

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COECI - COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PAULO CÉSAR LUDUGÉRIO PIMENTA

**PROGRAMAÇÃO DE OBRAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA  
ENTRE AS DURAÇÕES REAIS E CALCULADAS DE UMA  
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2016

PAULO CÉSAR LUDUGÉRIO PIMENTA

**PROGRAMAÇÃO DE OBRAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA  
ENTRE AS DURAÇÕES REAIS E CALCULADAS DE UMA  
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Lucia Bressiani

TOLEDO

2016



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 051

**PROGRAMAÇÃO DE OBRAS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA  
ENTRE AS DURAÇÕES REAIS E CALCULADAS DE UMA  
EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

por

**Paulo César Ludugério Pimenta**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 14:40 h do dia **21 de novembro de 2016** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Prof<sup>a</sup> Silvana da Silva Ramme  
(UTFPR – TD)

---

Prof<sup>a</sup> Heloiza Candeia Ruthes  
(UTFPR – TD)

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lucia Bressiani  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Prof<sup>a</sup> Silvana da Silva Ramme  
Coordenador da COECI

## RESUMO

Apresentando basicamente o mesmo processo de produção há décadas, o setor da construção civil pode ser considerado atrasado em avanços tecnológicos quando comparado com outras áreas da indústria. Uma das áreas que apresenta carência de desenvolvimento na construção civil é a de programação de projetos. Muito em razão desse fato, o setor ainda apresenta baixa produtividade, elevadas perdas e baixa qualidade em seus produtos finais. A tarefa de elaboração de um cronograma de projeto, porém, se mostra como uma grande incógnita devido à incerteza na determinação da duração das atividades. Desta forma, esse trabalho busca analisar, através de um estudo de caso, a relação entre a teoria e a prática, elaborando a programação de parte dos serviços de uma obra residencial de aproximadamente 400 m<sup>2</sup> na cidade de Cascavel, PR, com base nas composições de serviços e índices de produtividade disponíveis na Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), 14<sup>a</sup> edição. A programação elaborada foi confrontada com a duração coletada dos serviços na obra a fim de identificar possíveis discrepâncias, buscando analisar quais serviços apresentavam maior variação e quais se mostraram mais coerentes com o estimado. Ao fim da análise dos resultados, notou-se que alguns serviços apresentaram estimativas mais próximas da realidade, tais como alvenaria, pilares, cobertura, e revestimentos internos. A instalação do canteiro e o contrapiso registraram exatidão na estimativa. Já outros, incluindo a infraestrutura, a superestrutura e os revestimentos externos, apresentam grande discrepância nos resultados. No geral, a variação entre a duração total prevista e a real foi de 31%, representando um valor absoluto de 59 dias de trabalho, com a duração real se mostrando inferior. Dessa forma, constata-se que alguns dos coeficientes de produtividade apresentados pela TCPO não retratam de forma satisfatória a realidade do projeto alvo do estudo de caso e que, em alguns casos, as composições disponíveis para um determinado tipo de serviço não englobam a situação do canteiro de obras. Além disso, alguns fatores em relação à equipe de trabalho também foram considerados para tentar explicar a divergência entre o programado e o real, como o formato de contratação da execução e a alocação de funcionários especializados em cada tipo de atividade.

**Palavras-chave:** programação; cronograma; obra; construção; edificação; residencial.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 – ATIVIDADE NA REDE DE BLOCOS .....  | 17 |
| FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DE REDE DE BLOCOS .....  | 18 |
| FIGURA 3 – CRONOGRAMA DE GANTT DESENVOLVIDO COM MS PROJECT ..                           | 20 |
| FIGURA 4 – FLUXOGRAMA BÁSICO DA REALIZAÇÃO DO PROJETO .....                             | 21 |
| FIGURA 5 – VISTA FRONTAL DO MODELO BIM DO PROJETO .....                                 | 23 |
| FIGURA 6 - VISTA DOS FUNDOS DO MODELO BIM DO PROJETO .....                              | 24 |
| FIGURA 7 – IMAGENS DA ETAPA DE INSTALAÇÃO DO CANTEIRO .....                             | 30 |
| FIGURA 8 – IMAGENS DA EXECUÇÃO DA VIGA BALDRAME (A) E DA ARMAÇÃO<br>DOS BLOCOS (B)..... | 30 |
| FIGURA 9 – VISTA DA ETAPA DE PILARES E PAREDES DO PRIMEIRO<br>PAVIMENTO .....           | 33 |
| FIGURA 10 – EXECUÇÃO DA LAJE (A) E VIGAS (B) .....                                      | 34 |
| FIGURA 11 – EXECUÇÃO DAS PAREDES E PILARES DO SEGUNDO<br>PAVIMENTO .....                | 37 |
| FIGURA 12 – VISTA DA EXECUÇÃO DA SUPERESTRUTURA DO SEGUNDO<br>PAVIMENTO .....           | 39 |
| FIGURA 13 – EXECUÇÃO DAS PLATIBANDAS .....  | 39 |
| FIGURA 14 – EXECUÇÃO DO CONTRAPISO .....  | 41 |
| FIGURA 15 – REVESTIMENTO EXTERNO JÁ EXECUTADO .....                                     | 42 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                                    | <b>8</b>  |
| <b>1.1 Justificativa</b> .....                               | <b>8</b>  |
| <b>1.2 Objetivos</b> .....                                   | <b>9</b>  |
| 1.2.1 Objetivo geral .....                                   | 9         |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....                            | 10        |
| <b>1.3 Delimitação</b> .....                                 | <b>10</b> |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                         | <b>11</b> |
| <b>2.1 Planejamento, programação e controle</b> .....        | <b>11</b> |
| <b>2.2 Definição das atividades</b> .....                    | <b>12</b> |
| <b>2.3 Estimativa de duração das atividades</b> .....        | <b>12</b> |
| 2.3.1 Produtividade da mão de obra na construção civil ..... | 13        |
| <b>2.4 Sequenciamento das atividades</b> .....               | <b>14</b> |
| <b>2.5 Cronogramas</b> .....                                 | <b>15</b> |
| 2.5.1 Cronograma em redes.....                               | 16        |
| 2.5.1.1 Método dos blocos .....                              | 16        |
| 2.5.1.2 Cálculo da rede de blocos .....                      | 18        |
| 2.5.2 Cronograma de Gantt.....                               | 19        |
| <b>2.6 Acompanhamento da obra</b> .....                      | <b>20</b> |
| <b>3 METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....                       | <b>21</b> |
| <b>3.1 Caracterização da pesquisa</b> .....                  | <b>21</b> |
| <b>3.2 Elaboração da programação</b> .....                   | <b>22</b> |
| 3.2.1 Identificação das atividades .....                     | 22        |
| 3.2.2 Cálculo da duração das atividades.....                 | 22        |
| 3.2.3 Definição da dependência das atividades .....          | 24        |
| 3.2.4 Elaboração e cálculo dos diagramas de rede.....        | 24        |
| 3.2.5 Elaboração do cronograma físico.....                   | 25        |
| <b>3.3 Coleta de dados</b> .....                             | <b>25</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....                       | <b>27</b> |
| <b>4.1 Instalação do canteiro</b> .....                      | <b>29</b> |
| <b>4.2 Infraestrutura</b> .....                              | <b>30</b> |
| <b>4.3 Pilares e paredes do primeiro pavimento</b> .....     | <b>32</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.4 Superestrutura do primeiro pavimento .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>4.5 Pilares e paredes do segundo pavimento.....</b> | <b>36</b> |
| <b>4.6 Superestrutura do segundo pavimento.....</b>    | <b>37</b> |
| <b>4.7 Cobertura e platibandas .....</b>               | <b>39</b> |
| <b>4.8 Contrapiso .....</b>                            | <b>41</b> |
| <b>4.9 Revestimentos externos .....</b>                | <b>42</b> |
| <b>4.10 Revestimentos internos.....</b>                | <b>43</b> |
| <b>4.11 Síntese dos resultados .....</b>               | <b>44</b> |
| <b>5 CONCLUSÕES .....</b>                              | <b>46</b> |
| <b>5.1 Sugestões para trabalhos futuros .....</b>      | <b>47</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                | <b>49</b> |
| <b>APÊNDICES .....</b>                                 | <b>51</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem participação direta no desenvolvimento da economia de um país. Em função disso, é importante que esteja sempre em desenvolvimento, buscando continuamente melhorar seu modo de produção. Porém, o que se observa é que, em grande parte das obras executadas no país, o processo de trabalho ainda é o mesmo de décadas atrás, caracterizando a construção civil como um setor atrasado em avanços tecnológicos, quando comparado com outras áreas da indústria (SCARDOELLI, 2013).

É função dos profissionais da área, destacando-se o engenheiro civil, buscar desenvolver e utilizar soluções que viabilizem cada vez mais o processo de produção, melhorando o rendimento e a qualidade dos empreendimentos. Diversos sistemas e modelos de gestão já foram e estão sendo desenvolvidas com o intuito de otimizar a construção civil. Dentre as ferramentas já desenvolvidas no setor, o planejamento e controle da produção têm bastante destaque, sendo considerável seu impacto no custo da obra e cumprimento de prazos (BULHÕES et al., 2003).

De acordo com Mattos (2010), falhas no processo de planejamento e controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor da construção civil, de suas elevadas taxas de perdas e da baixa qualidade dos seus produtos finais.

Um empreendimento planejado estabelece um referencial para controle e fornece ao engenheiro um melhor conhecimento da obra. Com isso, permite uma melhor organização da execução, auxilia na tomada de decisões e ainda evita o desperdício de recursos, pois possibilita um estudo da alocação dos materiais e mão de obra (SCARDOELLI *et al.*, 1994 apud HERNANDES, 2002).

Nesse contexto, esse trabalho busca analisar, através de um estudo de caso, a relação entre a teoria e a prática do planejamento e os benefícios que essa ferramenta pode trazer ao ser implementada no cotidiano da obra.

### 1.1 Justificativa

Apesar de ser um dos setores que mais movimentam a economia, a construção civil ainda apresenta um baixo grau de modernização e inovação tecnológica, apresentando baixos índices de produtividade, baixa qualidade dos produtos e altos graus de desperdício quando comparado com outras áreas da indústria, trazendo ao

setor uma imagem de setor atrasado. Diversos problemas encontrados em obras poderiam ser evitados com a aplicação de conceitos e princípios de gestão de produção, tal qual um processo de planejamento e controle adequado (SOARES, 2003).

A determinação da duração das atividades ainda é uma grande incógnita durante a fase de planejamento e programação de obras, principalmente para empresas de pequeno porte (HERNANDES, 2002). Isso porque a mesma depende da produtividade das equipes, cujos dados reais nem sempre estão disponíveis quando da elaboração dos cronogramas de obras, como no caso de uma primeira obra de uma equipe ou empresa.

Em função disso, as durações das atividades são estimadas a partir de dados disponíveis na literatura, como da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), que apresenta valores médios para os serviços, podendo não retratar adequadamente as particularidades de cada tipo de obra e equipe, fato que influencia na produtividade.

A escolha do tema partiu da importância de verificar os dados de produtividade disponibilizadas na principal fonte do país correspondem à realidade de uma obra. Para isso, o estudo será voltado para a identificação das durações previstas e reais para a realização dos serviços em uma edificação residencial. Em caso de incompatibilidade entre o cronograma previsto e o real, o intuito é identificar possíveis causas através de acompanhamento periódico das atividades.

Além disso, o estudo se apresenta como uma ferramenta para explorar o processo de planejamento e controle de uma obra, colocando em prática os conhecimentos adquiridos na área de gestão de obras ao longo do curso.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é comparar a duração real de alguns serviços com as durações calculadas através dos índices de produtividade teóricos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Identificar as durações reais de alguns serviços de uma obra;
- ✓ Identificar quais serviços apresentam discrepâncias mais relevantes em relação à duração verificada na obra e calculadas;
- ✓ Identificar os fatores que influenciam nas diferenças entre as durações reais e calculadas de uma obra.

### 1.3 Delimitação

Este trabalho foi delimitado à análise da programação teórica realizada através de dados da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), com a programação real de uma obra. Para isso, foi acompanhada parte da execução de uma edificação residencial de 379,86 m<sup>2</sup> com dois pavimentos na cidade de Cascavel, PR. Os Apêndices C e D apresentam as plantas baixas dos dois pavimentos.

As etapas acompanhadas em obra foram: serviços iniciais, infraestrutura, superestrutura, cobertura, vedações, contrapiso e revestimentos primários (chapisco e emboço). A data de início do projeto foi dia 29 de fevereiro de 2016.

Vale destacar que não foram efetuadas medições de índices de produtividade das equipes, sendo a coleta de dados baseada apenas na análise das durações totais dos serviços, procurando identificar fatores que influenciaram no andamento da execução.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Planejamento, programação e controle

Em uma era em que a busca por qualidade aliada à produtividade é tão expressiva, é necessário que o gerenciamento dos projetos leve em consideração a combinação de recursos humanos, materiais e equipamentos, de forma a obter o produto desejado dentro dos parâmetros requeridos de prazo, custo e qualidade (LIMMER, 1997).

Com isso, para a execução de qualquer projeto, o ideal é que aconteçam três etapas: planejamento, para que se defina o método de execução do projeto; programação, que definirá o cronograma de execução; e controle, que tratará do acompanhamento dos processos definidos previamente (Losso & Araújo, 1995).

Formoso (1991) define planejamento como a primeira etapa de um processo global chamado de “planejamento e controle”, em que se predetermina o curso de ações, com o intuito de chegar a certo resultado. Já o controle é necessário para o monitoramento efetivo da execução, para que se atinja o objetivo com êxito e dentro do prazo. Portanto, planejar e controlar são atividades mutuamente exclusivas, sendo inútil a realização de uma atividade sem a outra.

Já Avila e Jungles (2000) definem planejamento como “um processo que se utiliza de diferentes técnicas científicas, visando aumentar a eficiência, a racionalidade e a segurança através de previsões, programação, execução, coordenação e controle dos resultados, para atingir o que é desejado”, corroborando o exposto por Limmer (1997).

Neste sentido, para Mattos (2010), o planejamento deve ser encarado como uma ferramenta para auxiliar o processo, e não como uma tarefa sem finalidade, desenvolvida de forma isolada por um setor. O autor ainda destaca a importância do controle junto ao planejamento, para que este não se torne obsoleto. Para isso, é necessário um mecanismo de levantamento de dados em campo, que permita ao gerente avaliar se as metas de planejamento estão sendo atingidas ou se é necessário fazer um replanejamento. Ou seja, é necessário que o planejamento seja constantemente atualizado.

“O planejamento e o controle do processo construtivo de uma edificação são fundamentais para o sucesso da mesma, em termos de eficiência e eficácia de todas as suas etapas de construção. Essas etapas devem ser utilizadas em conjunto e se relacionar intimamente, pois se nada foi planejado não há o que se controlar. Antes que definitivamente comece a se controlar, é necessário que o serviço já esteja devidamente detalhado, através de um planejamento prévio. Tal ação permitirá uma seleção de prioridades e importâncias no controle. Quando não existe esta preocupação muitas vezes os profissionais se perdem em controles minuciosos que trarão pouco ou nenhum benefício” (GOLDMAN, 2004 apud SANTANA, 2012, p. 29).

Várias etapas e conceitos estão associados com o planejamento, conforme descrito nos próximos itens, baseados no Guia *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) (PMBOK, 2004).

## **2.2 Definição das atividades**

É o primeiro passo para a elaboração de um planejamento. Trata-se da identificação e documentação das atividades a serem realizadas e que serão utilizados para elaborar o cronograma (PMBOK, 2004). Esse item requer atenção para que nenhuma atividade seja esquecida, possivelmente ocasionando atraso na entrega da obra.

A técnica mais recomendada para a identificação das atividades é a da decomposição em uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Essa técnica, baseada em níveis, envolve a subdivisão dos pacotes de trabalho do projeto em componentes menores. Com isso torna-se mais fácil o gerenciamento, no que tange à duração das atividades, recursos requeridos e atribuição dos responsáveis. O nível de detalhamento de uma EAP pode variar de acordo com a necessidade do controle do projeto (PMBOK, 2004).

## **2.3 Estimativa de duração das atividades**

A duração de uma atividade pode ser definida como a relação entre a quantidade de mão de obra e a quantidade total de homens-hora necessários em função da produtividade, e deve ser determinada levando em consideração as limitações financeiras e de prazo total de execução (GONZÁLEZ, 2008). Contudo, admite-se também que os equipamentos, materiais ou recursos necessários estejam

sempre à disposição para a execução do serviço. É importante salientar que em um planejamento deve-se levar em consideração apenas os períodos úteis.

Desta forma, de acordo com Limmer (1997), o tempo de duração de um projeto é um elemento fundamental de um planejamento. A determinação desse tempo é feita de acordo com a duração de cada uma das atividades que compõem o projeto, bem como do seu respectivo inter-relacionamento, resultante da metodologia de execução definida. Portanto, a produtividade é o fator determinante da duração das atividades, em função dos fatores que a influenciam, como descrito a seguir.

### 2.3.1 Produtividade da mão de obra na construção civil

O processo de produção na construção geralmente envolve uma grande variedade de fatores, até certo ponto imprevisíveis, que podem alterar seu rendimento, tais como tempo, custo e disponibilidade de recursos e qualidade da mão de obra (LEVITT, 1986 *apud* FORMOSO, 1991).

A produtividade pode ser definida como a taxa de transformação de esforço humano em serviço executado, expressa em um índice operacional com valores médios de tempo consumido para realizar uma determinada quantidade de serviço ou o inverso disso, com a quantidade de serviço que pode ser realizada em um determinado período de tempo (QUESADO FILHO, 2009).

Quando comparada com a de outros países, a produtividade global do processo construtivo brasileiro é considerada baixa, gerada pelo uso de mão de obra predominantemente sem qualificação profissional e instrução formal, com alto índice de perdas e resistência às inovações tecnológicas (SCARDOELLI, 2013)

A relação entre a produtividade da mão de obra e os processos envolvidos nos métodos construtivos é direta. Aumentar a produtividade significa obter maior eficiência, produzindo mais em menos tempo e muito provavelmente com maior qualidade (OLIVEIRA *et al*, 1998 *apud* HERNANDES, 2002).

