10 M ² . AF 06/2014	M2	99,35	0,700
	<u>87263</u>	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M ² . AF 06/2014	M2	93,64	0,440
Contrapiso					
	<u>87745</u>	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS MOLHADAS SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 3CM. AF 06/2014	M2	31,88	0,630
Bancada					
8.8.11	<u>C4756</u>	PRATELEIRA DE GRANITO CINZA ESP.=2CM	M2	158,12	0,750
Rejuntamento					
14.2.53	<u>C2828</u>	REJUNTAMENTO C/ ARG. PRÉ-FABRICADA, JUNTA ENTRE 6mm E 10mm EM CERÂMICA, ACIMA DE 30x30 cm (900 cm ²) E PORCELANATOS (PAREDE/PISO)	M2	7,09	0,200

Forro

Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Forro					
8.1.1	<u>96115</u>	FORRO DE FIBRA MINERAL, PARA AMBIENTES COMERCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF 05/2017 P	M2	77,59	0,54

Esquadrias

Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Janelas					
	<u>94560</u>	JANELA DE AÇO DE CORRER, 2 FOLHAS, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, COM VIDROS, PADRONIZADA. AF 07/2016	M2	369,69	1,697
	<u>94562</u>	JANELA DE AÇO DE CORRER, 4 FOLHAS, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, SEM VIDROS, PADRONIZADA. AF 07/2016	M2	389,79	2,099
	<u>94584</u>	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 3 FOLHAS, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, COM VIDROS, PADRONIZADA. AF 07/2016	M2	503,92	1,491
	<u>94581</u>	JANELA DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, COM VIDROS, PADRONIZADA. AF 07/2016	M2	399,68	3,397
8.6.7	<u>C0804</u>	COBOGÓ ANTI-CHUVA (50x40)cm C/ARG. CIMENTO E AREIA TRACO 1:3	M2	59,1	1,880
Vergas					
	<u>93187</u>	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM MAIS DE 1,5 M DE VÃO. AF 03/2016	M	38,73	0,360
	<u>93186</u>	VERGA MOLDADA IN LOCO EM CONCRETO PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF 03/2016	M	34,43	0,376

Portas

Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Portas					
9.1.20	<u>C1988</u>	PORTA INTERNA DE CEDRO LISA COMPLETA UMA FOLHA (0.90X 2.10)m	UN	501,9	3,750
9.1.39	<u>C4424</u>	PORTA TIPO PARANÁ (0,60 x 2,10 m), COMPLETA	UN	501,21	2,550
9.1.41	<u>C4426</u>	PORTA TIPO PARANÁ (0,70 x 2,10 m), COMPLETA	UN	506,81	2,550
9.1.43	<u>C4428</u>	PORTA TIPO PARANÁ (0,80 x 2,10 m), COMPLETA	UN	519,71	2,550
9.1.27	<u>C1982</u>	PORTA INTERNA DE CEDRO LISA COMPLETA DUAS FOLHAS (1.60X 2.10)m	UN	787,64	6,000
9.2.28	<u>C4523</u>	PORTA EM ALUMÍNIO ANODIZADO PRETO, DE ABRIR, SEM BANDEIROLA E/OU PEITORIL, SEM VIDRO - FORNECIMENTO E MONTAGEM	M2	321,3	6,000

Telhado

Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Telhado					
	<u>94213</u>	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇO/ALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF 06/2016	M2	37,18	0,096
11.2.38	<u>C4395</u>	PERFIL "U" EM ALUMÍNIO 3/4" x 3/4" P/ COBERTURA	M	22	0,500
11.2.16	<u>C1324</u>	ESTRUTURA DE ALUMÍNIO EM DUAS ÁGUAS VÃO DE 20m	M2	166,04	5,000

Pele de Vidro

Conta	Insumo/Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
		Caixilho			
	85010	CAIXILHO FIXO, DE ALUMINIO, PARA VIDRO	M2	310,86	1,200
		Vidro			
	72119	VIDRO TEMPERADO INCOLOR, ESPESSURA 8MM, FORNECIMENTO E INSTALACAO, INCLUSIVE MASSA PARA VEDACAO	M2	239,29	0,500
		Porta			
10.2.17	C1971	PORTA DE VIDRO TEMPERADO 2 FOLHAS (1.80X2.10)m E=10mm	CJ	3149,41	2,500

Hidráulica

Conta	Insumo /Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
		Tubos			
	89446	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	M	3,41	0,016
	89447	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	M	6,90	0,020
	89448	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	M	9,90	0,024
	89449	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	M	12,27	0,029
	89451	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 75MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	M	26,17	0,042
		Tês			
	89622	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	8,95	0,098
	89627	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	13,81	0,144
	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	8,09	0,200
	89629	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 75MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	53,41	0,209
	89630	TE DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 75MM X 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	45,57	0,209
	94690	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 06/2016	UN	8,65	0,159
	89625	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	14,07	0,144
		Joelhos			
	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	5,82	0,150
	89497	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	7,62	0,089
	89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	9,09	0,108
	89513	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 75MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	72,77	0,157
	89366	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 3/4 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	11,00	0,150
	89367	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	7,92	0,179
	90373	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2 INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	10,07	0,150
16.3.147	C4388	JOELHO 45 PVC BRANCO PARA ESGOTO D=40mm (1 1/4")	UN	10,83	0,300
16.3.152	C4392	JOELHO 45 PVC SOLDÁVEL D=32mm (1")	UN	6,12	0,180
16.3.121	C1541	JOELHO OU CURVA PVC ROSC. D=1 1/4" (40mm)	UN	16,63	0,340
16.3.103	C0980	CRUZETA PVC SOLD. MARROM D=40mm (1 1/4")	UN	18,53	0,400
		Buchas/Adaptadores			
16.3.3	C3653	ADAPTADOR PVC P/ REGISTRO 25mm (3/4")	UN	3,36	0,648
16.3.201	C1744	LUVA REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL MARROM D= 32X25mm (1"X3/4")	UN	4,84	0,090
	89579	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 25MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	6,11	0,072
	Site	Bucha Redução Soldável Longa 50x32mm Marrom	UN	5,32	0,090
	Site	Bucha Redução Longa Soldável 75 X 50 Mm Tigre	UN	13,88	0,120
	Site	Bucha Redução Soldável Curta 50x40mm Marrom	UN	3,54	0,100
	89424	LUVA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN	2,83	0,060
16.3.200	C1743	LUVA REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL MARROM D= 25X20mm (3/4"X1/2")	UN	3,4	0,090
16.3.202	C1745	LUVA REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL MARROM D= 40X32mm (1 1/4"X1")	UN	9,24	0,140
		Acessórios			
16.8.20	C3601	REGISTRO DE PRESSÃO D=20mm (3/4") - PADRÃO POPULAR	UN	30,53	0,610
16.8.26	C2174	REGISTRO GLOBO / FECHO RÁPIDO DE 2"	UN	108,09	0,500
16.8.4	C2157	REGISTRO DE GAVETA BRUTO D= 20mm (3/4")	UN	36,45	0,540
16.8.5	C2158	REGISTRO DE GAVETA BRUTO D= 25mm (1")	UN	49,95	0,540
16.8.30	C2684	VÁLVULA DE DESCARGA CROMADA C/CANOPLA LISA DE 32 OU 40mm	UN	167,56	2,000
16.8.23	C2176	REGISTRO GLOBO /FECHO RÁPIDO DE 1"	UN	50,13	0,500
		Caixas			
16.8.20	C3601	REGISTRO DE PRESSÃO D=20mm (3/4") - PADRÃO POPULAR	UN	30,53	0,61

