

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

DAIANA JUSTIMIANO DE ASSUNÇÃO

ESTUDO DE VERIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA DAS  
ATIVIDADES RELACIONADAS À ESTRUTURA EM EDIFÍCIO VERTICAL

Joinville

2018

DAIANA JUSTIMIANO DE ASSUNÇÃO

ESTUDO DE VERIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA DAS  
ATIVIDADES RELACIONADAS À ESTRUTURA EM EDIFÍCIO VERTICAL

Trabalho apresentado como requisito para  
obtenção do título de bacharel no Curso de  
Graduação em Engenharia Civil de  
Infraestrutura do Centro Tecnológico de  
Joinville da Universidade Federal de Santa  
Catarina.

Orientadora: Dra. Andréa H. Pfützenreuter

Joinville

2018

DAIANA JUSTIMIANO DE ASSUNÇÃO

ESTUDO DE VERIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA DAS  
ATIVIDADES RELACIONADAS À ESTRUTURA EM EDIFÍCIO VERTICAL

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

**Banca Examinadora:**

---

Dra. Arq. Andréa Holz Pfutzenreuter  
Orientadora/Presidente

---

Dr. Eng. Daniel Hastenpflug  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Me. Adm. Dilarimar Maria Costa  
Membro

---

Dra. Eng. Janaína Renata Garcia  
Membro Suplente

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ser meu guia e proteção e me proporcionar chegar até aqui e por todas as oportunidades que tem me dado.

À toda minha família, em especial aos meus pais, Adriana e Vanderlei, por acreditarem em mim e fazerem a realização desse sonho ser possível. Aos meus avós Dalva e Orestes, por todo amor, carinho e proteção que tem comigo. Aos meus irmãos Vanessa e Vinícius, anjos da minha vida. E a minha prima irmã Thais, por todas as conversas e momentos compartilhados. Vocês são fundamentais em minha vida.

À minha orientadora Andréa, a qual tenho grande admiração, por ter me guiado até aqui e ajudando nesse momento tão importante. O estímulo e atenção recebidos desde a primeira orientação foram essenciais.

À empresa a qual tive a oportunidade de estagiar e desenvolver meu trabalho de conclusão de final de curso. Muito obrigada por permitirem e fornecerem todos os dados os quais eu precisei.

À todas as pessoas incríveis que tive o privilégio de conhecer e trabalhar durante meu período na ESATI, onde adquiri crescimento e autoconhecimento.

Aos grandes amigos que o curso de Engenharia me deu, Claudia, Eduarda, Édina, Everton, Isabela, Jade, Jorge, Karine, Larissa, Lucas, Marceli, Nicole R. e Nicole S., levo vocês para toda a vida. E as amigas de longa data, Jessica, Diana, Lerene e Deborah que mesmo distantes sempre me apoiaram e vibraram juntas cada passo nessa trajetória. E a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui.

## RESUMO

O setor da construção civil no Brasil atualmente passa por um momento de crise econômica. Para as empresas do ramo manterem a competitividade no mercado é importante que possuam bom planejamento e controle reduzindo erros e retrabalhos e conseqüentemente o tempo de execução e os custos totais envolvidos. Em decorrência disto, este trabalho propõe a revisão e análise do histórico e da produtividade da mão de obra das atividades relacionadas a estrutura de um edifício multifamiliar localizado em Joinville-SC. Por meio de revisão do diário de obra obteve-se informações das principais ocorrências durante a execução do empreendimento, assim como o número de funcionários presentes em cada dia analisado. Também foram estudadas as planilhas de acompanhamento referentes a execução das atividades de armação e formas, identificando a duração de construção dos pavimentos e a produtividade da mão de obra de dois desses pavimentos, que correspondem ao pavimento mais crítico e o executado no menor tempo. O cronograma físico disponível da obra também foi analisado, deste, foram obtidas referencias para verificar o quanto a obra estudada está em atraso. Com auxílio dos dados retirados do histórico da obra, foi desenvolvida uma planilha de análise da quantidade de funcionários para os pavimentos tipo e identificadas as causas que resultaram no tempo de execução para cada pavimento. A obra é construída com método artesanal, com produção tanto para formas como para corte e dobra de armaduras in loco, o que gera maior duração para desenvolver essas atividades. O número de funcionários possui variação, cada dia é uma quantidade de pessoas diferente, e os trabalhadores não possuem plano bem definido em relação ao tempo para execução das atividades. A construtora atualmente trabalha com recursos financeiros próprios e limitados, por isso, a obra está sendo feita de forma mais lenta do que o ritmo normal de trabalho. Planejar e controlar os recursos e a finalidade destes, possibilita que os trabalhos sejam realizados com melhor aproveitamento, reduzindo os desperdícios e aumentando a qualidade da construção do empreendimento.