Ainda segundo este autor, alguns dos fatores que afetam a produtividade são:

- a) Experiência da equipe: quanto mais experiente for a equipe, mais facilidade ela terá em realizar a atividade e, com isso, menos tempo será necessário.
- b) Grau de conhecimento do serviço: atividades novas ou pouco frequentes requerem um tempo de adaptação da equipe. A tendência

é que a produtividade cresça ao longo da realização do serviço, o que é chamado de curva de aprendizagem.

- c) Apoio logístico: uma equipe que possua um suporte adequado, para que os operários não desperdicem tempo aguardando a chegada de materiais ou realizando grandes deslocamentos tende a ser mais produtiva.

Como a duração das atividades depende da produtividade da mão de obra, é importante que a mesma seja o mais próxima possível da real. O ideal é que a produtividade seja estimada de acordo com experiências em obras semelhantes. Porém, deve-se sempre levar em conta o fato de que cada projeto apresenta suas peculiaridades que podem influenciar no rendimento do trabalho (LIMMER, 1997).

Segundo Hernandez (2002), a estimativa da duração deve ser feita, sempre que possível, através de bancos de dados de produtividade da própria empresa. Em caso de impossibilidade, deve-se buscar outras fontes, tais como a citada por Mattos (2010), Ambrozewicz (2003) ou a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO).

Após a identificação das durações, deve-se buscar definir a ordenação lógica entre elas, definindo a sequência das atividades.

## **2.4 Sequenciamento das atividades**

Nessa etapa, é definida a sequência e os relacionamentos lógicos entre atividades previamente identificadas, isto é, a ordem em que elas ocorrerão e que tipo de dependência existe entre elas. O estabelecimento da interdependência das atividades de forma adequada é um ponto chave no planejamento, pois uma sequência incorreta de atividades pode gerar um cronograma inalcançável e fora da realidade (PMBOK, 2004).

Segundo Mattos (2010), a principal relação que deve ser determinada para cada atividade são as suas predecessoras, aquelas cuja conclusão deve ocorrer para que a atividade em questão possa se desenvolver, ou seja, as atividades das quais ela depende diretamente.

Segundo Hernandez (2002) as interdependências das atividades não significam prontamente que uma deve ser terminada para que a outra se inicie.

Existem quatro tipos de ligações básicas que representam as interdependências das atividades, conforme explicado no Guia PMBOK (2004):

- Término-Início (TI) – O início da atividade sucessora depende do término da predecessora.
- Início-Início (II) – O início da atividade sucessora depende do início da atividade predecessora.
- Término-Término (TT) – O término da atividade sucessora depende do término da atividade predecessora.
- Início-Término (IT) – O término da atividade sucessora depende do início da atividade predecessora.

Ainda segundo o Guia PMBOK (2004), o sequenciamento das atividades deve envolver a identificação do relacionamento lógico entre as atividades. As atividades devem ser sequenciadas usando as relações de interdependência adequadas, para dar suporte ao desenvolvimento de um cronograma realista e alcançável.

## **2.5 Cronogramas**

De acordo com Faria (2011), o cronograma é uma linha do tempo que possibilita a verificação do andamento das diversas frentes de serviço de forma gráfica. Esse recurso facilita a definição de prioridades e auxilia na concentração do foco em equipes que eventualmente estejam em atraso. O cronograma é o instrumento que será efetivamente utilizado para acompanhamento na obra.

Dentre os métodos de programação, destaca-se o PERT/CPM. A técnica PERT (Program Evaluation and Review Technique – Técnica de Avaliação e Revisão de Programas) foi desenvolvida para uso do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, no ano de 1957, na construção de um míssil. O objetivo era reduzir o prazo de construção de sete para quatro anos. Como não se tinha exatidão quanto ao prazo de fabricação dos componentes, os fabricantes estabeleceram um prazo mínimo (a), um prazo médio (m) e um prazo máximo (c) necessários para a produção de cada item. Com isso, pode-se estimar o tempo esperado para produção, conforme apresentado na Equação 1. Em função do tratamento estatístico aplicado nos prazos, o método PERT é considerado um método probabilístico (LIMMER, 1997).

$$t_e = \frac{a + 4m + c}{6} \quad (1)$$

O método CPM (Critical Path Method – Método do Caminho Crítico) foi desenvolvido em uma empresa de produtos químicos que desejava obter uma melhor relação tempo-custo para seus projetos. O intuito era determinar quais eram as atividades principais que acelerariam a produção, sem gerar um aumento exorbitante do custo. Essa cadeia de atividades principais ficou conhecida como caminho crítico (MATTOS, 2010). Desde sua criação, esse método tem se provado muito útil para planejamento na construção civil, possibilitando a identificação do momento mais adequado para execução de um serviço e quando os recursos serão necessários (MENESI, 2010)

De acordo com González (2008), os dois métodos acabam por se complementar, o que torna comum que se refira a eles simplesmente como um único método chamado PERT/CPM.

Para realizar o planejamento e controle do projeto, é comum a utilização de dois tipos de cronogramas: o de rede e o de barras.

### 2.5.1 Cronograma em redes

Segundo Mattos (2010), diagrama de redes é a representação gráfica das atividades, considerando as dependências entre elas. Esses diagramas, com auxílio do PERT/CPM, permitem que seja determinado o caminho crítico de um projeto, isto é, a sequência de atividades que, caso sofram atraso, influenciam na duração do projeto. A grande vantagem desses métodos gráficos é a facilidade de leitura e entendimento de seus dados. No presente trabalho, o cronograma em rede será desenvolvido pelo método dos blocos.

#### 2.5.1.1 Método dos blocos

Nesse método, as atividades são representadas por blocos semelhantes aos da Figura 1, ligados por setas que indicam a relação entre as atividades.

**Figura 1 – Atividade na rede de blocos**

| Atividade | Duração |
|-----------|---------|
| PDI       | PDT     |
| UDI       | UDT     |
| FL        | FT      |

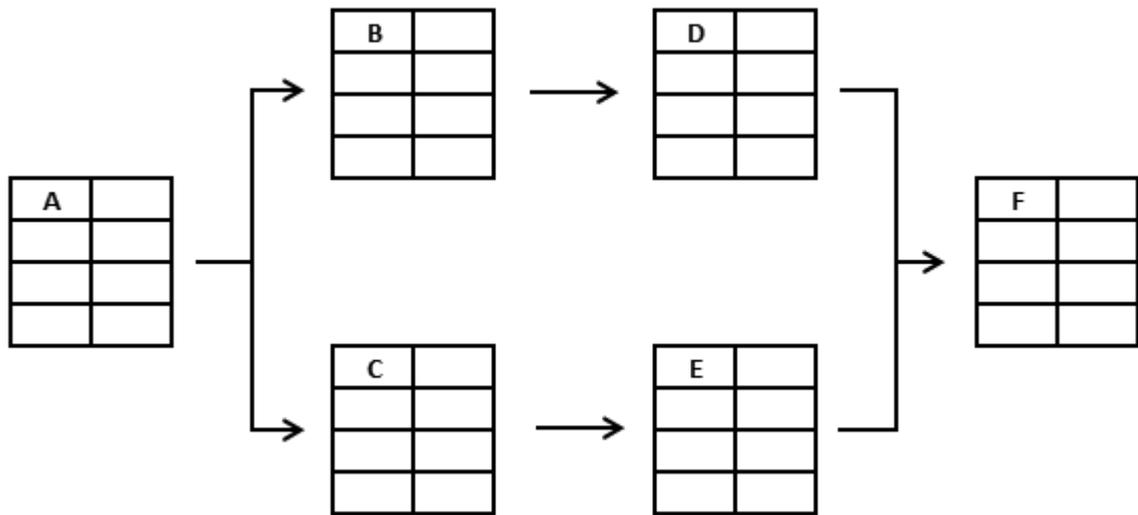
**Fonte: Limmer (1997)**

De acordo com Limmer (1997) os conceitos básicos para os cálculos de rede são:

- a) Primeira data de início (PDI) de uma atividade é a data na qual ela pode ser iniciada, cumpridas todas as suas atividades antecessoras.
- b) Primeira data de término (PDT) é a data de término de uma atividade iniciada em seu PDI e cuja duração tenha sido obedecida.
- c) Última data de término (UDT) é a data-limite na qual uma atividade deve ser terminada para que não se atrase as atividades sucessoras;
- d) Última data de início (UDI) é a data-limite na qual uma atividade deve ser iniciada para terminar em sua UDT.
- e) Folga livre (FL) de uma atividade é o tempo de que se dispõe para realizá-la de modo a não afetar a PDI de suas atividades sucessoras.
- f) Folga total (FT) representa quanto a atividade pode atrasar sem atrasar o prazo do projeto.
- g) Atividade crítica é aquela que apresenta as menores folgas para sua realização.
- h) Caminho crítico (CC) é a sequência de atividades críticas do início ao fim da rede.

Um exemplo de diagrama de rede pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Representação de rede de blocos



Fonte: Limmer (1997)

### 2.5.1.2 Cálculo da rede de blocos

A seguir é apresentado o cálculo da rede através do método de Roy, conforme descrito por Limmer (1997). Para o cálculo de PDI e PDT, segue-se uma progressão do início para o fim da rede. Como o método de blocos desenvolve as atividades em períodos de tempo, o PDI da primeira atividade é o período de tempo 1 (um). O PDI das demais atividades pode ser determinado como o maior PDT das suas antecessoras ( $PDT_{A,Máx}$ ) mais um período de tempo, como na Equação 2.

$$PDI = PDT_{A,Máx} + 1 \quad (2)$$

A PDT de uma atividade pode ser determinada como sua PDI somada de sua duração menos 1, conforme Equação 3.

$$PDI = PDI + D - 1 \quad (3)$$

A UDT deve ser calculada por regressão, a partir da última atividade. As UDI e UDT da última atividade devem ser iguais as suas PDI e PDT, respectivamente.

Para cálculo da UDT de uma atividade qualquer, deve-se analisar a menor UDI de suas sucessoras ( $UDI_{S,Min}$ ), subtraindo-se 1, de acordo com a Equação 4.

$$UDT = UDI_{S,Min} - 1 \quad (4)$$

A UDI de uma atividade pode ser calculada como sua própria UDT, subtraída sua duração, mais 1, conforme Equação 5.

$$UDI = UDT - D + 1 \quad (5)$$

Para cálculo da folga livre (FL), inicia-se na primeira atividade, tomando o caminho do início para o fim, de acordo com a Equação 6, onde  $PDI_{S,Min}$  representa a menor primeira data de início das atividades sucessoras.

$$FL = PDI_{S,Min} - PDT - 1 \quad (6)$$

O cálculo da folga total (FT) também é feito do início para o fim da rede, tendo-se tanto a Equação 7 quanto a Equação 8.

$$FT = UDT - PDT \quad (7)$$

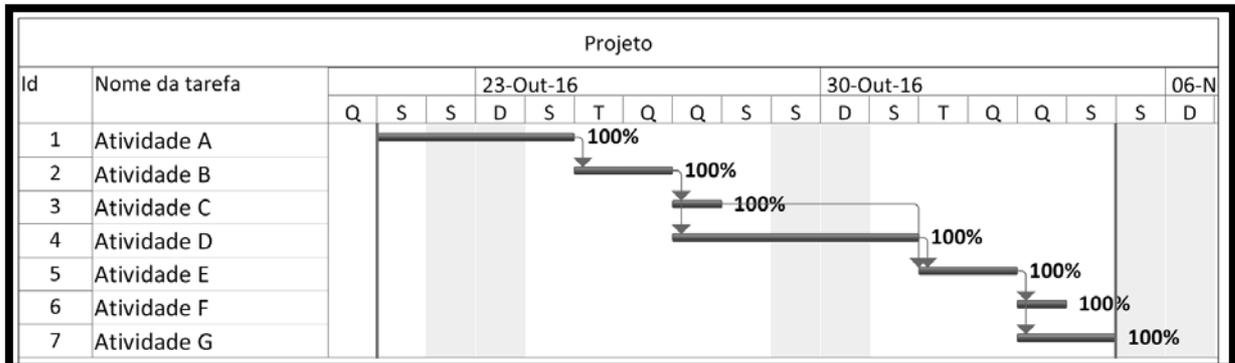
$$FT = UDI - PDI \quad (8)$$

### 2.5.2 Cronograma de Gantt

O cronograma de Gantt é um diagrama que representa as atividades do projeto e seus respectivos períodos de execução através de barras horizontais, cujo comprimento indica a duração de execução da atividade, de acordo com o calculado na programação (DAYCHOUM, 2007). Um exemplo pode ser visto na Figura 3, onde são apresentadas sete tarefas e sua duração ao longo de uma linha de tempo. As barras em azul indicam a duração de sua respectiva atividade ao longo do tempo, as

flechas representam a interdependência entre elas e a porcentagem representa o quanto da tarefa já foi realizado até uma certa data.

**Figura 3 – Cronograma de Gantt desenvolvido com MS Project**



O cronograma de Gantt é uma importante ferramenta de controle, pois é relativamente simples de ser lido e apresenta de maneira simples a posição das atividades ao longo da execução do projeto em forma de barras, mostrando as datas de início e conclusão das atividades (PMBOK, 2004).

## 2.6 Acompanhamento da obra

De acordo com Queiroz (2001), o controle do andamento é de grande ajuda na administração da obra, permitindo uma comparação eficaz entre o programado e o realizado e possibilitando uma tomada de decisão caso haja desvios significativos. O acompanhamento é importante para que haja obtenção de dados para realimentar o processo de planejamento em empreendimentos futuros.

Segundo o Guia PMBOK (2014), o cronograma de projeto usado para controle é chamado de linha de base, fornecendo uma meta para medição e emissão de relatórios de desempenho de prazos. Aliado a esse cronograma, é utilizado uma linha de progresso que mostra o andamento atual real do projeto, permitindo uma visualização clara das etapas onde o cronograma progrediu conforme planejado e onde ocorreram defasagens.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

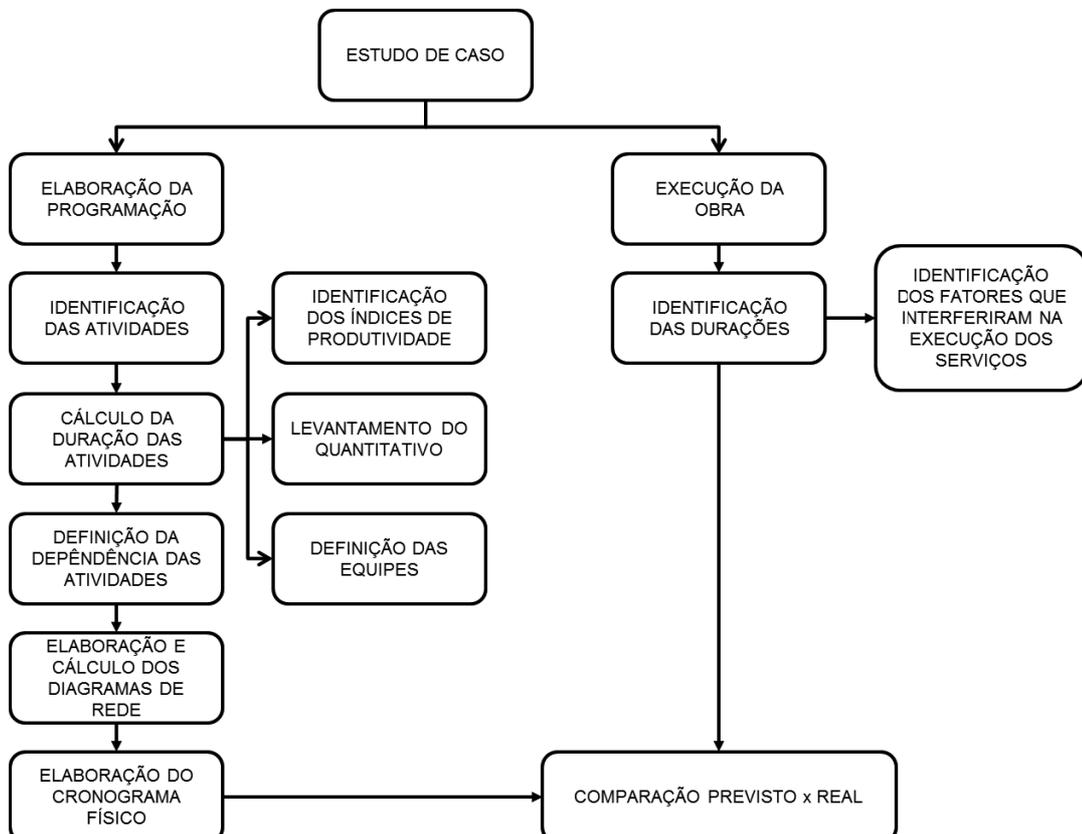
#### 3.1 Caracterização da pesquisa

O tipo de pesquisa desenvolvida no trabalho foi o estudo de caso. Segundo Yin (1994), o estudo de caso é a estratégia mais utilizada quando o pesquisador tem a intenção de entender o “como?” e o “por quê?” de algum fenômeno.

Araújo (2008) define o estudo de caso como uma abordagem metodológica de investigação, bastante adequada quando se procura compreender, explorar ou descrever acontecimentos em contextos complexos, envolvendo vários fatores. É utilizado quando o investigador tem pouco ou nenhum controle dos acontecimentos, bem como quando a investigação se concentra em um fenômeno natural dentro de um contexto da vida real.

O estudo deste trabalho consiste, basicamente, na elaboração da programação de alguns serviços de uma obra, utilizando os dados de produtividade da TCPO para cálculo das durações e comparação desses resultados com as durações reais, conforme apresentado na Figura 4.