Sanitário					
Conta	Insumo /Sinapi	Descrição	Un	Valor (Und)	Coef
Tubos					
16.3.323	C2595	TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=40mm (1 1/2")	M	9,78	0,240
16.3.324	C2596	TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=50mm (2")	M	13,32	0,300
16.3.325	C2598	TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=75mm (3")	M	20,76	0,480
16.3.326	C2593	TUBO PVC BRANCO P/ESGOTO D=100MM (4")	M	23,92	0,520
16.3.330	C2600	TUBO PVC BRANCO RÍGIDO ESGOTO D=150mm (6")	M	36,87	0,600
Tês					
16.3.258	C2350	TÊ PVC BRANCO C/REDUÇÃO P/ESGOTO D=75X50mm (3"X2")	UN	19,64	0,370
16.3.259	C2347	TÊ PVC BRANCO C/REDUÇÃO P/ESGOTO D=100X50mm (4"X2")	UN	24,3	0,460
16.3.267	C2359	TÊ PVC BRANCO P/ESGOTO D=50MM (2")-JUNTAS SOLD.	UN	14,7	0,290
16.3.269	C2356	TÊ PVC BRANCO P/ESGOTO D=100mm (4")-JUNTAS SOLD.	UN	27,61	0,460
16.3.270	C2352	TÊ PVC BRANCO P/ ESGOTO D=150mm (6") - JUNTAS SOLD.	UN	70,02	0,570
16.3.268	C2363	TÊ PVC BRANCO P/ESGOTO D=75mm (3")-JUNTAS SOLD.	UN	22,44	0,370
Joelhos					
16.3.147	C4388	JOELHO 45 PVC BRANCO PARA ESGOTO D=40mm (1 1/4")	UN	10,83	0,300
16.3.148	C4669	JOELHO 45 PVC BRANCO PARA ESGOTO D=50mm (2")	UN	11,43	0,300
16.3.149	C4389	JOELHO 45 PVC BRANCO PARA ESGOTO D=75mm (3")	UN	15,45	0,360
16.3.150	C4390	JOELHO 45 PVC BRANCO PARA ESGOTO D=100mm (4")	UN	18,78	0,420
16.3.127	C1551	JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=40mm (1 1/2")	UN	8,89	0,280
16.3.128	C1552	JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=50mm (2")	UN	9,78	0,280
16.3.129	C1554	JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=75mm (3")	UN	15,44	0,360
16.3.130	C1549	JOELHO PVC BRANCO P/ESGOTO D=100mm (4")	UN	20,67	0,450
16.3.135	C1557	JOELHO PVC CINZA. P/ESGOTO D=150mm (6") - JUNTA SOLD	UN	88,34	0,560
	89855	JOELHO 45 GRAUS. PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	UN	54,68	0,330
Junções					
	89783	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	UN	8,04	0,140
	89861	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	UN	32,30	0,320
16.3.162	C1582	JUNÇÃO SIMPLES DE REDUÇÃO PVC P/ESGOTO 100X50mm(4"X2")	UN	23,99	0,460
Buchas/Adaptadores					
16.3.242	C2145	REDUÇÃO EXCÊNTRICA PVC BRANCO REFORÇADO D=75X50mm (3"X2")	UN	10,03	0,180
16.3.243	C2143	REDUÇÃO EXCÊNTRICA PVC BRANCO REFORÇADO D=100X75mm (4"X3")	UN	14,7	0,280
16.3.244	C2144	REDUÇÃO EXCÊNTRICA PVC BRANCO REFORÇADO D=150x150mm(6"x4")= (150 X 100MM)	UN	33,16	0,280
16.3.64	C0678	CAP (TAMPÃO) OU PLUG (BUJÃO) PVC P/ESGOTO D=100mm SOLD.	UN	12,42	0,120
Caixas/Ralos					
16.3.61	C3586	CAIXA SIFONADA 150X150X50cm COM GRELHA - PADRÃO POPULAR	UN	34	0,500
	89710	RALO SECO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF 12/2014	UN	7,12	0,070
16.11.38	C0649	CAIXA INSPEÇÃO NO PASSEIO EM ALVENARIA DI=(50X50)cm, PADRÃO CAGECE	UN	201,27	12,950
16.11.9	C0601	CAIXA DE GORDURA/SABÃO EM ALVENARIA	UN	181,41	5,850
16.11.26	C0607	CAIXA EM ALVENARIA (60X60X60cm) DE 1 TIJOLO COMUM, LASTRO DE CONCRETO E TAMPA DE CONCRETO	UN	396,18	12,950
Louça					
	C0348	BACIA DE LOUÇA BRANCA C/CAIXA ACOPLADA	UN	482,79	2,000