**Palavras-chave:** Construção civil. Planejamento. Produtividade. Acompanhamento.

## **ABSTRACT**

The construction industry in Brazil is currently experiencing a time of economic crisis. For companies in the industry to remain competitive in the market, it is important that they have good planning and control, reducing errors and rework, and consequently the execution time and the total costs involved. As a result, this work proposes the review and analysis of the history and productivity of the workforce related to the structure of a multi-family building located in Joinville-SC. Through a review of the work diary, information was obtained on the main occurrences during the execution of the project, as well as the number of employees present on each day analyzed. We also studied the accompanying worksheets regarding the execution of the framework activities, identifying the duration of construction of the pavements and the productivity of the workmanship of two of those pavements, which correspond to the most critical pavement and the one executed in the shortest time. The available physical schedule of the work was also analyzed, from this, references were obtained to verify how much the work studied is in arrears. With the help of data taken from the construction history, a worksheet was developed to analyze the number of employees for the type pavements and to identify the causes that resulted in the execution time for each pavement. The work is built with a craft method, with production for both shapes and for cutting and bending of armors in loco, which generates a longer duration to develop these activities. The number of employees varies, each day is a different number of people, and the workers do not have a well defined plan in relation to the time to perform the activities. The construction company currently works with its own limited financial resources, so the work is being done more slowly than the normal work pace. Planning and controlling the resources and the purpose of these, allows the work to be carried out with better use, reducing the waste and increasing the quality of the construction of the enterprise.

**Keywords:** Construction. Planning. Productivity. Attendance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de planilha de acompanhamento. ....	19
Figura 2 - Gráfico de Gantt. ....	22
Figura 3 - Índice de produtividade para formas (Hh/m <sup>2</sup> ). ....	25
Figura 4 - Índice de produtividade para armação (Hh/kg). ....	26
Figura 5 - Empreendimento estudado.....	29
Figura 6 - Diário de obra. ....	30
Figura 7 - a) corte e dobra armação. b) pilares prontos para içamento. ....	33
Figura 8 - a) montagem de pilares e formas de pilares. b) assoalhamento da laje. c) colocação de formas de vigas externas. d) escoramento da laje.....	34
Figura 9 - a) assoalho da laje concluído. b) laje com as armaduras. ....	35
Figura 10 - a) concretagem tipo 14. b) vista frontal da obra. ....	35
Figura 11 - Comparativo índices TCPO versus RUP armação Tipo 5 e Tipo 12.....	50
Figura 12 - Comparativo índices TCPO versus RUP formas Tipo 5 e Tipo 12.....	51

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Fases de atuação do setor de planejamento em uma obra. ....	17
Quadro 2 - Tipos de relacionamentos entre tarefas. ....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planilha de acompanhamento.....	31
Tabela 2 - Datas de início e término das atividades. ....	36
Tabela 3 - Atividades realizadas.....	38
Tabela 4 - Datas concretagens pavimentos Tipo. ....	39
Tabela 5 - Resultado dos quantitativos para armaduras tipo 5 e tipo 12. ....	41
Tabela 6 - Quantitativo para formas pavimentos tipo. ....	41
Tabela 7 - Modelo para análise efetivo pavimentos tipo.....	43
Tabela 8 - Produtividade armação Tipo 5 e Tipo 12 (RUP cíclica). ....	49
Tabela 9 - Produtividade formas Tipo 5 e Tipo 12 (RUP cíclica).....	50
Tabela 10 - Monitoramento para formas. ....	54
Tabela 11 - Monitoramento para armações. ....	54