**Figura 4 – Fluxograma básico da realização do projeto**



O estudo foi realizado em uma obra residencial unifamiliar na cidade de Cascavel, no Paraná. A área da edificação é de 379,86 m<sup>2</sup>. A obra foi executada com alvenaria de vedação convencional com blocos cerâmicos e estrutura em concreto armado. Foram necessários os projetos arquitetônico e estrutural da obra para análise dos serviços acompanhados. Os Apêndices C e D apresentam as plantas baixas dos dois pavimentos.

### **3.2 Elaboração da programação**

A programação foi elaborada com base no roteiro de planejamento exposto a seguir.

#### **3.2.1 Identificação das atividades**

O Apêndice A apresenta a estrutura analítica de projeto (EAP) utilizada no presente estudo. A mesma tem como base a EAP apresentada como modelo de orçamento na Tabela de Composições de Preços para Orçamentos 13 (TCPO-13, 2010) da editora PINI. Porém, foi alterada conforme as necessidades específicas do projeto em questão, de acordo com os serviços identificados nos projetos e com o que foi realizado ao longo da execução da obra. A ordem apresentada na EAP, todavia, não representa necessariamente a ordem de execução dos serviços.

A programação foi elaborada apenas os serviços acompanhados durante a realização da pesquisa, que ocorreu entre os meses de fevereiro e setembro de 2016.

Vale ressaltar que alguns serviços identificados foram realizados por equipes terceirizadas – tais como instalações provisórias de água e energia e escavações das estacas – e, portanto, não foram consideradas na programação. Utilizou-se apenas os serviços realizados pela equipe de obra, os quais foi possível identificar as durações.

#### **3.2.2 Cálculo da duração das atividades**

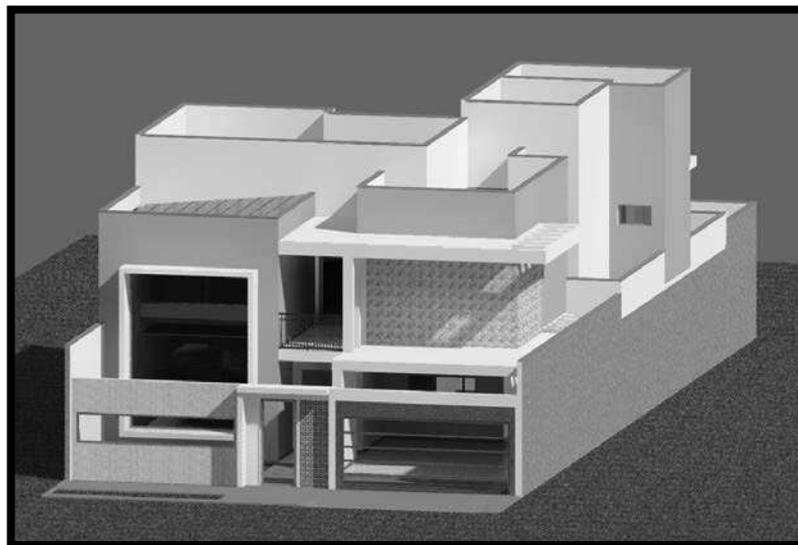
A duração das atividades foi calculada através das seguintes etapas:

- Identificação dos índices de produtividade: A fonte de produtividade utilizada foi a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos 14

(TCPO-14, 2012) da PINI. A escolha se justifica pelo fato da mesma ser uma referência no país para elaboração de cronogramas e orçamentos de obras, apresentando um grande número de composições para cada tipo de serviço.

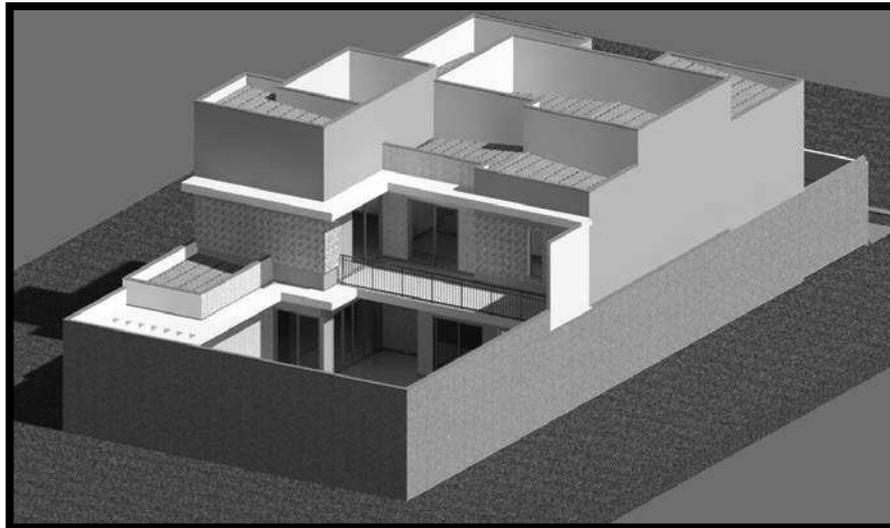
- Levantamento dos quantitativos: O levantamento dos quantitativos foi realizado com o auxílio do *software* Revit, que é um programa em plataforma BIM da produtora Autodesk. Em posse dos projetos arquitetônico e estrutural, foi elaborado um modelo tridimensional em plataforma BIM. A partir daí, adquiriu-se os quantitativos referentes a cada serviço descrito na EAP. O modelo 3D em BIM elaborado pode ser visto na Figura 5, com a vista frontal, e na Figura 6, com a vista dos fundos.

**Figura 5 – Vista frontal do modelo BIM do projeto**



- Definição das equipes: para o cálculo das durações foi identificado o número de funcionários que estariam trabalhando em cada uma das atividades durante a execução da obra. Este número foi utilizado para a elaboração da programação da obra.

**Figura 6 - Vista dos fundos do modelo BIM do projeto**



Assim, com os dados de produtividade, as quantidades de cada atividade e número de funcionários, foi possível estimar a quantidade de homens-hora necessária para realizar cada atividade. Em função disso, considerando uma jornada de 8 horas de trabalhos por dia de segunda à sexta-feira (utilizada na execução da obra), foram calculadas as durações para cada atividade.

O Apêndice A apresenta a quantidade, os coeficientes de produtividade e o total de homens-hora referentes a cada atividade da EAP.

### 3.2.3 Definição da dependência das atividades

Após o cálculo das durações de cada atividade, a interdependência foi definida com base na lógica do processo construtivo e com o que se definiu para a execução no canteiro de obras. A maior parte das atividades apresentou uma interdependência de término-início, salvo alguns casos em que foi utilizada a de início-início, tal como o concreto moldado em obra e sua aplicação nos pilares.

### 3.2.4 Elaboração e cálculo dos diagramas de rede

O diagrama de rede foi desenvolvido com base nas durações calculadas de acordo com os coeficientes de produtividade da TCPO e foi realizada por meio do método dos blocos com o auxílio do *software* MS Project. O *software* automatiza a obtenção dos dados do diagrama, tais como folgas e caminho crítico, assim como a

geração da parte gráfica do diagrama de rede. O Apêndice E apresenta o diagrama de rede elaborado para o projeto. Vale ressaltar que esse diagrama apresenta apenas os blocos com a indicação do número da atividade no cronograma já que, devido à dimensão do projeto, seria graficamente inviável apresentar nesse trabalho todos os dados em cada bloco de atividade. Para facilitar a visualização do diagrama de rede, um resumo com os números correspondentes às atividades está disposto no Apêndice F.

### 3.2.5 Elaboração do cronograma físico

O cronograma físico foi elaborado pelo método de Gantt, também com o auxílio do *software* MS Project, o qual já leva em consideração apenas dias úteis. Os cronogramas desenvolvidos podem ser vistos no Apêndice B, com as barras cinza e branca representando, respectivamente, as durações real e estimada de cada atividade. As barras em preto representam apenas o resumo do serviço como um todo.

## 3.3 Coleta de dados

A coleta dos dados referentes ao andamento da obra foi realizada semanalmente ao longo de 186 dias, do final de fevereiro até o início de setembro, contemplando todas as atividades identificadas na programação das fases anteriormente citadas, ou seja, serviços iniciais, infraestrutura, superestrutura, cobertura, vedações, contrapiso e revestimentos primários.

Na coleta de dados foram consideradas as seguintes informações pertinentes ao projeto e aos serviços:

- Descrição da obra: foi apresentada a descrição da obra, com as características do projeto.
- Equipe: identificação dos responsáveis pela execução de cada serviço, procurando identificar faltas ou alterações nos membros da equipe.
- Carga horária diária: levantamento da carga horária trabalhada, procurando identificar alterações da jornada diária.
- Duração real das atividades: foram identificadas somente a duração total de cada etapa da obra, já desconsiderando dias parados em função de chuvas

ou outras interferências. Desta forma, só foram identificadas as quantidades de horas efetivamente trabalhadas em cada atividade.

- Fatores intervenientes: foram anotados os acontecimentos semanais, como falta de materiais, falta de funcionários, retrabalhos, dentre outros.

O acompanhamento semanal foi feito também com registros fotográficos, com objetivo de apresentar o andamento da obra.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta dos dados necessários e a execução da programação foi possível apresentar os resultados e discutir sobre as particularidades de cada etapa. Porém, antes de discorrer sobre os resultados, são necessárias algumas observações.

Primeiramente, a execução foi contratada em formato de empreitada para os serviços acompanhados. Ou seja, os funcionários receberam um valor fixo após a execução dos mesmos. O pagamento era efetuado após o término de cada atividade, com a conferência realizada pelo engenheiro da obra. Outro fator a ser destacado é que, além do número de trabalhadores ser alterado em cada etapa, os funcionários também eram trocados. Isso porque a empresa contratada buscava sempre alocar os funcionários de acordo com as especialidades em cada serviço, como por exemplo, equipe do revestimento argamassado, equipe da estrutura, dentre outros. Esses dois fatores são importantes, pois ajudam também a explicar a diferença entre a programação planejada e a realizada.

Também vale destacar que a programação foi realizada levando em conta todas as atividades inclusas em cada serviço. Por exemplo, o serviço instalação do canteiro é composto pelas atividades: Tapume, abrigo provisório, instalação do portão e locação da obra. Porém, em obra foi anotada somente a duração total de cada serviço, considerando todas as suas atividades, em função das mesmas serem executadas em paralelo, ou alternância de dias em que cada uma era executada, o que impediu a identificação exata da duração de cada uma.

A Tabela 1 apresenta a equipe alocada em cada fase da execução. Vale ressaltar que foram efetuados ajustes nas equipes propostas antes da obra iniciar, e, desta forma, a Tabela 1 já apresenta os números de funcionários efetivamente alocados durante a execução. Esses números também foram utilizados na programação proposta para a obra.

Já a Tabela 2 apresenta a duração calculada na programação e duração real obtida na coleta de dados, assim como a variação entre elas.

**Tabela 1 – Equipe alocada em cada etapa de serviço**

| SERVIÇO                                | PEDREIROS | SERVENTES |
|--|-----------|-----------|
| INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                 | 4         | 2         |
| INFRAESTRUTURA                         | 4         | 2         |
| PILARES E PAREDES 1° PAVIMENTO         | 4         | 3         |
| SUPERESTRUTURA 1° PAVIMENTO            | 4         | 3         |
| PILARES, PAREDES E VERGAS 2° PAVIMENTO | 4         | 3         |
| SUPERESTRUTURA 2° PAVIMENTO            | 4         | 3         |
| COBERTURA E PLATIBANDAS                | 4         | 3         |
| CONTRAPISO                             | 3         | 2         |
| REVESTIMENTOS EXTERNOS                 | 4         | 2         |
| REVESTIMENTOS INTERNOS                 | 4         | 2         |

**Tabela 2 – Duração estimada e real para cada etapa de serviço**

| SERVIÇO                        | DURAÇÃO ESTIMADA (dias) | DURAÇÃO REAL (dias) | VARIAÇÃO    |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------|
| INSTALAÇÃO DO CANTEIRO         | 7                       | 7                   | 0%          |
| INFRAESTRUTURA                 | 40                      | 20                  | -50%        |
| PILARES E PAREDES 1° PAVIMENTO | 19                      | 15                  | -21%        |
| SUPERESTRUTURA 1° PAVIMENTO    | 26                      | 9                   | -65%        |
| PILARES E PAREDES 2° PAVIMENTO | 14                      | 17                  | 21%         |
| SUPERESTRUTURA 2° PAVIMENTO    | 15                      | 8                   | -47%        |
| COBERTURA E PLATIBANDAS        | 18                      | 15                  | -17%        |
| CONTRAPISO                     | 7                       | 7                   | 0%          |
| REVESTIMENTOS EXTERNOS         | 25                      | 15                  | -40%        |
| REVESTIMENTOS INTERNOS         | 21                      | 20                  | -5%         |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>192</b>              | <b>133</b>          | <b>-31%</b> |

A seguir são expostos os principais pontos e observações de cada etapa observados durante a execução da obra.

#### 4.1 Instalação do canteiro

O serviço de instalação do canteiro é composto pelas atividades: tapume de chapa metálica, portão provisório, abrigo provisório de madeira e locação da obra.

É importante salientar que os serviços de movimentação de terra, limpeza do terreno e instalações provisórias de água e energia foram realizados por equipes tercerizadas e, portanto, não foram contabilizados na programação.

A execução deste serviço foi realizada com uma equipe de quatro pedreiros e dois serventes, de acordo com a Tabela 1. A Tabela 3 apresenta as informações referentes a duração para este serviço.

**Tabela 3 – Duração das atividades da instalação do canteiro**

| DESCRIÇÃO                             | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <b>INSTALAÇÃO DO CANTEIRO</b>         | <b>7</b>                       |                        |
| Tapumes de chapa metálica             | 0.99                           |                        |
| Portão provisório                     | 0.25                           | 7                      |
| Abrigo provisório                     | 2.97                           |                        |
| Locação da obra, execução do gabarito | 2.56                           |                        |

As atividades que mais consumiram tempo nessa etapa, responsáveis por cerca de 80% do trabalho total, foram a instalação do abrigo provisório – incluindo os sanitários – e a locação da obra, conforme pode ser observado na Tabela 3. Vale destacar que durante este serviço não foram constatadas interferências, como falta de materiais, funcionários ou chuvas que impedissem a realização das atividades.

De acordo com o observado na obra, os valores da duração estimadas na programação se mostraram iguais ao total real, conforme observado na Tabela 3. Com isso, pode-se concluir que os índices de produtividade apresentados pela TCPO para as atividades que compõem a instalação do canteiro estão adequados para a obra analisada.

A Figura 7 apresenta imagens onde é possível visualizar a instalação do abrigo e a locação (Figura 7a) e o tapume instalado (Figura 7b).

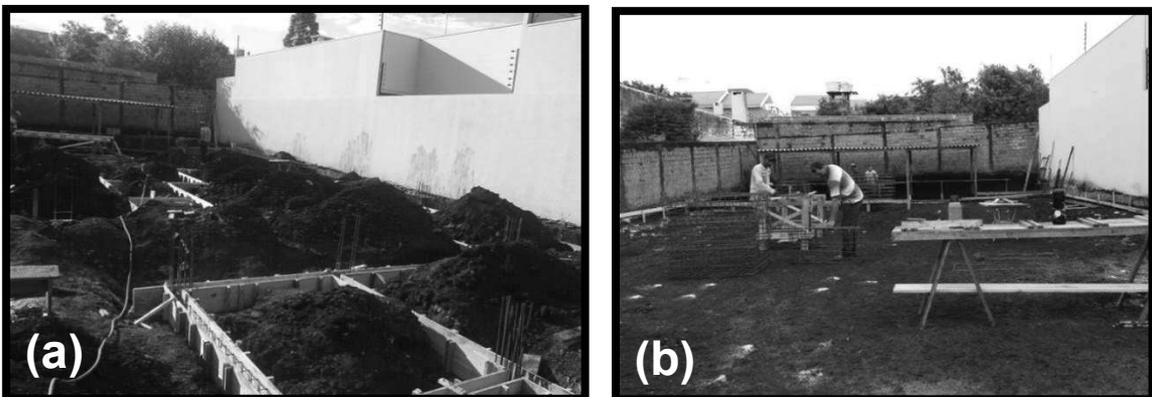
**Figura 7 – Imagens da etapa de instalação do canteiro**



## 4.2 Infraestrutura

A etapa de infraestrutura engloba as atividades de estacas, blocos de fundação e viga baldrame. A Figura 8 apresenta vistas das atividades que compõem a infraestrutura.

**Figura 8 – Imagens da execução da viga baldrame (a) e da armação dos blocos (b)**



Como pode ser observado na Tabela 2, este serviço apresentou uma das maiores variações entre o real e o programado, com um valor real 50% inferior ao previsto.

A Tabela 4 apresenta as durações previstas e realizadas para este serviço. Com o mesmo número de trabalhadores da etapa anterior, observa-se que para a programação proposta, as atividades que demandaram mais tempo foram os blocos de fundação e as vigas baldrame, com 13,09 dias e 14,96 dias, respectivamente, de acordo com os dados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Duração das atividades da infraestrutura

| DESCRIÇÃO                                  | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|--|--------------------------------|------------------------|
| <b>INFRAESTRUTURA</b>                      | <b>40</b>                      |                        |
| <b>Estacas</b>                             | <b>6.13</b>                    |                        |
| Armadura de aço                            | 3.77                           |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto        | 2.36                           |                        |
| <b>Serviços gerais</b>                     | <b>5.79</b>                    |                        |
| Escavação manual de valas em solo          | 3.19                           |                        |
| Regularização de fundo de vala             | 2.59                           |                        |
| <b>Blocos de fundação</b>                  | <b>13.09</b>                   |                        |
| Formas em madeira dos blocos - fabricação  | 4.85                           |                        |
| Formas em madeira dos blocos - montagem    | 1.91                           |                        |
| Armadura de aço                            | 3.51                           | 20                     |
| Aplicação e adensamento do concreto        | 2                              |                        |
| Formas em madeira dos blocos - desmontagem | 0.82                           |                        |
| <b>Vigas baldrame</b>                      | <b>14.96</b>                   |                        |
| Formas em madeira das vigas - fabricação   | 6.33                           |                        |
| Formas em madeira das vigas - montagem     | 2.49                           |                        |
| Armadura de aço                            | 1.58                           |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto        | 0.69                           |                        |
| Formas em madeira das vigas - desmontagem  | 1.07                           |                        |
| Impermeabilização da viga baldrame         | 1.12                           |                        |
| Reaterro manual das valas                  | 1.68                           |                        |

Algumas considerações podem ser efetuadas com relação as durações previstas, que diferiram da real:

- As maiores durações foram constatadas para a atividade de fôrmas, composta pela fabricação e montagem. Em obra foi possível constatar que essas duas etapas acontecem juntas, no próprio local de execução. Por exemplo, as fôrmas das vigas baldrames são fabricadas e montadas no próprio local onde a viga será concretada. Desta forma, restam dúvidas como a medição de produtividade apresentada na

TCPO considerou estas etapas, em função desta dificuldade de separar a fabricação e montagem.