Orçamento

ESTRUTURA

Concreto Pilar						
Nível	Volume (m³)	Custo	Prazo (hrs)			
FUNDAÇÃO	34,16	R\$ 12.890,28	40,72			
Pavimento 2	10,2	R\$ 3.848,97	12,16			
Armadura Pilar						
Nível	Armadura (kg)	Custo	Prazo (hrs)			
FUNDAÇÃO	3456,04	R\$ 25.056,31	345,60			
Pavimento 2	1031,96	R\$ 7.481,69	103,20			
Fôrma Pilar						
Nível	Área (m²)	Custo	Prazo (hrs)			
FUNDAÇÃO	286,14	R\$ 29.549,68	71,54			
Pavimento 2	123,12	R\$ 12.714,60	30,78			
Fôrma Vigas						
Nível	Área (m²)	Custo	Prazo (hrs)			
Pavimento 1	200,79	R\$ 20.735,58	50,20			
Pavimento 2	218,91	R\$ 22.606,84	54,73			
Pavimento 3	823,09	R\$ 85.000,50	205,77			
Fôrma Lajes						
Nível	Área (m²)	Custo	Prazo (hrs)			
Pavimento 2	593,41	R\$ 15.689,76	510,93			
Pavimento 3	684,92	R\$ 18.109,28	589,72			
Concretagem Vigas e Lajes						
Nível	Lajes	Nervuras	Vigas	Soma Volume (m³)	Custo	Prazo (hrs)
Pavimento 1			12,34	12,34	R\$ 4.425,12	7,23
Pavimento 2	54,29	23,59	14,72	92,6	R\$ 33.206,36	54,26
Pavimento 3	59,28	29,16	52,63	141,07	R\$ 50.587,70	82,67
Armadura Vigas e Lajes						
Nível	Armadura (kg)	Custo	Prazo (hrs)			
Pavimento 1	597,81	R\$ 4.334,13	59,78			
Pavimento 2	4486,00	R\$ 32.523,50	448,60			
Pavimento 3	6834,13	R\$ 49.547,41	683,41			
Fôrma Escadas						
Nível	Área (m²)	Custo	Prazo (hrs)			
Escada monolítica	3,89	R\$ 102,85	3,35			
Escada monolítica exterior	5,83	R\$ 154,27	5,02			
Concretagem Escadas						
Tipo	Volume (m³)	Custo	Prazo (hrs)			
Escada monolítica	2,58	R\$ 925,19	1,51			
Escada monolítica exterior	4,94	R\$ 1.771,48	2,89			
Armadura Escadas						
Tipo	Armadura (kg)	Custo	Prazo (hrs)			
Escada monolítica	261,02	R\$ 1.892,43	26,10			
Escada monolítica exterior	499,79	R\$ 3.623,48	49,98			

Paredes e Revestimentos

Tipo	Pavimento 1 (m ²)	Custo	Prazo (hrs)
Dry Wall	196,561	R\$ 11.848,70	123,440308
Chapisco	1313,665	R\$ 5.530,53	656,8325
Emboço	1314,201	R\$ 30.910,01	788,5206
Granito, cortado, polido	31,94	R\$ 12.699,34	153,312
Massa corrida	499,83	R\$ 5.018,29	349,881
Porcelanato 61 x 61 cm	310,576	R\$ 29.374,28	223,61472
Reboco	998,833	R\$ 23.282,80	599,2998
Textura	496,929	R\$ 5.153,15	154,04799
Tijolo, Comum	591,83	R\$ 13.517,40	236,732
Tinta Acrilica Branco	892,595	R\$ 13.826,30	214,2228
Rejuntamento	310,576	R\$ 1.546,67	62,1152
Tipo	Pavimento 2 (m ²)	Custo	Prazo (hrs)
Dry Wall	267,577	R\$ 16.129,54	168,038356
Chapisco	1016,203	R\$ 4.278,21	508,1015
Emboço	1016,23	R\$ 23.901,73	609,738
Granito, cortado, polido	16,761	R\$ 6.664,17	80,4528
Massa corrida	403,137	R\$ 4.047,50	282,1959
Porcelanato 61 x 61 cm	115,906	R\$ 10.962,39	83,45232
Reboco	900,297	R\$ 20.985,92	540,1782
Textura	497,154	R\$ 5.155,49	154,11774
Tijolo, Comum	440,458	R\$ 10.060,06	176,1832
Tinta Acrilica Branco	938,293	R\$ 14.534,16	225,19032
Rejuntamento	115,906	R\$ 577,21	23,1812
Tipo	Pavimento 3 (m ²)	Custo	Prazo (hrs)
Dry Wall		R\$ -	0
Chapisco	403,407	R\$ 1.698,34	201,7035
Emboço	403,475	R\$ 9.489,73	242,085
Granito, cortado, polido		R\$ -	0
Massa corrida		R\$ -	0
Porcelanato 61 x 61 cm		R\$ -	0
Reboco	403,404	R\$ 9.403,35	242,0424
Textura	403,407	R\$ 4.183,33	125,05617
Tijolo, Comum	272,574	R\$ 6.225,59	109,0296
Tinta Acrilica Branco		R\$ -	0
Rejuntamento		R\$ -	0

Pisos e Revestimentos

Tipos	Pavimento 1 (m ²)	Custo	Prazo (h)
Contrapiso	74,09	R\$ 2.362,05	46,68
Piso industrial	427,79	R\$ 33.200,47	1441,64
Porcelanato 50 x 50 cm	74,09	R\$ 7.361,04	51,86
Rejuntamento	74,09	R\$ 525,31	14,82
Granito		R\$ -	0,00

Tipos	Pavimento 2 (m ²)	Custo	Prazo (h)
Contrapiso	64,08	R\$ 2.043,00	40,37
Piso industrial	427,71	R\$ 33.194,19	1441,37
Porcelanato 50 x 50 cm	64,08	R\$ 6.366,75	44,86
Rejuntamento	64,08	R\$ 454,36	12,82
Granito	12,11	R\$ 1.914,20	9,08

Forros

Nível	Área (m ²)	Custo	Prazo (hrs)
Pavimento 1	724,708	R\$ 56.230,09	391,99
Pavimento 2	563,47	R\$ 43.719,64	304,78