- Os índices de produtividade para o serviço de armação apresentados pela TCPO não especificam todos os diâmetros de aço utilizados nas estruturas. Por exemplo, para vigas, a mesma apresenta a produtividade apenas para um diâmetro ou uma composição geral para qualquer elemento estrutural em concreto armado. Desta forma, na execução constata-se que a armação de um bloco demanda uma quantidade maior de horas do que a de uma estaca. Isso também pode justificar as diferenças encontradas, pelo fato da utilização de índices de produtividade gerais independente do elemento estrutural.
- Considerando que foi utilizado concreto usinado nos elementos estruturais que compõem a infraestrutura, o tempo preconizado pela TCPO se refere apenas a aplicação e adensamento do concreto. E foi constatado em obra que nenhum dos elementos, ou seja, estacas, blocos e vigas baldrames foi concretado em mais de um dia. E as durações calculadas para as estacas e blocos foram de 2,36 e 2 dias, respectivamente.

Desta forma, em função da diferença encontrada para a duração da infraestrutura, sendo considerada na programação inicial a mesma equipe que executou a obra, pode-se concluir que os índices apresentados pela TCPO podem não representar a realidade deste serviço. Associado a isto, também vale destacar que a produtividade da equipe em obra pode ter sido maior em função da sua forma de contratação, por empreitada, onde o interesse dos funcionários é produzir o mais rápido possível.

#### **4.3 Pilares e paredes do primeiro pavimento**

Essa etapa inclui a execução dos pilares e da alvenaria de vedação, juntamente com as vergas e contravergas, todos referentes ao primeiro pavimento. Vale ressaltar que, normalmente, os pilares estariam englobados na etapa de superestrutura. Porém, devido ao método construtivo escolhido pela equipe de trabalho, optou-se por incluir os pilares na etapa da alvenaria.

A Figura 9 apresenta uma vista dessa etapa de serviço já finalizada na obra.

**Figura 9 – Vista da etapa de pilares e paredes do primeiro pavimento**



A etapa dos pilares e das paredes do primeiro pavimento também apresentou disparidade entre a duração calculada e a real, com a duração real 21% inferior ao previsto, representando um valor absoluto de quatro dias, conforme Tabela 2.

**Tabela 5 - Duração das atividades dos pilares e paredes do primeiro pavimento**

| DESCRIÇÃO  | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|--|--------------------------------|------------------------|
| <b>PILARES E PAREDES 1º PAVIM</b>                        | <b>19</b>                      |                        |
| <b>Pilares</b>   | <b>7.57</b>                    |                        |
| Formas para pilares em chapa compensada - fabricação     | 1.61                           |                        |
| Formas para pilares em chapa compensada - montagem       | 1.05                           |                        |
| Armadura de aço  | 3.61                           |                        |
| Concreto virado em obra, britas 1 e 2, controle B, 20MPa | 1.03                           |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto                      | 0.85                           |                        |
| Formas para pilares em chapa compensada - desmontagem    | 0.45                           | <b>15</b>              |
| <b>Alvenaria</b>   | <b>10.94</b>                   |                        |
| Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm                    | 6.17                           |                        |
| Alvenaria de vedação em cerâmica 30cm                    | 0.29                           |                        |
| Muro em alvenaria cerâmica 15cm                          | 3.89                           |                        |
| <b>Vergas</b>  | <b>0.58</b>                    |                        |
| Verga e contraverga em concreto armado moldado in loco   | 0.58                           |                        |

Com uma equipe diferente dos serviços anteriores, agora com quatro pedreiros e três serventes, conforme Tabela 1, nota-se que as atividades que mais demandaram tempo foram a armação dos pilares e a execução das alvenarias, tal

qual observado na Tabela 5. Para o primeiro, novamente ressalta-se a ausência de coeficientes na TCPO para a descrição específica de cada tipo de elemento estrutural com cada diâmetro de barra de aço, dificultando uma estimativa mais correta da duração.

Em relação a alvenaria de vedação, não se pode inferir com certeza sobre a validade dos dados devido a ausência da duração específica do serviço. Porém, vale destacar que neste serviço foi utilizada uma equipe composta por profissionais que a empresa aloca sempre no serviço de alvenaria de suas obras. Com isso, a produtividade desses profissionais pode ser maior que a apresentada pela TCPO, o que, associado ao fato da forma de pagamento por empreitada, pode ter contribuído para a diferença das durações encontradas.

#### 4.4 Superestrutura do primeiro pavimento

Considerando que os pilares foram incluídos na etapa anterior, a superestrutura engloba apenas as vigas, as lajes e a escada.

De acordo com a Tabela 2, essa etapa apresentou a maior variação entre a duração calculada e a real, com um valor de 65%. A equipe para esta etapa era a mesma da anterior, com quatro pedreiros e três serventes, conforme Tabela 1, sendo todo o concreto utilizado usinado.

A Figura 10 (a) e (b) apresenta vistas da execução destas etapas.

Figura 10 – Execução da laje (a) e vigas (b)



Conforme a Tabela 6, os serviços que mais influenciaram na duração calculada foram as fôrmas e armaduras das vigas e as lajes.

**Tabela 6 – Duração das atividades da superestrutura do primeiro pavimento**

| DESCRIÇÃO   | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|---|--------------------------------|------------------------|
| <b>SUPERESTRUTURA 1º PAVIM</b>                      | <b>26</b>                      |                        |
| <b>Vigas</b>  | <b>14.37</b>                   |                        |
| Formas para vigas em chapa compensada - fabricação  | 5.06                           |                        |
| Formas para vigas em chapa compensada - montagem    | 4.68                           |                        |
| Escoramento de vigas com escoras - fabricação       | 0.67                           |                        |
| Escoramento de vigas com escoras - montagem         | 0.33                           |                        |
| Armadura de aço                                     | 10.9                           |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto                 | 1.29                           |                        |
| Escoramento de vigas com escoras - desmontagem      | 0.07                           |                        |
| Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 1.51                           | <b>9</b>               |
| <b>Lajes</b>  | <b>10.56</b>                   |                        |
| Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm       | 6.47                           |                        |
| Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm       | 4.09                           |                        |
| <b>Escada</b>                                       | <b>1.59</b>                    |                        |
| Forma para escada em chapa compensada - fabricação  | 0.61                           |                        |
| Forma para escada em chapa compensada - montagem    | 0.44                           |                        |
| Armadura de aço                                     | 0.78                           |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.19                           |                        |
| Forma para escada em chapa compensada - desmontagem | 0.19                           |                        |

Quanto as fôrmas, novamente vale a ressalva de que quando somadas fabricação, montagem e desmontagem, a duração se apresenta muito alta.

Em relação à armadura, as mesmas observações supracitadas ainda são válidas: a ausência da especificidade do elemento estrutural, podendo não representar a produtividade real a partir do uso de atividades gerais. No que diz respeito às lajes, a composição do serviço apresentada pela TCPO compreende um coeficiente de produtividade geral para a execução de toda a estrutura, incluindo fôrmas, escoramento, montagem da laje e lançamento. Mais uma vez vale destacar que a utilização de índices gerais podem ser os responsáveis pelo distanciamento entre as durações previstas e reais.

#### 4.5 Pilares e paredes do segundo pavimento

Similarmente à etapa do primeiro pavimento, essa fase inclui os pilares, paredes, vergas e contravergas, porém, para o segundo pavimento.

Conforme disposto na Tabela 2, a etapa de pilares e paredes do segundo pavimento foi executada com uma duração 21% maior do que a prevista, resultando em uma diferença de três dias a mais na duração real em relação ao estimado. Esse serviço se difere dos demais por ser o único que apresentou um valor calculado abaixo do real.

Nessa etapa, os serviços que mais demandaram trabalho para a equipe de quatro pedreiros e três serventes foram as fôrmas, armadura e alvenaria de vedação, assim como no pavimento anterior, conforme observado na Tabela 7.

**Tabela 7 – Duração das atividades dos pilares e paredes do segundo pavimento**

| DESCRIÇÃO  | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|--|--------------------------------|------------------------|
| <b>PILARES E PAREDES 2° PAVIM</b>                        | <b>14</b>                      |                        |
| <b>Pilares</b>   | <b>5.32</b>                    |                        |
| Formas para pilares em chapa compensada - fabricação     | 1.14                           |                        |
| Formas para pilares em chapa compensada - montagem       | 0.75                           |                        |
| Armadura de aço  | 2.55                           |                        |
| Concreto virado em obra, britas 1 e 2, controle B, 20MPa | 0.69                           |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto                      | 0.57                           |                        |
| Formas para pilares em chapa compensada - desmontagem    | 0.32                           | 17                     |
| <b>Alvenaria</b>   | <b>5.91</b>                    |                        |
| Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm                    | 5.91                           |                        |
| <b>Vergas</b>  | <b>1.56</b>                    |                        |
| Verga e contraverga em concreto armado moldado in loco   | 1.56                           |                        |
| <b>Acabamentos</b>                                       | <b>1.1</b>                     |                        |
| Detalhes em alvenaria                                    | 1.1                            |                        |

Algumas observações podem ser feitas para justificar a diferença entre os valores:

- Na fase de montagem da armadura para os pilares do segundo pavimento, a equipe acabou executando também parte da armação do

serviço referente a superestrutura do segundo pavimento, gerando uma duração maior do serviço. Esse fator torna-se ainda mais incisivo considerando que a execução da armadura mostra-se um dos serviços mais longos em basicamente todas as estruturas de concreto armado envolvidas na programação. Uma observação que pode corroborar essa suposição é o fato de que, se somadas as durações estimadas e reais dos serviços pilares e paredes do segundo pavimento com superestrutura do segundo pavimento, o resultado da duração calculada é 14% superior ao real.

- Outro fator que tem influência na duração observada na obra é que a execução de serviços em pavimentos superiores tende a levar mais tempo para ser realizada, tendo em vista que nesses casos há transporte vertical de materiais, o que não é levado em consideração pelas composições da TCPO.

Um registro da execução desta etapa pode ser observado na Figura 11.

**Figura 11 – Execução das paredes e pilares do segundo pavimento**



#### **4.6 Superestrutura do segundo pavimento**

A situação para essa etapa é similar a da superestrutura do primeiro pavimento, inclusive a equipe de trabalho. Foram incluídas somente as vigas e lajes do segundo pavimento e a duração real foi 47% inferior a calculada, como demonstrado na Tabela 2.

A Tabela 8 expõe a duração prevista e real das atividades englobadas no serviço. Como pode-se notar, a diferença total entre os valores é de sete dias.

**Tabela 8 – Duração das atividades da superestrutura do segundo pavimento**

| DESCRIÇÃO   | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|---|--------------------------------|------------------------|
| <b>SUPERESTRUTURA 2º PAVIM</b>                      | <b>15</b>                      |                        |
| <b>Vigas</b>  | <b>6.37</b>                    |                        |
| Formas para vigas em chapa compensada - fabricação  | 2.52                           |                        |
| Formas para vigas em chapa compensada - montagem    | 2.33                           |                        |
| Escoramento de vigas com escoras - fabricação       | 0.14                           |                        |
| Escoramento de vigas com escoras - montagem         | 0.05                           |                        |
| Armadura de aço                                     | 4.43                           | <b>8</b>               |
| Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.58                           |                        |
| Escoramento de vigas com escoras - desmontagem      | 0.04                           |                        |
| Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 0.75                           |                        |
| <b>Lajes</b>  | <b>9.08</b>                    |                        |
| Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm       | 7.41                           |                        |
| Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm       | 0.68                           |                        |
| Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 40cm       | 0.99                           |                        |

Assim como no primeiro pavimento, as atividades que tiveram a duração mais significativa em relação ao total foram as fôrmas e armadura das vigas e as lajes, de acordo com a Tabela 8. As justificativas para a discrepância também podem ser as mesmas citadas anteriormente. Ou seja, a etapa de fôrmas considerada pela TCPO leva em consideração a fabricação e montagem, enquanto na obra essas atividades são executadas paralelamente, dificultando a medição individual. Já para as armaduras, a generalização da composição prejudica uma maior aproximação entre os valores estimados e reais.

Da mesma forma, em relação às lajes, mais uma vez pode-se destacar o fato de que a TCPO considera um índice geral para todas as atividades que compõem a mesma.

A Figura 12 registra a execução da etapa em questão.

**Figura 12 – Vista da execução da superestrutura do segundo pavimento**



#### **4.7 Cobertura e platibandas**

A etapa de cobertura e platibandas teve a duração real 17% inferior a calculada, o que representa uma diferença de três dias, conforme Tabela 2.

Vale notar que, do total da duração calculada, mais da metade do serviço é relativo à execução da platibanda, englobando a execução da alvenaria, dos pilaretes e das vigas respaldo. Nesses serviços, as atividades com maior duração são as fôrmas das vigas, as armaduras em geral e a alvenaria, conforme a Tabela 9. A Figura 13 registra a execução das platibandas.

**Figura 13 – Execução das platibandas**



Tabela 9 – Duração das atividades de cobertura e execução das platibandas

| DESCRIÇÃO   | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|---|--------------------------------|------------------------|
| <b>COBERTURA E PLATIBANDAS</b>                      | <b>18</b>                      |                        |
| <b>Platibanda</b>                                   | <b>10.41</b>                   |                        |
| Platibanda em cerâmica 15cm                         | 4.01                           |                        |
| <b>Pilaretes</b>                                    | <b>2.61</b>                    |                        |
| Formas para pilares em compensado - fabricação      | 0.86                           |                        |
| Formas para pilares em compensado - montagem        | 0.56                           |                        |
| Armadura de aço                                     | 2.17                           |                        |
| Concreto virado em obra                             | 0.31                           |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.25                           |                        |
| Formas para pilares em compensado - desmontagem     | 0.18                           |                        |
| <b>Vigas respaldo</b>                               | <b>3.8</b>                     | <b>15</b>              |
| Formas para vigas em compensado - fabricação        | 1.49                           |                        |
| Formas para vigas em compensado - montagem          | 1.38                           |                        |
| Armadura de aço                                     | 2.41                           |                        |
| Concreto virado em obra                             | 0.6                            |                        |
| Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.49                           |                        |
| Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 0.44                           |                        |
| <b>Estrutura</b>                                    | <b>4.87</b>                    |                        |
| Estrutura em madeira                                | 4.87                           |                        |
| <b>Telhas</b>                                       | <b>2.9</b>                     |                        |
| Telha de fibrocimento                               | 2.84                           |                        |
| Cumeeira  | 0.06                           |                        |

Em relação ao número total de dias de execução do serviço, a variação de três dias pode ser considerada baixa quando comparada com outras etapas da programação, mesmo com a inclusão dos serviços de fôrma e armação, comuns em etapas que apresentavam grande discrepância nos cronogramas. Tal fato pode se justificar em razão da quantidade de serviço necessária para essas atividades. Nessa etapa, a área de fôrma e a quantidade de aço são menores do que os pilares e vigas em pavimentos inferiores. Além disso, o método construtivo empregado para execução da platibanda requer um uso menor de área de fôrmas (apenas duas faces de fôrmas para pilares e vigas).

## 4.8 Contrapiso

A etapa de contrapiso não apresentou variação entre a programação e o observado na obra. De acordo com a Tabela 10, a duração real e a calculada resultaram em sete dias de serviço. Vale ressaltar que, nessa etapa, a equipe foi alterada para 3 pedreiros e 2 serventes, conforme Tabela 1.

**Tabela 10 – Duração das atividades da execução do contrapiso**

| DESCRIÇÃO                                  | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|--|--------------------------------|------------------------|
| <b>CONTRAPISO</b>                          | <b>7</b>                       |                        |
| Apiloamento manual de terreno              | 2.1                            | 7                      |
| Lastro de brita 3 e 4 apiloado manualmente | 1.22                           |                        |
| Lastro de concreto (contrapiso)            | 3.5                            |                        |

De acordo com o exposto na Tabela 10, a atividade do lastro de concreto – o contrapiso propriamente dito – ocupou cerca de metade da duração total, enquanto a preparação ocupou o restante. A Figura 14 apresenta uma vista do serviço executado na obra.

**Figura 14 – Execução do contrapiso**



Dessa maneira, os coeficientes das composições para essa etapa se mostraram adequadas para a elaboração da programação do caso em estudo.

#### 4.9 Revestimentos externos

Os revestimentos primários externos, englobando chapisco e emboço, apresentaram diferença da duração programada em relação a real, sendo esta última 40% inferior a duração calculada com base nos dados da TCPO.

A primeira atividade do serviço, o chapisco, apresenta uma duração muito pequena em relação ao total da etapa. A duração calculada para o emboço representa aproximadamente 85% do geral dos revestimentos externos, o que pode ser visto na Tabela 11.

**Tabela 11 – Duração das atividades do revestimento externo**

| DESCRIÇÃO                     | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <b>REVESTIMENTOS EXTERNOS</b> | <b>25</b>                      |                        |
| <b>Argamassas</b>             | <b>25.44</b>                   | <b>15</b>              |
| Chapisco externo e = 5mm      | 3.83                           |                        |
| Emboço externo e = 30mm       | 21.61                          |                        |

A Figura 15 apresenta uma vista do serviço depois de finalizado na obra.

**Figura 15 – Revestimento externo já executado**



Uma possível justificativa para essa discrepância nos valores pode estar no fato de que a TCPO apresenta apenas composições para emboços externos com

espessura de 30 mm. Porém, em obra foram constatadas espessuras de, no máximo, 20 mm. Desta forma, o índice de mão de obra apresentado pelo TCPO leva em consideração um consumo de mão de obra maior que o real, uma vez que trata de uma espessura maior de revestimento.

Outra observação pertinente é que, conforme explicado anteriormente, todos os serviços eram executados por profissionais especializados. Nos revestimentos, dos quatro pedreiros designados para o serviço, dois eram funcionários alocados somente em revestimentos argamassados nas obras da empresa contratada.

Portanto, levando em consideração o erro entre o estimado e o real, as composições apresentadas na TCPO para esses serviços não se mostraram adequadas para a programação do projeto em questão.

#### 4.10 Revestimentos internos

Os revestimentos internos, apesar de apresentarem coeficientes de produtividade muito próximos dos externos, apresentaram uma boa aproximação com duração real observada. A diferença entre os valores foi de apenas um dia a mais na duração estimada, representando uma diferença de apenas 5%, conforme exposto na Tabela 2.

**Tabela 12 – Duração das atividades do revestimento interno**

| DESCRIÇÃO                     | DURAÇÃO<br>CALCULADA<br>(dias) | DURAÇÃO<br>REAL (dias) |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <b>REVESTIMENTOS INTERNOS</b> | <b>21</b>                      |                        |
| <b>Argamassas</b>             | <b>20.59</b>                   | <b>20</b>              |
| Chapisco interno e = 5mm      | 3.38                           |                        |
| Emboço interno e = 30mm       | 17.21                          |                        |

Similarmente à etapa dos revestimentos externos, essa fase inclui o chapisco, que representa pequena parcela do total, e o emboço, responsável por cerca de 85% do total de horas trabalhadas, conforme a Tabela 12.

A diferença é que, na fase dos revestimentos internos, apesar da composição do emboço também referir-se à uma espessura de 30 mm – enquanto o realizado foi

de aproximadamente 20 mm – a duração total calculada se apresenta bastante compatível com a realizada. Uma possível justificativa para isso é o fato de que, nas áreas internas, o número de aberturas, e portanto, de requadros é maior, fazendo com que o serviço seja mais demorado, aproximando a duração estimada da real.

#### **4.11 Síntese dos resultados**

Analisando a duração total prevista e a realizada, para os serviços acompanhados, foi possível constatar que a duração real foi 31% inferior a calculada. Ou seja, foram previstos 192 dias úteis e a execução aconteceu em 133 dias.

As principais considerações apresentadas como justificativas foram:

- Os serviços de fôrma apresentados pela TCPO não representam exatamente a sequência executiva utilizada em obra;
- Utilização de índices de armação que consideram elementos estruturais únicos para serem utilizados na programação de todos os elementos estruturais, como estacas, blocos, vigas e pilares;
- Os consumos de mão de obra apresentados pela TCPO consideram espessuras de revestimentos argamassados diferentes das executadas em obra;
- Algumas dificuldades não são consideradas nos consumos de mão de obra apresentados pela TCPO, como realização de atividades nos pavimentos superiores;
- A obra apresentou a situação de contratação de mão de obra por empreitada, onde os índices de produtividade podem ser superiores quando comparados com a forma de pagamento por dia de trabalho, por exemplo. E os índices apresentados pela TCPO não consideram diferenças no consumo em função da forma de contratação;
- A utilização de equipes especializadas para cada serviço pode ter contribuído para a melhor produtividade, o que resultou em durações menores na obra.

Outras questões que não foram relatadas ao longo do trabalho, mas que foram constatadas e podem ter contribuído para a duração real:

- Não foram constatadas faltas de materiais ou problemas com equipamentos. Desta forma, os funcionários não ficaram ociosos no

canteiro. A TCPO considera um índice de perda no consumo de todos os insumos, embora não seja especificado o valor. Porém, o aproveitamento ao máximo dos funcionários em obra também pode ter contribuído para os resultados encontrados.

- Não foram constatados retrabalhos, não sendo necessário refazer etapas da obra.

## 5 CONCLUSÕES

Primeiramente, nota-se que alguns serviços resultaram em estimativas mais próximas da realidade, tais como a alvenaria, pilares, cobertura, e revestimentos internos, incluindo alguns em que a estimativa se mostrou exata, como a instalação do canteiro e o contrapiso. Já outros, incluindo a infraestrutura, a superestrutura e os revestimentos externos, apresentam grande discrepância.

Em todos os serviços em que foram constatadas as atividades de fôrmas e armação, a diferença entre o resultado previsto e o real foi grande. Neste sentido, os índices de produtividade apresentados pela TCPO para estas atividades podem não representar a realidade das obras.

A diferença entre a duração total prevista e a real foi de 31%, sendo a real inferior. Porém, se somadas apenas os serviços que não consideram armação e fôrmas, essa diferença passa a ser 18%. Com isso pode ser constatada a influência dessas atividades nos resultados encontrados.

Considerando os revestimentos externos, que também apresentaram diferença considerável, o que se supõe é que devido ao fato da TCPO apresentar somente a espessura de 30 mm para o emboço – enquanto o aplicado se encontrava em torno de 20 mm – os coeficientes de produtividade não são aplicáveis para o serviço no estudo de caso em questão, conforme exposto nos resultados do item.

Portanto, sobre as composições apresentadas na TCPO, conclui-se que alguns dos coeficientes de produtividade não retrataram de forma satisfatória a realidade do projeto alvo do estudo de caso e que, em alguns casos, as composições disponíveis para um determinado tipo de serviço não englobavam a situação do canteiro de obras, tal qual a situação do emboço.

Alguns outros fatores em relação à equipe de trabalho também podem ser considerados para tentar explicar a divergência entre o programado e o real. Conforme explicado nos resultados, o serviço da execução foi contratado no formato de empreitada, o que usualmente resulta na realização das atividades forma mais ágil, pois é do interesse do contratado que o serviço seja finalizado o mais rápido possível. Também levando isso em consideração, o que se viu durante a execução é que existia uma rotatividade entre os funcionários da empresa para que a equipe em cada momento da obra fosse formada por trabalhadores com mais especialidade em tal atividade, resultando, portanto, em uma execução mais rápida.

Dentre as dificuldades encontradas na realização do estudo, pode-se citar a de se medir a duração de cada atividade. Isso porque algumas atividades são realizadas simultaneamente, como elevação da alvenaria e execução de vergas e contravergas. Com isso foi necessário juntar as durações em grupos para efetuar a comparação. Restam dúvidas, então, sobre como os dados apresentados pela TCPO foram levantados, em função desta dificuldade. E talvez isso possa ser um indicador das diferenças encontradas.

Em síntese, pode-se destacar que os objetivos do trabalho foram atendidos satisfatoriamente. Ou seja, foram identificadas: as durações reais de alguns serviços; os serviços que apresentam discrepâncias mais relevantes em relação à duração verificada na obra e calculadas; os fatores que influenciam nas diferenças entre as durações reais e calculadas de uma obra.

É importante destacar também que as conclusões desse estudo não podem ser generalizadas para outras obras, ou seja, afirmando que os dados apresentados pela TCPO são inválidos para os serviços que apresentaram as maiores discrepâncias. Os dados apresentados representam a realidade da obra do estudo de caso, que possui as particularidades apresentadas. Desta forma, os resultados encontrados podem ser diferentes quando analisados em outras situações.

Por fim, como contribuição do trabalho, para a realização de programações mais próximas das situações encontradas durante a execução, a recomendação é que cada empresa mantenha um banco de dados próprio com base nas produtividades reais de suas equipes de trabalho.

## **5.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestões para dar continuidade neste trabalho podem ser citadas algumas possibilidades:

- Repetir o estudo realizado neste trabalho em outras obras residenciais;
- Realizar um estudo semelhante para outras tipologias de obras, como comerciais, industriais e residências populares;
- Efetuar a medição de produtividade para os serviços de armação e fôrmas para constatar se os dados da TCPO realmente se diferem da realidade de outras obras.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROZEWICZ, P. H. **Sistema de Qualidade: Programa brasileiro de qualidade e produtividade no habitat**. Curitiba: SENAI, 2003.
- ARAÚJO, C. et al. **Estudo de Caso**. [s.l.] Universidade do Minho, Braga, 2008.
- AVILA, A. V.; JUNGLES, A. E. **Técnicas de Planejamento na construção civil**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- BULHÕES, I. et al. Informatização Do Planejamento E Controle De Produção. **III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, n. São Carlos, 2003.
- DAYCHOUM, M. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- FARIA, R. **Planejamento: cronograma físico-financeiro**. Disponível em: <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/35/artigo213994-1.aspx>>. Acesso em: 8 abr. 2015.
- FORMOSO, C. T. **A knowledge based framework for planning house building projects**. [s.l.] University of Salford, Salford, 1991.
- GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008.
- HERNANDES, F. S. **Análise da importância o planejamento de obras para contratantes e empresas construtoras**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- LEVITT, R. E. **Expert systems in construction**. Champaign, Illinois: US Army Corps of Engineers, 1986.
- LIMMER, C. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- LOSSO, I. R.; ARAÚJO, H. N. Aplicação Do Método Da Linha De Balanço: Estudo De Caso. **VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, n. Rio de Janeiro, p. 1368–1377, 1995.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: PINI, 2010.
- MENESI, W. **Construction Scheduling Using Critical Path Analysis with Separate Time Segments**. Waterloo, Canada: University of Waterloo, 2010.
- OLIVEIRA, R. R.; DALL’OGLIO, S.; MARTINI, C. E. **Estudo de Fatores que Afetam a Produtividade em Obras Repetitivas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- PMBOK. **Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. Newtown Square, PA: PMI, 2004.
- QUEIROZ, M. N. **Programação e controle de obras**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007.

QUESADO FILHO, N. DE O. **Análise de índices de produtividade praticados pelas empresas de construção civil na região metropolitana de Fortaleza.** [s.l.] Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SANTANA, B. A. DE. **Cronograma físico-financeiro de uma obra vertical: elaboração, acompanhamento da execução e análise crítica.** Caruaru: Universidade Federal do Pernambuco, 2012.

SCARDOELLI, L. S. **Melhorias de qualidade e produtividade.** [s.l.] SEBRAE/RS, Porto Alegre, 1994.

SCARDOELLI, L. S. **Iniciativas de melhorias voltadas à qualidade e à produtividade desenvolvidas por empresas de construção de edificações.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

SOARES, A. C. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

**TCPO: Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 13. ed. São Paulo: PINI, 2010.

**TCPO: Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 14. ed. São Paulo: PINI, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 1994.

**Apêndice A – Estrutura analítica do projeto com dados das atividades**

| ITEM     | DESCRIÇÃO   | CÓDIGO TCPO 14 | UNIDADE        | QUANT. | COEFICIENTE (h/un) |          | CONSUMO (h) |          |
|----------|---|----------------|----------------|--------|--------------------|----------|-------------|----------|
|          |   |                |                |        | Servente           | Pedreiro | Servente    | Pedreiro |
| <b>1</b> | <b>INSTALAÇÃO DO CANTEIRO</b>                             |                |                |        |                    |          |             |          |
| 1.1      | Tapumes em chapa metálica                                 | 02.001.000012  | m <sup>2</sup> | 29.70  | 0.80               | 0.80     | 23.76       | 23.76    |
| 1.2      | Portão provisório   | 02.001.000011  | un             | 1.00   | 6.00               | 6.00     | 6.00        | 6.00     |
| 1.3      | Abrigo provisório   | 02.001.000001  | m <sup>2</sup> | 9.50   | 7.50               | 7.10     | 71.25       | 67.45    |
| 1.4      | Locação da obra, execução do gabarito                     | 02.005.000001  | m <sup>2</sup> | 340.84 | 0.18               | 0.18     | 61.35       | 61.35    |
| <b>2</b> | <b>INFRAESTRUTURA</b>                                     |                |                |        |                    |          |             |          |
| 2.1      | <b>ESTACAS</b>  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 2.1.1    | Armadura de aço CA-50 10mm                                | 04.001.000003  | kg             | 671.30 | 0.14               | 0.08     | 93.98       | 53.70    |
| 2.1.3    | Armadura de aço CA-60 5mm                                 | 04.001.000005  | kg             | 95.30  | 0.12               | 0.07     | 11.67       | 6.67     |
| 2.1.4    | Aplicação e adensamento do concreto                       | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 16.78  | 4.50               | 1.65     | 75.51       | 27.69    |
| 2.2      | <b>SERVIÇOS GERAIS</b>                                    |                |                |        |                    |          |             |          |
| 2.2.1    | Escavação manual de valas em solo                         | 02.004.000049  | m <sup>3</sup> | 38.32  | 4.00               | 0.00     | 153.28      | 0.00     |
| 2.2.2    | Regularização de fundo de vala                            | 01.026.000001  | m <sup>2</sup> | 82.97  | 1.50               | 0.00     | 124.45      | 0.00     |
| 2.3      | <b>BLOCOS DA FUNDAÇÃO</b>                                 |                |                |        |                    |          |             |          |
| 2.3.1    | Formas em madeira dos blocos - fabricação                 | 04.008.000018  | m <sup>2</sup> | 75.91  | 0.51               | 2.05     | 38.87       | 155.62   |
| 2.3.2    | Formas em madeira dos blocos - montagem                   | 04.008.000022  | m <sup>2</sup> | 75.91  | 0.20               | 0.81     | 15.33       | 61.18    |
| 2.3.3    | Armadura de aço CA-50 8mm                                 | 04.001.000003  | kg             | 680.00 | 0.14               | 0.08     | 95.20       | 54.40    |
| 2.3.4    | Armadura de aço CA-50 10mm                                | 04.001.000003  | kg             | 13.64  | 0.14               | 0.08     | 1.91        | 1.09     |
| 2.3.5    | Armadura de aço CA-60 5mm                                 | 04.001.000005  | kg             | 9.45   | 0.12               | 0.07     | 1.16        | 0.66     |
| 2.3.6    | Aplicação e adensamento do concreto                       | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 14.22  | 4.50               | 1.65     | 63.99       | 23.46    |
| 2.3.7    | Formas em madeira dos blocos - desmontagem                | 04.008.000027  | m <sup>2</sup> | 75.91  | 0.09               | 0.35     | 6.53        | 26.26    |
| 2.4      | <b>VIGAS BALDRAME</b>                                     |                |                |        |                    |          |             |          |
| 2.4.1    | Formas em madeira das vigas - fabricação                  | 04.008.000018  | m <sup>2</sup> | 98.88  | 0.51               | 2.05     | 50.63       | 202.70   |
| 2.4.2    | Formas em madeira das vigas - montagem                    | 04.008.000022  | m <sup>2</sup> | 98.88  | 0.20               | 0.81     | 19.97       | 79.70    |
| 2.4.3    | Armadura de aço CA-50 8mm                                 | 04.001.000003  | kg             | 226.91 | 0.09               | 0.08     | 20.19       | 18.15    |
| 2.4.4    | Armadura de aço CA-60 5mm                                 | 04.001.000005  | kg             | 101.27 | 0.12               | 0.07     | 12.41       | 7.09     |
| 2.4.5    | Aplicação e adensamento do concreto                       | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 4.94   | 4.50               | 1.65     | 22.23       | 8.15     |
| 2.4.6    | Formas em madeira das vigas - desmontagem                 | 04.008.000027  | m <sup>2</sup> | 98.88  | 0.09               | 0.35     | 8.50        | 34.21    |
| 2.4.7    | Impermeabilização da viga baldrame com pintura betuminosa | 10.001.000001  | m              | 133.94 | 0.40               | 0.00     | 53.58       | 0.00     |
| 2.4.8    | Reaterro manual das valas                                 | 02.004.000007  | m <sup>3</sup> | 19.16  | 3.50               | 0.35     | 67.06       | 6.71     |

**Continuação Apêndice A – Estrutura analítica do projeto com dados das atividades**

| ITEM     | DESCRIÇÃO  | CÓDIGO TCPO 14 | UNIDADE        | QUANT. | COEFICIENTE (h/un) |          | CONSUMO (h) |          |
|----------|--|----------------|----------------|--------|--------------------|----------|-------------|----------|
|          |  |                |                |        | Servente           | Pedreiro | Servente    | Pedreiro |
| <b>3</b> | <b>PILARES E PAREDES 1° PAVIMENTO</b>                    |                |                |        |                    |          |             |          |
| 3.1      | PILARES  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 3.1.1    | Formas para pilares em chapa compensada - fabricação     | 05.005.000034  | m <sup>2</sup> | 43.02  | 0.30               | 1.20     | 12.90       | 51.62    |
| 3.1.2    | Formas para pilares em chapa compensada - montagem       | 05.005.000038  | m <sup>2</sup> | 86.03  | 0.10               | 0.39     | 8.43        | 33.72    |
| 3.1.3    | Armadura de aço CA-50 10mm                               | 04.001.000003  | kg             | 136.64 | 0.14               | 0.08     | 19.13       | 10.93    |
| 3.1.4    | Armadura de aço CA-50 12.5mm                             | 04.001.000003  | kg             | 334.09 | 0.11               | 0.06     | 36.08       | 20.71    |
| 3.1.5    | Armadura de aço CA-50 16mm                               | 04.001.000004  | kg             | 48.91  | 0.23               | 0.13     | 11.16       | 6.38     |
| 3.1.6    | Armadura de aço CA-50 20mm                               | 04.001.000004  | kg             | 46.64  | 0.23               | 0.13     | 10.64       | 6.08     |
| 3.1.7    | Armadura de aço CA-60 5mm                                | 04.001.000005  | kg             | 108.00 | 0.12               | 0.07     | 13.23       | 7.56     |
| 3.1.8    | Concreto virado em obra, britas 1 e 2, controle B, 20MPa | 04.003.000065  | m <sup>3</sup> | 4.13   | 6.00               | 0.00     | 24.78       | 0.00     |
| 3.1.9    | Aplicação e adensamento do concreto                      | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 4.13   | 4.50               | 1.65     | 18.59       | 6.81     |
| 3.1.10   | Formas para pilares em chapa compensada - desmontagem    | 05.005.000039  | m <sup>2</sup> | 86.03  | 0.04               | 0.17     | 3.61        | 14.45    |
| 3.2      | ALVENARIA DE PEÇAS CERÂMICAS                             |                |                |        |                    |          |             |          |
| 3.2.1    | Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm                    | 06.001.000044  | m <sup>2</sup> | 308.62 | 0.38               | 0.64     | 117.28      | 197.52   |
| 3.2.2    | Alvenaria de vedação em cerâmica 30cm                    | 06.001.000054  | m <sup>2</sup> | 5.55   | 1.27               | 1.55     | 7.05        | 8.60     |
| 3.2.3    | Muro em alvenaria cerâmica 15cm                          | 06.001.000044  | m <sup>2</sup> | 194.60 | 0.38               | 0.64     | 73.95       | 124.54   |
| 3.3      | VERGAS E CONTRAVERGAS                                    |                |                |        |                    |          |             |          |
| 3.3.1    | Verga e contraverga em concreto armado moldado in loco   | 06.003.000103  | m <sup>3</sup> | 0.61   | 28.80              | 22.80    | 17.57       | 13.91    |