Esquadrias

Tipos	Pavimento 1 (m ²)	Custo	Prazo (hrs)	Pavimento 2 (m ²)	Custo	Prazo (hrs)
Janela 2 Painéis	4,32	R\$ 1.597,06	7,33		R\$ -	0,00
Janela 4 painéis	25,92	R\$ 10.103,36	54,41	38,88	R\$ 15.155,04	81,61
Janela 50 x 50 cm	4	R\$ 1.598,72	13,59	1,5	R\$ 599,52	5,10
Janela pivotante horizontal - 3 Painéis				2,909	R\$ 1.465,90	4,34
Cobogo	114,92	R\$ 6.791,77	216,0496			
Cobogo 2				106,08	6269,328	199,4304
Totais		R\$ 20.090,91	291,37		R\$ 23.489,79	290,47

Verga

Rótulos de Linha	Pavimento 1 (m ²)	Custo	Prazo (hrs)	Pavimento 2 (m ²)	Custo	Prazo (hrs)
Janela 2 Painéis	3,6	R\$ 139,43	1,30		R\$ -	0,00
Janela 4 painéis	21,6	R\$ 836,57	7,78	32,4	R\$ 1.254,85	11,66
Janela 50 x 50 cm	8	R\$ 275,44	3,01	3	R\$ 103,29	1,13
Janela pivotante horizontal - 3 Painéis		R\$ -	0,00	1,05	R\$ 36,15	0,39
Totais		R\$ 1.251,44	12,08		R\$ 1.394,29	13,19

Portas						
Tipo	Soma de Área (m ²)	Contagem	Custo	Prazo (hrs)		
Porta Alumínio 160 x 212	9,936	3	R\$ 3.192,44	18,00		
Porta paraná 160 x 212 cm	6,624	2	R\$ 1.575,28	12,00		
Porta Paraná 60 x 160 banheiro	14,4	15	R\$ 7.518,15	5,10		
Porta Paraná 60 x 212 cm	2,544	2	R\$ 1.002,42	5,10		
Porta Paraná 80 x 212 cm	37,312	23	R\$ 11.953,33	5,10		
Porta Paraná 90 x 212 cm Puxador	11,448	6	R\$ 3.011,40	7,50		
Total Geral	93,666	53	R\$ 28.253,02	52,80		

Telhado

Tipo	Área	Custo	Prazo (hrs)
Telhado básico: Telhado Alumínio	891,81	R\$ 29.471,37	183,72
Estrutura Metálica	242,83	R\$ 40.319,16	1214,14
Tipo	Comprimento	Custo	Prazo (hrs)
Perfi U	480,39	R\$ 10.568,67	240,20

Tubos

Tipo	Tube	Pavimento 1 (m)	Custo	Prazo (hrs)	Pavimento 2 (m)	Custo	Prazo (hrs)
Soldável	25,00 mm	58,19	R\$ 198,41	0,93	35,15	R\$ 119,88	0,56
Soldável	32,00 mm	52,26	R\$ 360,61	1,05	67,70	R\$ 467,15	1,35
Soldável	40,00 mm	10,66	R\$ 105,51	0,26	3,59	R\$ 35,56	0,09
Soldável	50,00 mm	11,28	R\$ 138,41	0,33		R\$ -	0,00
Soldável	75,00 mm	56,95	R\$ 1.490,49	2,39	6,70	R\$ 175,23	0,28
	Total		R\$ 2.293,43	4,95		R\$ 797,82	2,28

Acessórios

Acessório	1 (und)	Custo	Prazo (hrs)	2 (und)	Custo	Prazo
Adaptador Soldável Jet 30, 25mm, PVC Marrom - TIGRE	4,00	R\$ 122,12	2,44	4,00	R\$ 122,12	2,44
Registro de Chuveiro PVC Branco 3/4" - TIGRE	1,00	R\$ 36,45	0,54		R\$ -	0,00
Registro de Gaveta PVC Branco e Cromado 3/4" - TIGRE		R\$ -	0,00	4,00	R\$ 145,80	2,16
Registro de Gaveta PVC Cinza 3/4" - TIGRE	5,00	R\$ 182,25	2,70		R\$ -	0,00
Registro de Gaveta PVC Cromado 3/4" - TIGRE	2,00	R\$ 72,90	1,08		R\$ -	0,00
Registro Esfera VS Compacto Soldável 50mm - TIGRE	1,00	R\$ 108,09	0,50		R\$ -	0,00
Registro Esfera VS Soldável 25mm - TIGRE	1,00	R\$ 50,13	0,50		R\$ -	0,00
Registro Gaveta Docol Base JET 30, 3/4" - TIGRE	4,00	R\$ 122,12	2,44		R\$ -	0,00
VÁLVULA DE DESCARGA CROMADA C/CANOPLA LISA DE 32 OU 40mm - TIGRE	1,00	R\$ 167,56	2,00	1,00	R\$ 167,56	2,00
		R\$ 861,62	12,20		R\$ 435,48	6,60

Conexões

Conexão	1 (und)	Custo	Prazo (h)	2 (und)	Custo	Prazo (h)
Adaptador Soldável Curto com Balsa e Rosca para Registro 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	4,00	R\$ 13,44	2,59		R\$ -	0,00
Bucha de Redução Soldável Curta 25x40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	2,00	R\$ 7,08	0,20	1,00	R\$ 3,54	0,10
Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	14,00	R\$ 67,76	1,26	1,00	R\$ 4,84	0,09
Bucha de Redução Soldável Longa 50x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	5,00	R\$ 30,55	0,36	5,00	R\$ 30,55	0,00
Bucha de Redução Soldável Longa 50x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	2,00	R\$ 10,64	0,18	1,00	R\$ 5,32	0,09
Bucha de Redução Soldável Longa 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	1,00	R\$ 13,88	1,67	1,00	R\$ 13,88	1,67
Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	33,00	R\$ 192,06	4,95	20,00	R\$ 116,40	3,00
Joelho 90° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	42,00	R\$ 332,64	59,54	51,00	R\$ 403,92	72,30
Joelho 90° Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	6,00	R\$ 45,72	0,53	1,00	R\$ 7,62	0,09
Joelho 90° Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	6,00	R\$ 54,54	0,65		R\$ -	0,00
Joelho 90° Soldável 75mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	5,00	R\$ 267,05	1,05	1,00	R\$ 53,41	0,21
Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	1,00	R\$ 10,07	0,15		R\$ -	0,00
Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	33,00	R\$ 363,00	4,95	23,00	R\$ 253,00	3,45
Luva Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	6,00	R\$ 16,98	1,02		R\$ -	0,00
Luva Soldável e com Bucha de Latão 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	2,00	R\$ 6,80	0,18		R\$ -	0,00
Tê de Redução Soldável 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE		R\$ -	0,00	1,00	R\$ 8,95	0,10
Tê de Redução Soldável 50x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	2,00	R\$ 27,62	0,29		R\$ -	0,00
Tê de Redução Soldável 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	7,00	R\$ 318,99	1,46	6,00	R\$ 273,42	1,25
Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	26,00	R\$ 210,34	5,20	16,00	R\$ 129,44	3,20
Tê Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	4,00	R\$ 34,60	0,64	5,00	R\$ -	0,00
Tê Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	2,00	R\$ 28,14	0,29		R\$ -	0,00
Tê Soldável 75mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	1,00	R\$ 53,41	0,21		R\$ -	0,00
Bucha de Redução Soldável Curta 40x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	7,00	R\$ 64,68	0,98		R\$ -	0,00
Joelho 45° Roscável 1.1/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	2,00	R\$ 75,81	2,10		R\$ -	0,00
Joelho 45° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	1,00	R\$ 12,24	0,36		R\$ -	0,00
Joelho 90° Roscável 1.1/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE	2,00	R\$ 16,63	0,34		R\$ -	0,00
Cruzeta Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	4,00	R\$ 74,12	1,60		R\$ -	0,00
Totais		R\$ 2.348,79	92,74		R\$ 1.304,29	85,55