**Continuação Apêndice A – Estrutura analítica do projeto com dados das atividades**

| ITEM     | DESCRIÇÃO   | CÓDIGO TCPO 14 | UNIDADE        | QUANT. | COEFICIENTE (h/un) |          | CONSUMO (h) |          |
|----------|---|----------------|----------------|--------|--------------------|----------|-------------|----------|
|          |   |                |                |        | Servente           | Pedreiro | Servente    | Pedreiro |
| <b>4</b> | <b>SUPERESTRUTURA 1º PAVIMENTO</b>                  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 4.1      | VIGAS   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 4.1.1    | Formas para vigas em chapa compensada - fabricação  | 05.005.000045  | m <sup>2</sup> | 101.27 | 0.30               | 1.20     | 30.38       | 121.52   |
| 4.1.2    | Formas para vigas em chapa compensada - montagem    | 05.005.000049  | m <sup>2</sup> | 202.54 | 0.14               | 0.55     | 28.15       | 112.21   |
| 4.1.3    | Escoramento de vigas com escoras - fabricação       | 05.003.000006  | m <sup>2</sup> | 23.83  | 0.06               | 0.23     | 1.33        | 5.36     |
| 4.1.4    | Escoramento de vigas com escoras - montagem         | 05.003.000009  | m <sup>2</sup> | 23.83  | 0.11               | 0.00     | 2.65        | 0.00     |
| 4.1.5    | Armadura de aço CA-50 6.3mm                         | 04.001.000003  | kg             | 55.27  | 0.14               | 0.08     | 7.74        | 4.42     |
| 4.1.6    | Armadura de aço CA-50 8mm                           | 04.001.000003  | kg             | 103.27 | 0.14               | 0.08     | 14.46       | 8.26     |
| 4.1.7    | Armadura de aço CA-50 10mm                          | 04.001.000003  | kg             | 179.36 | 0.14               | 0.08     | 25.11       | 14.35    |
| 4.1.8    | Armadura de aço CA-50 12.5mm                        | 04.001.000003  | kg             | 284.45 | 0.14               | 0.08     | 39.82       | 22.76    |
| 4.1.9    | Armadura de aço CA-50 16mm                          | 04.001.000004  | kg             | 70.73  | 0.23               | 0.13     | 16.14       | 9.22     |
| 4.1.10   | Armadura de aço CA-50 20mm                          | 04.001.000004  | kg             | 144.91 | 0.23               | 0.13     | 33.07       | 18.90    |
| 4.1.11   | Armadura de aço CA-60 5mm                           | 04.001.000005  | kg             | 132.45 | 0.12               | 0.07     | 16.23       | 9.27     |
| 4.1.12   | Aplicação e adensamento do concreto                 | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 11.50  | 4.50               | 1.65     | 51.75       | 18.98    |
| 4.1.13   | Escoramento de vigas com escoras - desmontagem      | 05.003.000012  | m <sup>2</sup> | 23.83  | 0.05               | 0.00     | 1.14        | 0.00     |
| 4.1.14   | Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 05.005.000050  | m <sup>2</sup> | 202.54 | 0.06               | 0.24     | 11.95       | 48.20    |
| 4.2      | LAJES   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 4.2.1    | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm       | 05.006.000042  | m <sup>2</sup> | 140.81 | 1.47               | 0.93     | 206.99      | 130.95   |
| 4.2.2    | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm       | 05.006.000044  | m <sup>2</sup> | 94.84  | 1.38               | 0.78     | 130.88      | 73.98    |
| 4.3      | ESCADA  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 4.3.1    | Forma para escada em chapa compensada - fabricação  | 05.005.000057  | m <sup>2</sup> | 12.16  | 0.30               | 1.20     | 3.65        | 14.59    |
| 4.3.2    | Forma para escada em chapa compensada - montagem    | 05.005.000061  | m <sup>2</sup> | 12.16  | 0.29               | 1.15     | 3.50        | 13.98    |
| 4.3.3    | Armadura de aço CA-50 8mm                           | 04.001.000003  | kg             | 39.97  | 0.14               | 0.08     | 5.60        | 3.20     |
| 4.3.4    | Armadura de aço CA-50 10mm                          | 04.001.000003  | kg             | 38.20  | 0.14               | 0.08     | 5.35        | 3.06     |
| 4.3.5    | Aplicação e adensamento do concreto                 | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 1.67   | 4.50               | 1.65     | 7.52        | 2.76     |
| 4.3.6    | Forma para escada em chapa compensada - desmontagem | 05.005.000062  | m <sup>2</sup> | 12.16  | 0.12               | 0.49     | 1.51        | 6.01     |

**Continuação Apêndice A – Estrutura analítica do projeto com dados das atividades**

| ITEM     | DESCRIÇÃO  | CÓDIGO TCPO 14 | UNIDADE        | QUANT. | COEFICIENTE (h/un) |          | CONSUMO (h) |          |
|----------|--|----------------|----------------|--------|--------------------|----------|-------------|----------|
|          |  |                |                |        | Servente           | Pedreiro | Servente    | Pedreiro |
| <b>5</b> | <b>PAREDES E VERGAS 2° PAVIMENTO</b>                     |                |                |        |                    |          |             |          |
| 5.1      | PILARES  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 5.1.1    | Formas para pilares em chapa compensada - fabricação     | 05.005.000034  | m <sup>2</sup> | 30.51  | 0.30               | 1.20     | 9.15        | 36.61    |
| 5.1.2    | Formas para pilares em chapa compensada - montagem       | 05.005.000038  | m <sup>2</sup> | 61.01  | 0.10               | 0.39     | 5.98        | 23.92    |
| 5.1.3    | Armadura de aço CA-50 10mm                               | 04.001.000003  | kg             | 57.00  | 0.14               | 0.08     | 7.98        | 4.56     |
| 5.1.4    | Armadura de aço CA-50 12.5mm                             | 04.001.000003  | kg             | 320.45 | 0.14               | 0.08     | 44.86       | 25.64    |
| 5.1.5    | Armadura de aço CA-50 16mm                               | 04.001.000004  | kg             | 38.91  | 0.23               | 0.13     | 8.88        | 5.07     |
| 5.1.6    | Armadura de aço CA-60 5mm                                | 04.001.000005  | kg             | 77.82  | 0.12               | 0.07     | 9.53        | 5.45     |
| 5.1.7    | Concreto virado em obra, britas 1 e 2, controle B, 20MPa | 04.003.000065  | m <sup>3</sup> | 2.75   | 6.00               | 0.00     | 16.50       | 0.00     |
| 5.1.8    | Aplicação e adensamento do concreto                      | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 2.75   | 4.50               | 1.65     | 12.38       | 4.54     |
| 5.1.9    | Formas para pilares em chapa compensada - desmontagem    | 05.005.000039  | m <sup>2</sup> | 61.01  | 0.04               | 0.17     | 2.56        | 10.25    |
| 5.2      | ALVENARIA DE PEÇAS CERÂMICAS                             |                |                |        |                    |          |             |          |
| 5.2.1    | Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm                    | 06.001.000044  | m <sup>2</sup> | 295.68 | 0.38               | 0.64     | 112.36      | 189.24   |
| 5.3      | VERGAS E CONTRAVERGAS                                    |                |                |        |                    |          |             |          |
| 5.3.1    | Verga e contraverga em concreto armado moldado in loco   | 06.003.000103  | m <sup>3</sup> | 1.64   | 28.80              | 22.80    | 47.23       | 37.39    |
| 5.4      | ACABAMENTOS  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 5.4.1    | Detalhes em alvenaria                                    | 06.001.000039  | m <sup>2</sup> | 36.59  | 0.58               | 0.96     | 21.22       | 35.13    |

**Continuação Apêndice A – Estrutura analítica do projeto com dados das atividades**

| ITEM     | DESCRIÇÃO   | CÓDIGO TCPO 14 | UNIDADE        | QUANT. | COEFICIENTE (h/un) |          | CONSUMO (h) |          |
|----------|---|----------------|----------------|--------|--------------------|----------|-------------|----------|
|          |   |                |                |        | Servente           | Pedreiro | Servente    | Pedreiro |
| <b>6</b> | <b>SUPERESTRUTURA 2° PAVIMENTO</b>                  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 6.1      | VIGAS   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 6.1.1    | Formas para vigas em chapa compensada - fabricação  | 05.005.000045  | m <sup>2</sup> | 50.43  | 0.30               | 1.20     | 15.13       | 60.52    |
| 6.1.2    | Formas para vigas em chapa compensada - montagem    | 05.005.000049  | m <sup>2</sup> | 100.86 | 0.14               | 0.55     | 14.02       | 55.88    |
| 6.1.3    | Escoramento de vigas com escoras - fabricação       | 05.003.000006  | m <sup>2</sup> | 14.76  | 0.06               | 0.23     | 0.83        | 3.32     |
| 6.1.4    | Escoramento de vigas com escoras - montagem         | 05.003.000009  | m <sup>2</sup> | 14.76  | 0.11               | 0.00     | 1.64        | 0.00     |
| 6.1.5    | Armadura de aço CA-50 6.3mm                         | 04.001.000003  | kg             | 3.18   | 0.14               | 0.08     | 0.45        | 0.25     |
| 6.1.6    | Armadura de aço CA-50 8mm                           | 04.001.000003  | kg             | 103.82 | 0.14               | 0.08     | 14.53       | 8.31     |
| 6.1.7    | Armadura de aço CA-50 10mm                          | 04.001.000003  | kg             | 97.00  | 0.14               | 0.08     | 13.58       | 7.76     |
| 6.1.8    | Armadura de aço CA-50 12.5mm                        | 04.001.000003  | kg             | 87.91  | 0.14               | 0.08     | 12.31       | 7.03     |
| 6.1.9    | Armadura de aço CA-50 16mm                          | 04.001.000004  | kg             | 43.73  | 0.23               | 0.13     | 9.98        | 5.70     |
| 6.1.10   | Armadura de aço CA-60 5mm                           | 04.001.000005  | kg             | 91.36  | 0.12               | 0.07     | 11.19       | 6.40     |
| 6.1.11   | Aplicação e adensamento do concreto                 | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 5.18   | 4.50               | 1.65     | 23.31       | 8.55     |
| 6.1.12   | Escoramento de vigas com escoras - desmontagem      | 05.003.000012  | m <sup>2</sup> | 14.76  | 0.05               | 0.00     | 0.71        | 0.00     |
| 6.1.13   | Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 05.005.000050  | m <sup>2</sup> | 100.86 | 0.06               | 0.24     | 5.95        | 24.00    |
| 6.2      | LAJES   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 6.2.1    | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm       | 05.006.000002  | m <sup>2</sup> | 161.28 | 1.47               | 0.93     | 237.08      | 149.99   |
| 6.2.2    | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm       | 05.006.000006  | m <sup>2</sup> | 15.78  | 1.38               | 0.78     | 21.78       | 12.31    |
| 6.2.3    | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 40cm       | 05.006.000007  | m <sup>2</sup> | 22.88  | 1.38               | 0.78     | 31.57       | 17.85    |
| <b>7</b> | <b>CONTRAPISO</b>                                   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 7.1      | SERVIÇOS GERAIS                                     |                |                |        |                    |          |             |          |
| 7.1.1    | Apilamento manual de terreno                        | 01.026.000001  | m <sup>3</sup> | 55.96  | 1.50               | 0.00     | 83.95       | 0.00     |
| 7.1.2    | Lastro de brita 3 e 4 apilado manualmente           | 04.012.000004  | m <sup>3</sup> | 19.59  | 2.50               | 0.00     | 48.97       | 0.00     |
| 7.1.3    | Lastro de concreto (contrapiso)                     | 04.012.000008  | m <sup>3</sup> | 13.99  | 6.00               | 2.00     | 83.95       | 27.98    |

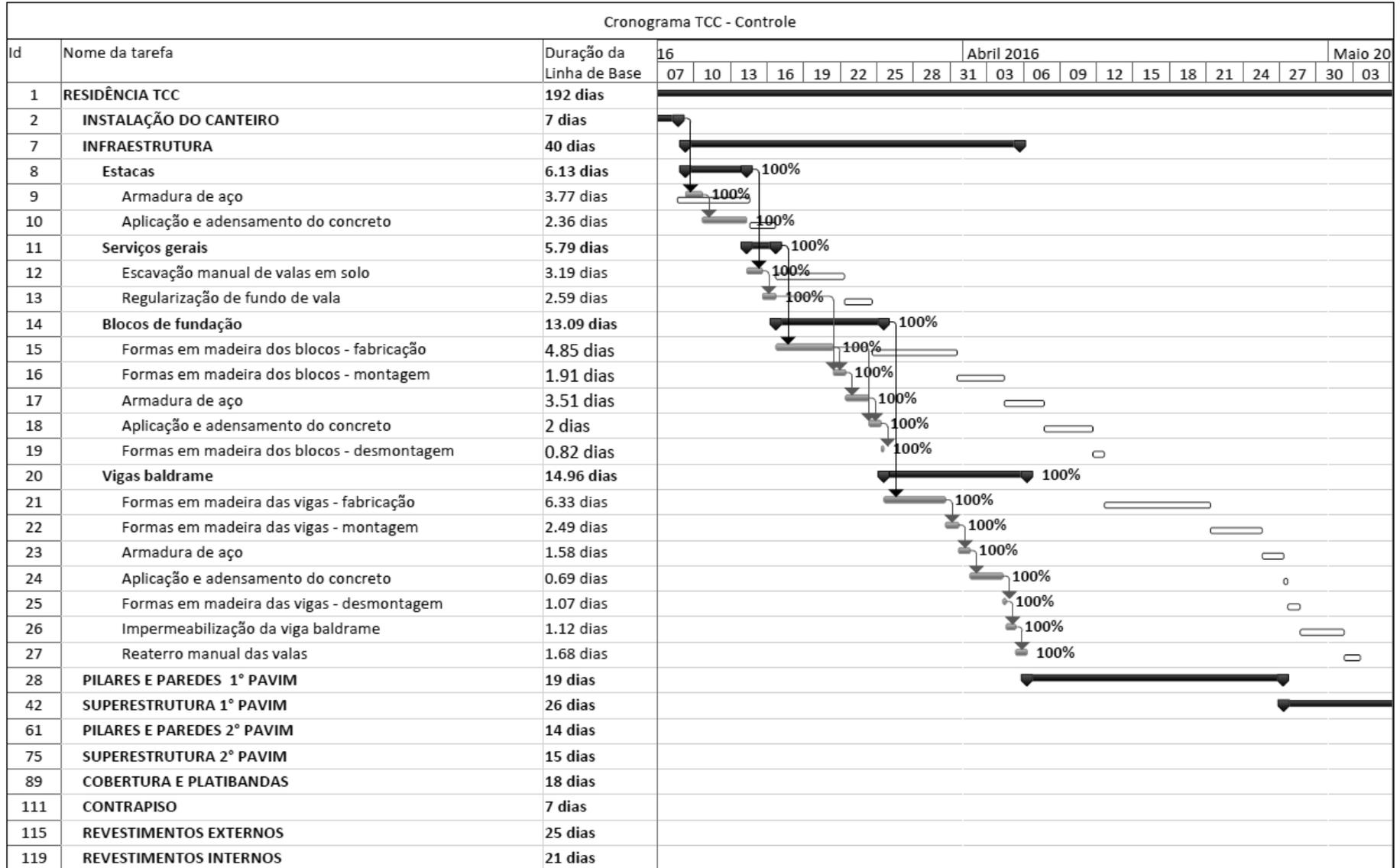
**Continuação Apêndice A – Estrutura analítica do projeto com dados das atividades**