Tubos Sanitários

Tipo	Diametro	1 (m)	Custo	Prazo (hrs)	2 (m)	Custo	Prazo (hrs)	3 (m)	Custo	Prazo (hrs)
Tubo - Esgoto - Série Normal	50,00 mm	31,622	R\$ 421,21	9,49	28,611	R\$ 381,10	8,58	4,243	R\$ 56,52	1,27
Tubo - Esgoto - Série Normal	40,00 mm	20,121	R\$ 196,78	4,83	19,974	R\$ 195,35	4,79		R\$ -	0,00
Tubo - Esgoto - Série Normal	75,00 mm	12,423	R\$ 257,90	5,96	15,283	R\$ 317,28	7,34		R\$ -	0,00
Tubo - Esgoto - Série Normal	100,00 mm	49,475	R\$ 1.183,44	25,73	44,427	R\$ 1.062,69	23,10	99,046	R\$ 2.369,18	51,50
Tubo - Esgoto - Série Normal	150,00 mm	28,315	R\$ 1.043,97	16,99	13,423	R\$ 494,91	8,05	60,504	R\$ 2.230,78	36,30
Totais			R\$ 3.103,31	62,99		R\$ 2.451,32	51,87		R\$ 4.656,48	89,08

Caixas e Ralos

Acessório	Pavimento 1 (und)	Custo	Prazo (h)	Pavimento 2 (und)	Custo	Prazo (h)
Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Quadrados Brancos 150 x 150 x 50mm, Esgoto - TIGRE	4	R\$ 136,00	2,00	5	R\$ 170,00	2,50
Ralo Quadrado Montado - Branco c/ grelha branca 100x53x40mm, Esgoto - TIGRE	4	R\$ 28,48	0,28		R\$ -	0,00
Caixa Sifonada Montada com Grelha e Porta Grelha Redondos Brancos 150 x 150 x 50mm, Esgoto - TIGRE	8	R\$ 272,00	4,00		R\$ -	0,00
Ralo Cônico Montado - Branco c/ grelha branca 100 x 40mm, Esgoto - TIGRE		R\$ -	0,00	4	R\$ 28,48	0,28
Totais		R\$ 436,48	6,28		R\$ 198,48	2,78

Louças

Tipo	Pavimento 1 (un)	Custo	Prazo (h)	Pavimento 2 (un)	Custo	Prazo (h)
Bacia com caixa acoplada Ecoflush - 3 e 6 litros cor branca	11	R\$ 5.310,69	22,00	7	R\$ 3.379,53	14,00

Caixa de Inspeção

Tipos	Contagem (und)	Custo	Pazo (hr)
Caixa de Gordura	2	R\$ 362,82	11,70
Caixa de Inspeção	10	R\$ 2.012,70	129,50
Caixa Registro CAGECE	3	R\$ 1.188,54	38,85
Totais	15	R\$ 3.564,06	180,05

Conexões Sanitárias

Conexão	1 (und)	Custo	Prazo (h)	2 (und)	Custo	Prazo (h)	Custo	Prazo (h)	Prazo
Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	11,00	R\$ 119,13	3,30	17	R\$ 184,11	5,10		R\$ -	0,00
Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	6,00	R\$ 68,58	1,80	5	R\$ 57,15	1,50		R\$ -	0,00
Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	1,00	R\$ 15,45	0,36	2	R\$ 30,90	0,72		R\$ -	0,00
Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	9,00	R\$ 169,02	3,78	1	R\$ 18,78	0,42	9	R\$ 169,02	3,78
Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	26,00	R\$ 231,14	7,28	21	R\$ 186,69	5,88		R\$ -	0,00
Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	15,00	R\$ 146,70	4,20	9	R\$ 88,02	2,52		R\$ -	0,00
Joelho 90° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	2,00	R\$ 30,88	0,72	1	R\$ 15,44	0,36		R\$ -	0,00
Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	27,00	R\$ 558,09	12,15	8	R\$ 165,36	3,60	36	R\$ 744,12	16,20
Joelho 90° 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	3,00	R\$ 265,02	1,68		R\$ -	0,00	11	R\$ 971,74	6,16
Junção Simples 40 x 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	5,00	R\$ 40,20	0,70	5	R\$ 40,20	0,70		R\$ -	0,00
Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	11,00	R\$ 263,89	5,06	5	R\$ 119,95	2,30		R\$ -	0,00
Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	9,00	R\$ 290,70	2,88	7	R\$ 226,10	2,24	1	R\$ 32,30	0,32
Redução Excêntrica 75x50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	4,00	R\$ 40,12	0,72	1	R\$ 10,03	0,18		R\$ -	0,00
Redução Excêntrica 100x50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	3,00	R\$ 44,10	0,84		R\$ -	0,00		R\$ -	0,00
Tê 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	9,00	R\$ 132,30	2,61	4	R\$ 58,80	1,16		R\$ -	0,00
Tê 75 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	3,00	R\$ 58,92	1,11	2	R\$ 39,28	0,74		R\$ -	0,00
Tê 75 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	1,00	R\$ 22,44	0,37	1	R\$ 22,44	0,37		R\$ -	0,00
Tê 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	8,00	R\$ 194,40	3,68	2	R\$ 48,60	0,92		R\$ -	0,00
Cap 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE		R\$ -	0,00	1	R\$ 12,42	0,12	1	R\$ 12,42	0,12
Joelho 45° 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE		R\$ -	0,00		R\$ -	0,00	5	R\$ -	0,00
Redução Excêntrica 150x100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE		R\$ -	0,00		R\$ -	0,00	1	R\$ 33,16	0,28
Tê 150 x 150mm, Esgoto Série Normal - TIGRE		R\$ -	0,00		R\$ -	0,00	10	R\$ 368,70	6,00
Totais	153	R\$ 2.691,08	53,24	92	R\$ 1.324,27	28,83	74	R\$ 2.331,46	32,86