| ITEM      | DESCRIÇÃO  | CÓDIGO TCPO 14 | UNIDADE        | QUANT. | COEFICIENTE (h/un) |          | CONSUMO (h) |          |
|-----------|--|----------------|----------------|--------|--------------------|----------|-------------|----------|
|           |  |                |                |        | Servente           | Pedreiro | Servente    | Pedreiro |
| <b>8</b>  | <b>COBERTURA E PLATIBANDAS</b>                           |                |                |        |                    |          |             |          |
| 8.1       | ESTRUTURA DA COBERTURA                                   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 8.1.1     | Estrutura em madeira                                     | 09.003.000030  | m <sup>2</sup> | 151.37 | 0.90               | 0.90     | 136.23      | 136.23   |
| 8.2       | TELHAS   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 8.2.1     | Telha de fibrocimento 8mm                                | 09.005.000030  | m <sup>2</sup> | 151.37 | 0.22               | 0.22     | 33.30       | 33.30    |
| 8.2.2     | Cumeeira   | 09.005.000017  | m              | 14.98  | 0.12               | 0.12     | 1.80        | 1.80     |
| 8.3       | PLATIBANDA   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 8.3.1     | Platibanda em alvenaria cerâmica 15cm                    | 06.001.000044  | 0              | 200.32 | 0.38               | 0.64     | 76.12       | 128.20   |
| 8.4       | PILARETES  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 8.4.1     | Formas para pilares em chapa compensada - fabricação     | 05.005.000034  | m <sup>2</sup> | 17.28  | 0.30               | 1.20     | 5.18        | 20.73    |
| 8.4.2     | Formas para pilares em chapa compensada - montagem       | 05.005.000038  | m <sup>2</sup> | 34.55  | 0.10               | 0.39     | 3.39        | 13.54    |
| 8.4.3     | Armadura de aço CA-50 8mm                                | 04.001.000003  | kg             | 194.97 | 0.14               | 0.08     | 27.30       | 15.60    |
| 8.4.4     | Armadura de aço CA-60 4.2mm                              | 04.001.000005  | kg             | 25.11  | 0.12               | 0.07     | 3.08        | 1.76     |
| 8.4.5     | Concreto virado em obra, britas 1 e 2, controle B, 20MPa | 04.003.000065  | m <sup>3</sup> | 1.23   | 6.00               | 0.00     | 7.38        | 0.00     |
| 8.4.6     | Aplicação e adensamento do concreto                      | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 1.23   | 4.50               | 1.65     | 5.54        | 2.03     |
| 8.4.7     | Formas para pilares em chapa compensada - desmontagem    | 05.005.000039  | m <sup>2</sup> | 34.55  | 0.04               | 0.17     | 1.45        | 5.80     |
| 8.5       | VIGAS RESPALDO   |                |                |        |                    |          |             |          |
| 8.5.1     | Formas para vigas em chapa compensada - fabricação       | 05.005.000045  | m <sup>2</sup> | 29.82  | 0.30               | 1.20     | 8.95        | 35.78    |
| 8.5.2     | Formas para vigas em chapa compensada - montagem         | 05.005.000049  | m <sup>2</sup> | 59.64  | 0.14               | 0.55     | 8.29        | 33.04    |
| 8.5.3     | Armadura de aço CA-50 8mm                                | 04.001.000003  | kg             | 204.83 | 0.14               | 0.08     | 28.68       | 16.39    |
| 8.5.4     | Armadura de aço CA-60 4.2mm                              | 04.001.000005  | kg             | 41.60  | 0.12               | 0.07     | 5.10        | 2.91     |
| 8.5.5     | Concreto virado em obra, britas 1 e 2, controle B, 20MPa | 04.003.000065  | m <sup>3</sup> | 2.39   | 6.00               | 0.00     | 14.34       | 0.00     |
| 8.5.6     | Aplicação e adensamento do concreto                      | 04.003.000001  | m <sup>3</sup> | 2.39   | 4.50               | 1.65     | 10.76       | 3.94     |
| 8.5.7     | Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem      | 05.005.000050  | m <sup>2</sup> | 59.64  | 0.06               | 0.24     | 3.52        | 14.19    |
| <b>9</b>  | <b>REVESTIMENTO DE PAREDES INTERNAS</b>                  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 9.1       | Chapisco interno e = 5mm                                 | 20.001.000002  | m <sup>2</sup> | 810.13 | 0.10               | 0.10     | 81.01       | 81.01    |
| 9.2       | Emboço interno e = 30mm                                  | 20.003.000024  | m <sup>2</sup> | 810.09 | 0.34               | 0.57     | 275.43      | 461.75   |
| <b>10</b> | <b>REVESTIMENTO DE PAREDES EXTERNAS</b>                  |                |                |        |                    |          |             |          |
| 10.1      | Chapisco externo e = 5mm                                 | 20.001.000002  | m <sup>2</sup> | 919.53 | 0.10               | 0.10     | 91.95       | 91.95    |
| 10.2      | Emboço externo e = 30mm                                  | 20.003.000028  | m <sup>2</sup> | 919.55 | 0.47               | 0.79     | 432.19      | 726.44   |

**Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco**

| Cronograma TCC - Controle |                                       |                          |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
|---------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|--|
| Id                        | Nome da tarefa                        | Duração da Linha de Base | 28-Fev-16 |   |   |   |   |   | 06-Mar-16 |   |   |   |   |  |
|                           |                                       |                          | D         | S | T | Q | Q | S | S         | D | S | T | Q |  |
| 1                         | RESIDÊNCIA TCC                        | 192 dias                 |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 2                         | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                | 7 dias                   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 3                         | Tapumes em chapa metálica             | 0.99 dias                |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 4                         | Portão provisório                     | 0.25 dias                |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 5                         | Abrigo provisório                     | 2.97 dias                |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 6                         | Locação da obra, execução do gabarito | 2.56 dias                |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 7                         | INFRAESTRUTURA                        | 40 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 28                        | PILARES E PAREDES 1° PAVIM            | 19 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 42                        | SUPERESTRUTURA 1° PAVIM               | 26 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 61                        | PILARES E PAREDES 2° PAVIM            | 14 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 75                        | SUPERESTRUTURA 2° PAVIM               | 15 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 89                        | COBERTURA E PLATIBANDAS               | 18 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 111                       | CONTRAPISO                            | 7 dias                   |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 115                       | REVESTIMENTOS EXTERNOS                | 25 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |
| 119                       | REVESTIMENTOS INTERNOS                | 21 dias                  |           |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |  |

Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco



Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco

|     |   | Cronograma TCC - Controle   |                               |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
|-----|---|-----------------------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|
| Id  | Nome da tarefa  | Duração da<br>Linha de Base | Abril 2016                    |    |    |    |    |    |    | Maio 2016 |    |    |    |    |    |    | Jun |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
|     |   |                             | 03                            | 06 | 09 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24        | 27 | 30 | 03 | 06 | 09 | 12 |     | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 |  |  |  |
| 1   | RESIDÊNCIA TCC  | 192 dias                    | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 2   | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                                | 7 dias                      | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 7   | INFRAESTRUTURA  | 40 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 28  | PILARES E PAREDES 1° PAVIM                            | 19 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 29  | Pilares   | 7.57 dias                   | [Barra horizontal preta] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 30  | Formas para pilares em chapa compensada - fabricação  | 1.61 dias                   | [Barra horizontal cinza] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 31  | Formas para pilares em chapa compensada - montagem    | 1.05 dias                   | [Barra horizontal cinza] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 32  | Armadura de aço                                       | 3.61 dias                   | [Barra horizontal cinza] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 33  | Concreto virado em obra                               | 1.03 dias                   | [Barra horizontal cinza] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 34  | Aplicação e adensamento do concreto                   | 0.85 dias                   | [Barra horizontal cinza] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 35  | Formas para pilares em chapa compensada - desmontagem | 0.45 dias                   | [Barra horizontal cinza] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 36  | Alvenaria   | 10.94 dias                  | [Barra horizontal preta] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 37  | Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm                 | 6.17 dias                   | [Barra horizontal preta] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 38  | Alvenaria de vedação em cerâmica 30cm                 | 0.29 dias                   | [Barra horizontal preta] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 39  | Muro em alvenaria cerâmica 15cm                       | 3.89 dias                   | [Barra horizontal preta] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 40  | Vergas  | 0.58 dias                   | [Barra horizontal preta] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 41  | Verga e contraverga em concreto armado                | 0.58 dias                   | [Barra horizontal preta] 100% |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 42  | SUPERESTRUTURA 1° PAVIM                               | 26 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 61  | PILARES E PAREDES 2° PAVIM                            | 14 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 75  | SUPERESTRUTURA 2° PAVIM                               | 15 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 89  | COBERTURA E PLATIBANDAS                               | 18 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 111 | CONTRAPISO  | 7 dias                      | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 115 | REVESTIMENTOS EXTERNOS                                | 25 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |
| 119 | REVESTIMENTOS INTERNOS                                | 21 dias                     | [Barra horizontal preta]      |    |    |    |    |    |    |           |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |  |  |  |

Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco

|     |   | Cronograma TCC - Controle   |                          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
|-----|---|-----------------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|--|--|--|
| Id  | Nome da tarefa                                      | Duração da<br>Linha de Base | Maio 2016                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Junho 2016 |    |    |    |    |    |    | Julho 2016 |    |    |    |  |  |  |
|     |   |                             | 24                       | 27 | 30 | 03 | 06 | 09 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 02 | 05         | 08 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26         | 29 | 02 | 05 |  |  |  |
| 1   | RESIDÊNCIA TCC                                      | 192 dias                    | [Barra de linha de base] |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 2   | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                              | 7 dias                      | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 7   | INFRAESTRUTURA                                      | 40 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 28  | PILARES E PAREDES 1° PAVIM                          | 19 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 42  | SUPERESTRUTURA 1° PAVIM                             | 26 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 43  | Vigas   | 14.37 dias                  | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 44  | Formas para vigas em chapa compensada - fabricação  | 5.06 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 45  | Formas para vigas em chapa compensada - montagem    | 4.68 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 46  | Escoramento de vigas com escoras - fabricação       | 0.67 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 47  | Escoramento de vigas com escoras - montagem         | 0.33 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 48  | Armadura de aço                                     | 10.9 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 49  | Aplicação e adensamento do concreto                 | 1.29 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 50  | Escoramento de vigas com escoras - desmontagem      | 0.07 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 51  | Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 1.51 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 52  | Lajes   | 10.56 dias                  | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 53  | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm       | 6.47 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 54  | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm       | 4.09 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 55  | Escada  | 1.59 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 56  | Forma para escada em chapa compensada - fabricação  | 0.61 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 57  | Forma para escada em chapa compensada - montagem    | 0.44 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 58  | Armadura de aço                                     | 0.78 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 59  | Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.19 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 60  | Forma para escada em chapa compensada - desmontagem | 0.19 dias                   | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 61  | PILARES E PAREDES 2° PAVIM                          | 14 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 75  | SUPERESTRUTURA 2° PAVIM                             | 15 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 89  | COBERTURA E PLATIBANDAS                             | 18 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 111 | CONTRAPISO  | 7 dias                      | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 115 | REVESTIMENTOS EXTERNOS                              | 25 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |
| 119 | REVESTIMENTOS INTERNOS                              | 21 dias                     | [Barra]                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |  |  |  |

Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco

|     |  | Cronograma TCC - Controle   |                          |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-----|--|-----------------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Id  | Nome da tarefa   | Duração da<br>Linha de Base | 2016                     |    |    |    |    |    |    | Junho 2016 |    |    |    |    |    |    | Julho 2016 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|     |  |                             | 06                       | 09 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27         | 30 | 02 | 05 | 08 | 11 | 14 | 17         | 20 | 23 | 26 | 29 | 02 | 05 | 08 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 |  |
| 1   | RESIDÊNCIA TCC   | 192 dias                    | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 2   | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                                   | 7 dias                      | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 7   | INFRAESTRUTURA   | 40 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 28  | PILARES E PAREDES 1° PAVIM                               | 19 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 42  | SUPERESTRUTURA 1° PAVIM                                  | 26 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 61  | PILARES E PAREDES 2° PAVIM                               | 14 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 62  | Pilares  | 5.32 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 63  | Formas para pilares em chapa compensada - fabricação     | 1.14 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 64  | Formas para pilares em chapa compensada - montagem       | 0.75 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 65  | Armadura de aço  | 2.55 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 66  | Concreto virado em obra, britas 1 e 2, controle B, 20MPa | 0.69 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 67  | Aplicação e adensamento do concreto                      | 0.57 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 68  | Formas para pilares em chapa compensada - desmontagem    | 0.32 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 69  | Alvenaria  | 5.91 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 70  | Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm                    | 5.91 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 71  | Vergas   | 1.56 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 72  | Verga e contraverga em concreto armado moldado in loco   | 1.56 dias                   | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 73  | Acabamentos  | 1.1 dias                    | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 74  | Detalhes em alvenaria                                    | 1.1 dias                    | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 75  | SUPERESTRUTURA 2° PAVIM                                  | 15 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 89  | COBERTURA E PLATIBANDAS                                  | 18 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 111 | CONTRAPISO   | 7 dias                      | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 115 | REVESTIMENTOS EXTERNOS                                   | 25 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 119 | REVESTIMENTOS INTERNOS                                   | 21 dias                     | [Barra horizontal preta] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco

| Cronograma TCC - Controle |   |                          |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|---------------------------|---|--------------------------|------------|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
| Id                        | Nome da tarefa                                      | Duração da Linha de Base | Junho 2016 |    |    |    |    | Julho 2016 |    |    |    |    | Agosto 2016 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|                           |   |                          | 30         | 02 | 05 | 08 | 11 | 14         | 17 | 20 | 23 | 26 | 29          | 02 | 05 | 08 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 29 | 01 | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 |  |  |
| 1                         | RESIDÊNCIA TCC                                      | 192 dias                 |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 2                         | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                              | 7 dias                   |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 7                         | INFRAESTRUTURA                                      | 40 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 28                        | PILARES E PAREDES 1° PAVIM                          | 19 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 42                        | SUPERESTRUTURA 1° PAVIM                             | 26 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 61                        | PILARES E PAREDES 2° PAVIM                          | 14 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 75                        | SUPERESTRUTURA 2° PAVIM                             | 15 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 76                        | Vigas   | 6.37 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 77                        | Formas para vigas em chapa compensada - fabricação  | 2.52 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 78                        | Formas para vigas em chapa compensada - montagem    | 2.33 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 79                        | Escoramento de vigas com escoras - fabricação       | 0.14 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 80                        | Escoramento de vigas com escoras - montagem         | 0.05 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 81                        | Armadura de aço                                     | 4.43 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 82                        | Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.58 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 83                        | Escoramento de vigas com escoras - desmontagem      | 0.04 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 84                        | Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 0.75 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 85                        | Lajes   | 9.08 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 86                        | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm       | 7.41 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 87                        | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm       | 0.68 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 88                        | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 40cm       | 0.99 dias                |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 89                        | COBERTURA E PLATIBANDAS                             | 18 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 111                       | CONTRAPISO  | 7 dias                   |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 115                       | REVESTIMENTOS EXTERNOS                              | 25 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 119                       | REVESTIMENTOS INTERNOS                              | 21 dias                  |            |    |    |    |    |            |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |

Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco

|     |   | Cronograma TCC - Controle   |                  |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
|-----|---|-----------------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|---------------|----|----|----|----|----|----|
| Id  | Nome da tarefa                                      | Duração da<br>Linha de Base | 5                |    |    |    |    |    |    | Julho 2016 |    |    |    |    |    |    | Agosto 2016 |    |    |    |    |    |    | Setembro 2016 |    |    |    |    |    |    |
|     |   |                             | 11               | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 29 | 02         | 05 | 08 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23          | 26 | 29 | 01 | 04 | 07 | 10 | 13            | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 31 |
| 1   | RESIDÊNCIA TCC                                      | 192 dias                    | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 2   | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                              | 7 dias                      | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 7   | INFRAESTRUTURA                                      | 40 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 28  | PILARES E PAREDES 1º PAVIM                          | 19 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 42  | SUPERESTRUTURA 1º PAVIM                             | 26 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 61  | PILARES E PAREDES 2º PAVIM                          | 14 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 75  | SUPERESTRUTURA 2º PAVIM                             | 15 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 89  | COBERTURA E PLATIBANDAS                             | 18 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 90  | Platibanda  | 10.41 dias                  | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 91  | Platibanda em cerâmica 15cm                         | 4.01 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 92  | Pilaretes   | 2.61 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 93  | Formas para pilares em compensado - fabricação      | 0.86 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 94  | Formas para pilares em compensado - montagem        | 0.56 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 95  | Armadura de aço                                     | 2.17 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 96  | Concreto virado em obra                             | 0.31 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 97  | Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.25 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 98  | Formas para pilares em compensado - desmontagem     | 0.18 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 99  | Vigas respaldo                                      | 3.8 dias                    | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 100 | Formas para vigas em compensado - fabricação        | 1.49 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 101 | Formas para vigas em compensado - montagem          | 1.38 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 102 | Armadura de aço                                     | 2.41 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 103 | Concreto virado em obra                             | 0.6 dias                    | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 104 | Aplicação e adensamento do concreto                 | 0.49 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 105 | Formas para vigas em chapa compensada - desmontagem | 0.44 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 106 | Estrutura   | 4.87 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 107 | Estrutura em madeira                                | 4.87 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 108 | Telhas  | 2.9 dias                    | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 109 | Telha de fibrocimento                               | 2.86 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 110 | Cumeeira  | 0.06 dias                   | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 111 | CONTRAPISO  | 7 dias                      | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 115 | REVESTIMENTOS EXTERNOS                              | 25 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |
| 119 | REVESTIMENTOS INTERNOS                              | 21 dias                     | [Barra de Gantt] |    |    |    |    |    |    |            |    |    |    |    |    |    |             |    |    |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |

Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco

| Cronograma TCC - Controle |  |                          |  |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|--|--------------------------|--|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Id                        | Nome da tarefa                             | Duração da Linha de Base | Julho 2016                             |    |    |    |    | Agosto 2016 |    |    |    |    | Setembro 2016 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                           |  |                          | 02                                     | 05 | 08 | 11 | 14 | 17          | 20 | 23 | 26 | 29 | 01            | 04 | 07 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 28 | 31 | 03 | 06 | 09 | 12 | 15 | 18 |
| 1                         | RESIDÊNCIA TCC                             | 192 dias                 | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2                         | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO                     | 7 dias                   | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7                         | INFRAESTRUTURA                             | 40 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 28                        | PILARES E PAREDES 1º PAVIM                 | 19 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 42                        | SUPERESTRUTURA 1º PAVIM                    | 26 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 61                        | PILARES E PAREDES 2º PAVIM                 | 14 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 75                        | SUPERESTRUTURA 2º PAVIM                    | 15 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 89                        | COBERTURA E PLATIBANDAS                    | 18 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 111                       | CONTRAPISO                                 | 7 dias                   | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 112                       | Apiloamento manual de terreno              | 2.1 dias                 | [Barra de Gantt cinza, 100% concluída] |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 113                       | Lastro de brita 3 e 4 apiloado manualmente | 1.22 dias                | [Barra de Gantt cinza, 100% concluída] |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 114                       | Lastro de concreto (contrapiso)            | 3.5 dias                 | [Barra de Gantt cinza, 100% concluída] |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 115                       | REVESTIMENTOS EXTERNOS                     | 25 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 119                       | REVESTIMENTOS INTERNOS                     | 21 dias                  | [Barra de Gantt preta]                 |    |    |    |    |             |    |    |    |    |               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