Apêndice B – Planejamento da execução

Id	Nome da tarefa	Custo	Duração	Início	Término	Predecessoras	Tri 1/2018											
							Dez	Jan	Fev	Mar	Tri 2/2018	Tri 3/2018	Tri 4/2018					
1	Bloco Administrativo Crateús	R\$ 1.188.121,54	176,72 dias	Seg 01/01/18	Ter 04/09/18													
2	Estrutura Térreo	R\$ 105.528,77	6,67 dias	Seg 01/01/18	Ter 09/01/18													
3	Pilares	R\$ 67.496,27	6,67 dias	Seg 01/01/18	Ter 09/01/18													
4	Fôrmas	R\$ 29.549,68	1,49 dias	Seg 01/01/18	Ter 02/01/18													
5	Armadura	R\$ 25.056,31	5,4 dias	Seg 01/01/18	Seg 08/01/18													
6	Concretagem	R\$ 12.890,28	1,27 dias	Seg 08/01/18	Ter 09/01/18	5;4												
7	Escada	R\$ 8.537,67	5,54 dias	Seg 01/01/18	Seg 08/01/18													
8	Fôrmas	R\$ 257,12	0,53 dias	Seg 01/01/18	Seg 01/01/18													
9	Armadura	R\$ 5.583,88	4,81 dias	Seg 01/01/18	Sex 05/01/18													
10	Concretagem	R\$ 2.696,67	0,14 dias	Seg 08/01/18	Seg 08/01/18	9;6II;8												
11	Vigas e Lajes	R\$ 29.494,83	4,36 dias	Ter 02/01/18	Seg 08/01/18													
12	Fôrmas	R\$ 20.735,58	1,57 dias	Ter 02/01/18	Qui 04/01/18	4												
13	Armadura	R\$ 4.334,13	1,87 dias	Ter 02/01/18	Qui 04/01/18	12II												
14	Concretagem	R\$ 4.425,12	0,45 dias	Seg 08/01/18	Seg 08/01/18	13;6II;12												
15	Estrutura Superior	R\$ 128.071,72	10,32 dias	Qua 17/01/18	Qui 01/02/18													
16	Pilares	R\$ 24.045,26	9,39 dias	Qua 17/01/18	Seg 31/01/18													
17	Fôrmas	R\$ 12.714,60	0,64 dias	Qua 17/01/18	Qui 18/01/18	14TI+7 dias												
18	Armadura	R\$ 7.481,69	1,61 dias	Qua 17/01/18	Sex 19/01/18	17II												
19	Concretagem	R\$ 3.848,97	0,76 dias	Ter 30/01/18	Qua 31/01/18	18;17;24II												
20	Vigas e Lajes	R\$ 104.026,46	9,68 dias	Qui 18/01/18	Qui 01/02/18													
21	Fôrmas	R\$ 22.606,84	1,14 dias	Qui 18/01/18	Sex 19/01/18	17												
22	Fôrmas Nervuradas	R\$ 15.689,76	7,98 dias	Qui 18/01/18	Ter 30/01/18	17												
23	Armadura	R\$ 32.523,50	7,01 dias	Sex 19/01/18	Ter 30/01/18	18												
24	Concretagem	R\$ 33.206,36	1,69 dias	Ter 30/01/18	Qui 01/02/18	23;21;22												
25	Estrutura Coberta	R\$ 203.244,89	14,15 dias	Seg 12/02/18	Sex 02/03/18													
26	Vigas e Lajes	R\$ 203.244,89	14,15 dias	Seg 12/02/18	Sex 02/03/18													
27	Fôrmas	R\$ 85.000,50	3,22 dias	Seg 12/02/18	Qui 15/02/18	24TI+7 dias												
28	Fôrmas Nervuradas	R\$ 18.109,28	9,22 dias	Qui 15/02/18	Qua 28/02/18	27												
29	Armadura	R\$ 49.547,41	10,68 dias	Seg 12/02/18	Seg 26/02/18	27II												
30	Concretagem	R\$ 50.587,70	1,72 dias	Qua 28/02/18	Sex 02/03/18	27;28;29												
31	Térreo	R\$ 303.559,54	132,4 dias	Sex 02/03/18	Ter 04/09/18													
32	Alvenarias	R\$ 13.517,40	7,4 dias	Sex 02/03/18	Ter 13/03/18	25												
33	Instalações Água	R\$ 4.642,22	5,8 dias	Ter 13/03/18	Qua 21/03/18													
34	Tubulação	R\$ 2.293,43	0,31 dias	Ter 13/03/18	Qua 14/03/18	32												
35	Conexões	R\$ 2.348,79	5,8 dias	Ter 13/03/18	Qua 21/03/18	32												
36	Acessórios Hidráulica	R\$ 861,62	0,77 dias	Qua 21/03/18	Qui 22/03/18	34;35												
37	Caixas e Ralos	R\$ 436,48	0,4 dias	Ter 13/03/18	Ter 13/03/18	30TI+7 dias												
38	Instalações Esgoto	R\$ 5.794,39	3,94 dias	Ter 13/03/18	Seg 19/03/18													
39	Tubulação	R\$ 3.103,31	3,94 dias	Ter 13/03/18	Seg 19/03/18	37												
40	Conexões	R\$ 2.691,08	3,33 dias	Ter 13/03/18	Seg 19/03/18	37												
41	Caixas de Inspeção	R\$ 3.564,06	5,1 dias	Sex 02/03/18	Sex 09/03/18	25												
42	Corrimão	R\$ 9.221,30	1,01 dias	Sex 09/03/18	Seg 12/03/18	41												
43	Contrapiso	R\$ 2.362,05	1,46 dias	Ter 13/03/18	Qui 15/03/18	32												
44	Piso Industrial	R\$ 33.200,47	22,53 dias	Qui 15/03/18	Seg 16/04/18	43												
45	Revestimento de Piso	R\$ 7.886,35	8,33 dias	Seg 18/06/18	Qui 28/06/18													
46	Porcelanato 50 x 50 cm	R\$ 7.361,04	6,48 dias	Seg 18/06/18	Ter 26/06/18	43;53II												
47	Rejuntamento	R\$ 525,31	1,85 dias	Ter 26/06/18	Qui 28/06/18	46;53II												
48	Revestimento Parede	R\$ 90.644,29	56,5 dias	Seg 16/04/18	Qua 04/07/18													
49	Chapisco	R\$ 5.530,53	13,68 dias	Seg 16/04/18	Sex 04/05/18	44												
50	Emboço	R\$ 30.910,01	16,43 dias	Seg 07/05/18	Ter 29/05/18	49TI+1 dia												
51	Reboco	R\$ 23.282,80	12,49 dias	Qua 30/05/18	Seg 18/06/18	50TI+1 dia												
52	Porcelanato	R\$ 30.920,95	11,91 dias	Seg 18/06/18	Qua 04/07/18													
53	Porcelanato 61 x 61 cm	R\$ 29.374,28	9,32 dias	Seg 18/06/18	Seg 29/06/18	51												
54	Rejuntamento	R\$ 1.546,67	2,59 dias	Sex 29/06/18	Qua 04/07/18	53												
55	Dry Wall	R\$ 11.848,70	7,72 dias	Seg 16/04/18	Qui 26/04/18	44												
56	Esquadrias	R\$ 21.342,35	12,14 dias	Seg 18/06/18	Qua 04/07/18													
57	Janelas	R\$ 20.090,91	12,14 dias	Seg 18/06/18	Qua 04/07/18	51												
58	Vergas	R\$ 1.251,44	1,51 dias	Seg 18/06/18	Ter 19/06/18	51												
59	Forro	R\$ 56.230,09	12,25 dias	Qua 04/07/18	Sex 20/07/18	56												
60	Pintura	R\$ 23.997,74	22,45 dias	Sex 20/07/18	Qua 22/08/18													
61	Massa Corrida	R\$ 5.018,29	10,93 dias	Sex 20/07/18	Seg 06/08/18	59												
62	Tinta Acrílica	R\$ 13.826,30	6,7 dias	Seg 06/08/18	Qua 15/08/18	61												
63	Textura	R\$ 5.153,15	4,81 dias	Qua 15/08/18	Qua 22/08/18	62												
64	Louças	R\$ 5.310,69	2,75 dias	Qua 22/08/18	Sex 24/08/18	60												
65	Divisória	R\$ 12.699,34	9,58 dias	Qua 22/08/18	Ter 04/09/18	60												