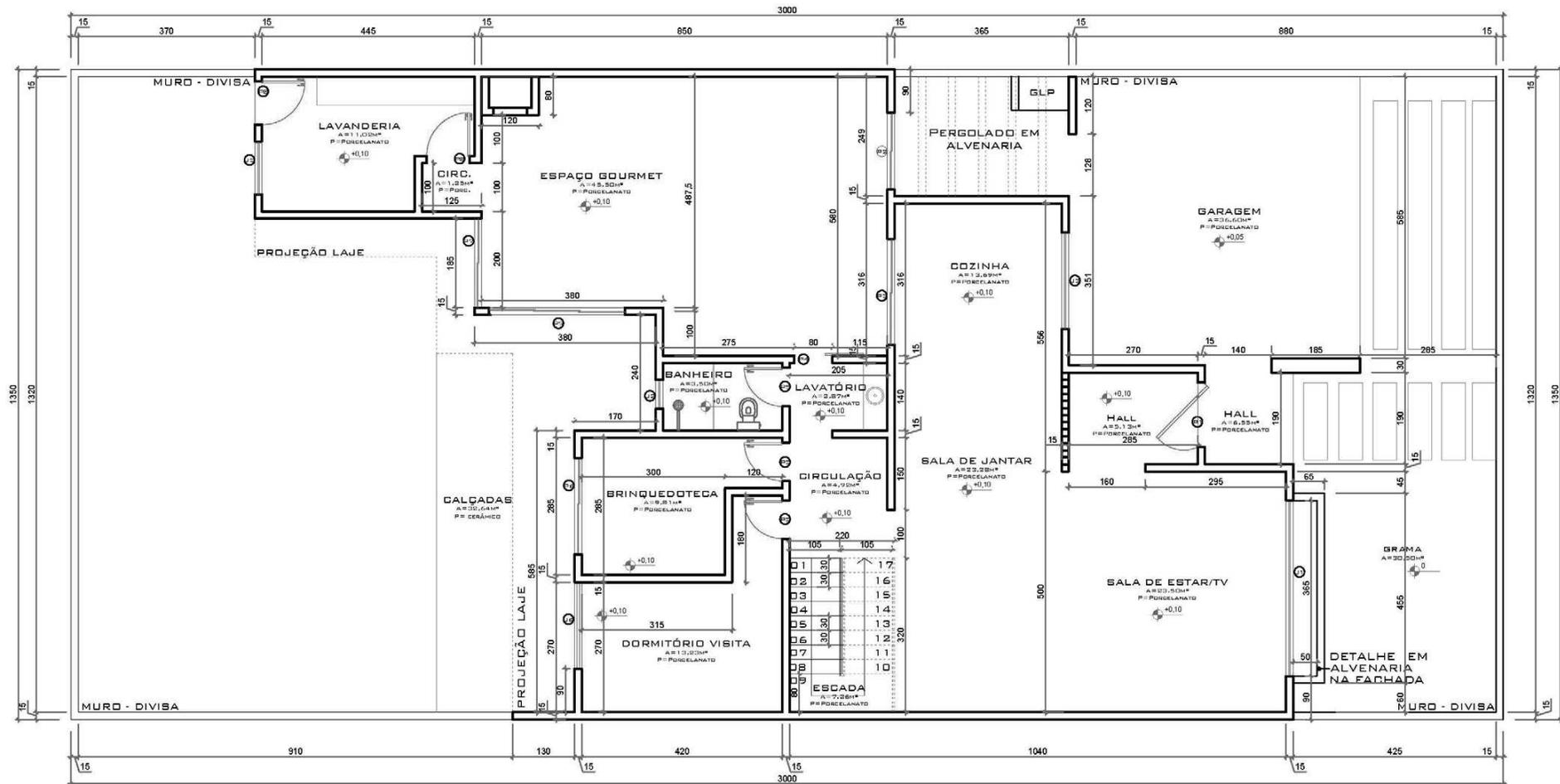
**Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco**

| Cronograma TCC - Controle |                            |                             |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|----|
| Id                        | Nome da tarefa             | Duração da<br>Linha de Base | Ago-16 |    |    |    | Set-16 |    |    |    | Out-16 |    |    |    |    |    |    |
|                           |                            |                             | 10     | 17 | 24 | 31 | 07     | 14 | 21 | 28 | 04     | 11 | 18 | 25 | 02 | 09 | 16 |
| 1                         | RESIDÊNCIA TCC             | 192 dias                    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 2                         | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO     | 7 dias                      |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 7                         | INFRAESTRUTURA             | 40 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 28                        | PILARES E PAREDES 1° PAVIM | 19 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 42                        | SUPERESTRUTURA 1° PAVIM    | 26 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 61                        | PILARES E PAREDES 2° PAVIM | 14 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 75                        | SUPERESTRUTURA 2° PAVIM    | 15 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 89                        | COBERTURA E PLATIBANDAS    | 18 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 111                       | CONTRAPISO                 | 7 dias                      |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 115                       | REVESTIMENTOS EXTERNOS     | 25 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 116                       | Argamassas                 | 25.44 dias                  |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 117                       | Chapisco externo e = 5mm   | 3.83 dias                   |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 118                       | Emboço externo e = 30mm    | 21.61 dias                  |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |
| 119                       | REVESTIMENTOS INTERNOS     | 21 dias                     |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |    |    |

Continuação Apêndice B – Cronograma de Gantt com linha de base traçada em branco

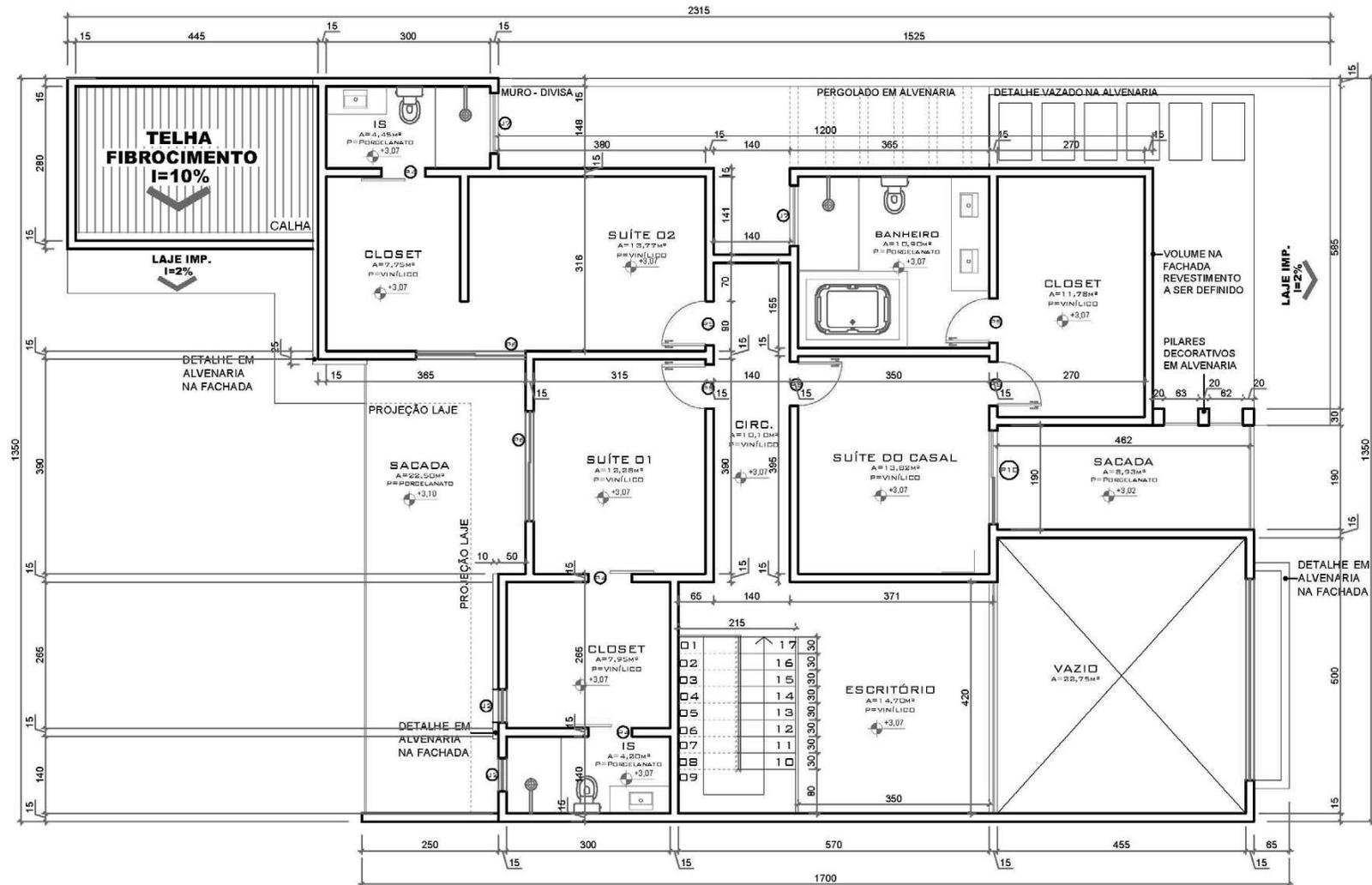
| Cronograma TCC - Controle |                            |                          |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------|----|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|----|
| Id                        | Nome da tarefa             | Duração da Linha de Base | Ago-16 |    |    |    |    | Set-16 |    |    |    | Out-16 |    |    |    | Nov-16 |    |    |    | De |
|                           |                            |                          | 31     | 07 | 14 | 21 | 28 | 04     | 11 | 18 | 25 | 02     | 09 | 16 | 23 | 30     | 06 | 13 | 20 |    |
| 1                         | RESIDÊNCIA TCC             | 192 dias                 |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 2                         | INSTALAÇÃO DO CANTEIRO     | 7 dias                   |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 7                         | INFRAESTRUTURA             | 40 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 28                        | PILARES E PAREDES 1° PAVIM | 19 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 42                        | SUPERESTRUTURA 1° PAVIM    | 26 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 61                        | PILARES E PAREDES 2° PAVIM | 14 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 75                        | SUPERESTRUTURA 2° PAVIM    | 15 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 89                        | COBERTURA E PLATIBANDAS    | 18 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 111                       | CONTRAPISO                 | 7 dias                   |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 115                       | REVESTIMENTOS EXTERNOS     | 25 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 119                       | REVESTIMENTOS INTERNOS     | 21 dias                  |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 120                       | Argamassas                 | 20.59 dias               |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 121                       | Chapisco interno e = 5mm   | 3.38 dias                |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |
| 122                       | Emboço interno e = 30mm    | 17.21 dias               |        |    |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |        |    |    |    |    |

Apêndice C – Planta baixa do pavimento térreo da residência



**PLANTA BAIXA TÉRREO**  
**ÁREA TÉRREO: 234,86m²**

Apêndice D – Planta baixa do pavimento superior da residência



**PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR**

**ÁREA PAVIMENTO SUPERIOR: 145,01m<sup>2</sup>**

**ÁREA TOTAL CONSTRUIDA: 379,86 m<sup>2</sup>**

Apêndice E – Diagrama de rede do projeto



## Apêndice F – Resumo das atividades com os respectivos códigos

| ITEM | ATIVIDADE                                      |
|------|--|
| 1    | <b>PROJETO RESIDENCIAL TCC</b>                 |
| 2    | <b>INSTALAÇÃO DO CANTEIRO</b>                  |
| 3    | Tapumes em chapa metálica                      |
| 4    | Portão provisório                              |
| 5    | Abrigo provisório                              |
| 6    | Locação da obra, execução do gabarito          |
| 7    | <b>INFRAESTRUTURA</b>                          |
| 8    | ESTACAS  |
| 9    | Armadura de aço                                |
| 10   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 11   | SERVIÇOS GERAIS                                |
| 12   | Escavação manual de valas em solo              |
| 13   | Regularização de fundo de vala                 |
| 14   | <b>BLOCOS DA FUNDAÇÃO</b>                      |
| 15   | Formas em madeira dos blocos - fabricação      |
| 16   | Formas em madeira dos blocos - montagem        |
| 17   | Armadura de aço                                |
| 18   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 19   | Formas em madeira dos blocos - desmontagem     |
| 20   | <b>VIGAS BALDRAME</b>                          |
| 21   | Formas em madeira das vigas - fabricação       |
| 22   | Formas em madeira das vigas - montagem         |
| 23   | Armadura de aço                                |
| 24   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 25   | Formas em madeira das vigas - desmontagem      |
| 26   | Impermeabilização da viga baldrame             |
| 27   | Reaterro manual das valas                      |
| 28   | <b>PILARES E PAREDES 1º PAVIMENTO</b>          |
| 29   | PILARES  |
| 30   | Formas para pilares - fabricação               |
| 31   | Formas para pilares - montagem                 |
| 32   | Armadura de aço                                |
| 33   | Concreto moldado em obra, 20MPa                |
| 34   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 35   | Formas para pilares - desmontagem              |
| 36   | <b>ALVENARIA DE PEÇAS CERÂMICAS</b>            |
| 37   | Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm          |
| 38   | Alvenaria de vedação em cerâmica 30cm          |
| 39   | Muro em alvenaria cerâmica 15cm                |
| 40   | <b>VERGAS E CONTRAVERGAS</b>                   |
| 41   | Verga e contraverga em concreto armado         |
| 42   | <b>SUPERESTRUTURA 1º PAVIMENTO</b>             |
| 43   | VIGAS  |
| 44   | Formas para vigas - fabricação                 |
| 45   | Formas para vigas - montagem                   |
| 46   | Escoramento de vigas com escoras - fabricação  |
| 47   | Escoramento de vigas com escoras - montagem    |
| 48   | Armadura de aço                                |
| 49   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 50   | Escoramento de vigas com escoras - desmontagem |
| 51   | Formas para vigas - desmontagem                |
| 52   | LAJES  |
| 53   | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm  |
| 54   | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm  |
| 55   | ESCADA   |
| 56   | Forma para escada - fabricação                 |
| 57   | Forma para escada - montagem                   |
| 58   | Armadura de aço                                |
| 59   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 60   | Forma para escada - desmontagem                |

| ITEM | ATIVIDADE                                      |
|------|--|
| 61   | <b>PAREDES E VERGAS 2º PAVIMENTO</b>           |
| 62   | PILARES  |
| 63   | Formas para pilares - fabricação               |
| 64   | Formas para pilares - montagem                 |
| 65   | Armadura de aço                                |
| 66   | Concreto moldado em obra, 20MPa                |
| 67   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 68   | Formas para pilares - desmontagem              |
| 69   | <b>ALVENARIA DE PEÇAS CERÂMICAS</b>            |
| 70   | Alvenaria de vedação em cerâmica 15cm          |
| 71   | <b>VERGAS E CONTRAVERGAS</b>                   |
| 72   | Verga e contraverga em concreto armado         |
| 73   | ACABAMENTOS                                    |
| 74   | Detalhes em alvenaria                          |
| 75   | <b>SUPERESTRUTURA 2º PAVIMENTO</b>             |
| 76   | VIGAS  |
| 77   | Formas para vigas - fabricação                 |
| 78   | Formas para vigas - montagem                   |
| 79   | Escoramento de vigas com escoras - fabricação  |
| 80   | Escoramento de vigas com escoras - montagem    |
| 81   | Armadura de aço                                |
| 82   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 83   | Escoramento de vigas com escoras - desmontagem |
| 84   | Formas para vigas - desmontagem                |
| 85   | LAJES  |
| 86   | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 10cm  |
| 87   | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 30cm  |
| 88   | Laje pré-fabricada treliçada com EPS e = 40cm  |
| 89   | <b>COBERTURA E PLATIBANDAS</b>                 |
| 90   | PLATIBANDA                                     |
| 91   | Platibanda em alvenaria cerâmica 15cm          |
| 92   | PILARETES                                      |
| 93   | Formas para pilares - fabricação               |
| 94   | Formas para pilares - montagem                 |
| 95   | Armadura de aço                                |
| 96   | Concreto moldado em obra, 20MPa                |
| 97   | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 98   | Formas para pilares - desmontagem              |
| 99   | VIGAS RESPALDO                                 |
| 100  | Formas para vigas - fabricação                 |
| 101  | Formas para vigas - montagem                   |
| 102  | Armadura de aço                                |
| 103  | Concreto moldado em obra, 20MPa                |
| 104  | Aplicação e adensamento do concreto            |
| 105  | Formas para vigas - desmontagem                |
| 106  | <b>ESTRUTURA DA COBERTURA</b>                  |
| 107  | Estrutura em madeira                           |
| 108  | TELHAS   |
| 109  | Telha de fibrocimento 8mm                      |
| 110  | Cumeeira                                       |
| 111  | <b>CONTRAPISO</b>                              |
| 112  | Apiloamento manual de terreno                  |
| 113  | Lastro de brita 3 e 4 apiloado manualmente     |
| 114  | Lastro de concreto (contrapiso)                |
| 115  | <b>REVESTIMENTO DE PAREDES INTERNAS</b>        |
| 116  | ARGAMASSAS                                     |
| 117  | Chapisco interno e = 5mm                       |
| 118  | Emboço interno e = 30mm                        |
| 119  | <b>REVESTIMENTO DE PAREDES EXTERNAS</b>        |
| 120  | ARGAMASSAS                                     |
| 121  | Chapisco externo e = 5mm                       |
| 122  | Emboço externo e = 30mm                        |