Id	Nome da tarefa	Custo	Duração	Início	Término	Predecessoras	Gantt Chart											
							Dez	Tri 1/2018	Jan	Fev	Mar	Tri 2/2018	Abr	Mai	Jun	Tri 3/2018	Jul	Ago
66	Superior	R\$ 268.016,81	116 dias	Ter 13/03/18	Qua 22/08/18		[Gantt bar for Superior task]											
67	Alvenarias	R\$ 10.060,06	5,51 dias	Ter 13/03/18	Qua 21/03/18	32	[Gantt bar for Alvenarias task]											
68	Instalações Água	R\$ 2.102,11	5,35 dias	Qua 21/03/18	Qua 28/03/18		[Gantt bar for Instalações Água task]											
69	Tubulação	R\$ 797,82	0,14 dias	Qua 21/03/18	Qua 21/03/18	67	[Gantt bar for Tubulação task]											
70	Conexões	R\$ 1.304,29	5,35 dias	Qua 21/03/18	Qua 28/03/18	67	[Gantt bar for Conexões task]											
71	Equipamentos	R\$ 435,48	0,42 dias	Sex 29/06/18	Sex 29/06/18	69;79	[Gantt bar for Equipamentos task]											
72	Caixas e Ralos	R\$ 198,48	2,78 hrs	Qui 22/03/18	Qui 22/03/18	36;37	[Gantt bar for Caixas e Ralos task]											
73	Instalações Esgoto	R\$ 3.775,59	6,48 dias	Qui 22/03/18	Seg 02/04/18		[Gantt bar for Instalações Esgoto task]											
74	Tubulação	R\$ 2.451,32	51,87 hrs	Qui 22/03/18	Seg 02/04/18	72	[Gantt bar for Tubulação task]											
75	Conexões	R\$ 1.324,27	28,83 hrs	Qui 22/03/18	Qua 28/03/18	72	[Gantt bar for Conexões task]											
76	Contrapiso	R\$ 2.043,00	2,53 dias	Qua 21/03/18	Sex 23/03/18	67	[Gantt bar for Contrapiso task]											
77	Piso Industrial	R\$ 33.194,19	22,52 dias	Sex 23/03/18	Qua 25/04/18	76	[Gantt bar for Piso Industrial task]											
78	Bancada Granito	R\$ 1.914,20	1,14 dias	Qua 25/04/18	Qui 26/04/18	77	[Gantt bar for Bancada Granito task]											
79	Revestimento de Piso	R\$ 6.821,11	7,21 dias	Qua 20/06/18	Sex 29/06/18		[Gantt bar for Revestimento de Piso task]											
80	Porcelanato 50 x 50 cm	R\$ 6.366,75	5,61 dias	Qua 20/06/18	Qua 27/06/18	76;87	[Gantt bar for Porcelanato 50 x 50 cm task]											
81	Rejuntamento	R\$ 454,36	1,6 dias	Qua 27/06/18	Sex 29/06/18	80	[Gantt bar for Rejuntamento task]											
82	Revestimento Parede	R\$ 60.705,46	40,99 dias	Qua 25/04/18	Qui 21/06/18		[Gantt bar for Revestimento Parede task]											
83	Chapisco	R\$ 4.278,21	10,59 dias	Qua 25/04/18	Qua 09/05/18	77	[Gantt bar for Chapisco task]											
84	Emboço	R\$ 23.901,73	12,7 dias	Qui 10/05/18	Ter 29/05/18	83TI+1 dia	[Gantt bar for Emboço task]											
85	Reboco	R\$ 20.985,92	11,25 dias	Qua 30/05/18	Qui 14/06/18	84TI+1 dia	[Gantt bar for Reboco task]											
86	Porcelanato	R\$ 11.539,60	4,44 dias	Qui 14/06/18	Qui 21/06/18		[Gantt bar for Porcelanato task]											
87	Porcelanato 61 x 61 cm	R\$ 10.962,39	3,48 dias	Qui 14/06/18	Qua 20/06/18	85	[Gantt bar for Porcelanato 61 x 61 cm task]											
88	Rejuntamento	R\$ 577,21	0,97 dias	Qua 20/06/18	Qui 21/06/18	87	[Gantt bar for Rejuntamento task]											
89	Dry Wall	R\$ 16.129,54	10,51 dias	Qua 25/04/18	Qua 09/05/18	77	[Gantt bar for Dry Wall task]											
90	Esquadrias	R\$ 24.884,08	12,1 dias	Qui 14/06/18	Seg 02/07/18		[Gantt bar for Esquadrias task]											
91	Janelas	R\$ 23.489,79	12,1 dias	Qui 14/06/18	Seg 02/07/18	85	[Gantt bar for Janelas task]											
92	Vergas	R\$ 1.394,29	1,65 dias	Qui 14/06/18	Seg 18/06/18	85	[Gantt bar for Vergas task]											
93	Forro	R\$ 43.719,64	9,53 dias	Seg 02/07/18	Seg 16/07/18	90	[Gantt bar for Forro task]											
94	Pintura	R\$ 23.737,15	20,68 dias	Seg 16/07/18	Ter 14/08/18		[Gantt bar for Pintura task]											
95	Massa Corrida	R\$ 4.047,50	8,82 dias	Seg 16/07/18	Sex 27/07/18	93	[Gantt bar for Massa Corrida task]											
96	Tinta Acrílica	R\$ 14.534,16	7,04 dias	Sex 27/07/18	Ter 07/08/18	95	[Gantt bar for Tinta Acrílica task]											
97	Textura	R\$ 5.155,49	4,82 dias	Ter 07/08/18	Ter 14/08/18	96	[Gantt bar for Textura task]											
98	Louças	R\$ 3.379,53	1,75 dias	Ter 14/08/18	Qua 15/08/18	94	[Gantt bar for Louças task]											
99	Divisória	R\$ 6.664,17	5,03 dias	Ter 14/08/18	Ter 21/08/18	94	[Gantt bar for Divisória task]											
100	Portas	R\$ 28.253,02	6,6 dias	Ter 14/08/18	Qua 22/08/18	94	[Gantt bar for Portas task]											
101	Coberta	R\$ 118.347,48	43,6 dias	Qua 21/03/18	Seg 21/05/18		[Gantt bar for Coberta task]											
102	Alvenarias	R\$ 6.225,59	6,82 dias	Qua 21/03/18	Sex 30/03/18	67	[Gantt bar for Alvenarias task]											
103	Instalações Esgoto	R\$ 6.987,94	5,57 dias	Sex 30/03/18	Sex 06/04/18		[Gantt bar for Instalações Esgoto task]											
104	Tubulação	R\$ 4.656,48	5,57 dias	Sex 30/03/18	Sex 06/04/18	102	[Gantt bar for Tubulação task]											
105	Conexões	R\$ 2.331,46	2,06 dias	Sex 30/03/18	Ter 03/04/18	102	[Gantt bar for Conexões task]											
106	Revestimento Parede	R\$ 20.591,42	30,58 dias	Sex 30/03/18	Sex 11/05/18		[Gantt bar for Revestimento Parede task]											
107	Chapisco	R\$ 1.698,34	8,4 dias	Sex 30/03/18	Qua 11/04/18	102	[Gantt bar for Chapisco task]											
108	Emboço	R\$ 9.489,73	10,09 dias	Qui 12/04/18	Qui 26/04/18	107TI+1 dia	[Gantt bar for Emboço task]											
109	Reboco	R\$ 9.403,35	10,09 dias	Sex 27/04/18	Sex 11/05/18	108TI+1 dia	[Gantt bar for Reboco task]											
110	Pintura	R\$ 4.183,33	5,21 dias	Seg 14/05/18	Seg 21/05/18		[Gantt bar for Pintura task]											
111	Textura	R\$ 4.183,33	5,21 dias	Seg 14/05/18	Seg 21/05/18	109TI+1 dia	[Gantt bar for Textura task]											
112	Perfil U	R\$ 10.568,67	7,51 dias	Sex 30/03/18	Ter 10/04/18	102	[Gantt bar for Perfil U task]											
113	Coberta	R\$ 69.790,53	24,71 dias	Sex 30/03/18	Qui 03/05/18		[Gantt bar for Coberta task]											
114	Estrutura	R\$ 40.319,16	18,97 dias	Sex 30/03/18	Qui 26/04/18	102	[Gantt bar for Estrutura task]											
115	Telha de Alumínio	R\$ 29.471,37	5,74 dias	Qui 26/04/18	Qui 03/05/18	112;114	[Gantt bar for Telha de Alumínio task]											
116	Pele de vidro	R\$ 61.352,33	18,08 dias	Seg 21/05/18	Qui 14/06/18		[Gantt bar for Pele de vidro task]											
117	Estrutura	R\$ 20.438,42	9,86 dias	Seg 21/05/18	Seg 04/06/18	110	[Gantt bar for Estrutura task]											
118	Vidro	R\$ 31.465,68	8,22 dias	Seg 04/06/18	Qui 14/06/18	117	[Gantt bar for Vidro task]											
119	Portas	R\$ 9.448,23	0,94 dias	Seg 04/06/18	Ter 05/06/18	117	[Gantt bar for Portas task]											