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PIB- Produto Interno Bruto

MTE- Ministério do Trabalho e Emprego

PCP- Planejamento e Controle de Produção

EAP- Estrutura Analítica do Projeto

PBQP- Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

RUP- Razão Unitária de Produção

H- Homem

h- Hora

Qs- Quantidade de serviço

RUP pav- Razão Unitária de Produção por Pavimento

TCPO- Tabela de Composições de Preços e Orçamentos

Mín- Mínimo

Méd- Médio

Máx- Máximo

EPI- Equipamento de proteção individual

NR 18- Norma para Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção

Hh/m<sup>2</sup>- Hora homem por metro quadrado

Hh/kg- Hora homem por quilo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS .....	13
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
1.2 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	13
1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	14
<b>2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
2.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO.....	16
<b>2.1.1 Diário de obras.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 Produção protegida (Shielding Production).....</b>	<b>18</b>
2.2 CRONOGRAMA DE OBRAS.....	19
2.3 PRODUTIVIDADE .....	23
2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO .....	26
<b>3 CARACTERIZAÇÃO .....</b>	<b>28</b>
3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO EMPREENDIMENTO .....	28
<b>3.1.1 O processo de armação e formas.....</b>	<b>32</b>
<b>4 APRESENTAÇÃO DE DADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1 CRONOGRAMAS .....	36
4.2 RAZÃO UNITÁRIA DE PRODUÇÃO (RUP) .....	40
<b>5 ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>42</b>
5.1 CRONOGRAMAS, DIÁRIO DE OBRA E PLANILHAS DE ACOMPANHAMENTO.....	42
5.2 RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE RUP.....	48
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE A – QUANTITATIVO DE AÇO PILARES TIPO 5.....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE B – QUANTITATIVO DE AÇO PILARES TIPO 12.....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE C – QUANTITATIVO DE AÇO VIGAS PERIFÉRICAS PAVIMENTOS TIPO.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE D – QUANTITATIVO DE AÇO VIGAS ELEVADOR PAVIMENTOS TIPO.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE E – QUANTITATIVO DE AÇO VIGAS ESCADA PAVIMENTOS TIPO.....</b>	<b>70</b>

<b>APÊNDICE F – QUANTITATIVO DE AÇO VIGAS PROTENDIDAS PAVIMENTOS TIPO. ....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE G – QUANTITATIVO DE AÇO CABOS PROTENSÃO VERTICAL PAVIMENTOS TIPO. ....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE H – QUANTITATIVO DE AÇO CABOS PROTENSÃO HORIZONTAL PAVIMENTOS TIPO. ....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE I – QUANTITATIVO DE AÇO LAJE (POSITIVO) PAVIMENTOS TIPO. ....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE J – QUANTITATIVO DE AÇO LAJE (NEGATIVO) PAVIMENTOS TIPO. ....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE K – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 5). ....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE L – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 6). ....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE M – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 7). ....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE N – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 8). ....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE O – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 9). ....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE P – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 10). ....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE Q – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 11). ....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE R – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 12). ....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE S – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 13). ....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE T – ANÁLISE EFETIVO PLANEJADO X EXECUTADO (TIPO 14). ....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE U- PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO MODIFICADA. ....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO A – CRONOGRAMA FÍSICO, MEDIÇÃO SETEMBRO 2018. ....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO B - RELATÓRIO GERENCIAL PCP (SETEMBRO 2018). ....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO C - PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO PADRÃO. ....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos principais setores industriais da economia nacional. É responsável por 6,2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2014. Se incluído o setor construbusiness (produção de material de construção), o setor respondeu por cerca de 11,3% do PIB. De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), o setor empregou cerca de 7,3% da mão de obra em 2012 no país, que corresponde a mais de 2,8 milhões de trabalhadores (BRADESCO, 2017).

Todavia, mesmo com essa relevância na economia, ainda há no setor da construção civil um atraso tecnológico. Alguns dos fatores que justificam este atraso são a falta de investimento em todos os processos construtivos; falta de profissionais bem treinados, o que implica em grandes perdas de produtividade; indústria tradicional e resistente a mudanças, dentre outros (ALVES, 2017).

Segundo Mattos (2010), as empresas entenderam que o investimento em gestão e controle de processos é inevitável para definir seus indicadores de prazo, custo, lucro, retorno sobre o investimento e fluxo de caixa.

Deficiência no planejamento e no controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos. [...] Planejar é garantir de certa maneira a perpetuidade da empresa pela capacidade que os gerentes ganham de dar respostas rápidas e certeiras por meio do monitoramento da evolução do empreendimento e do eventual redirecionamento estratégico. (MATTOS, 2010, p.21).

Ainda considerando o setor em questão, o planejamento é fundamental para assegurar o sucesso de qualquer empreendimento (GOLDMAN, 20014). A sua eficácia é a garantia de qualidade e produtividade das obras, economia de materiais, serviços entre outros (ROCHA, 2018).

O objetivo deste trabalho é realizar a verificação do planejamento e controle da execução de um edifício multifamiliar na cidade de Joinville/SC. A metodologia do estudo de caso, segundo Gil (2008), é caracterizada pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado. Sendo assim, foram observados o histórico da obra, os atrasos na entrega final, os motivos que causaram estes atrasos, e a produtividade dos funcionários para determinadas atividades.

Para entender e conceituar os métodos de análise empregados que se adéquem às condições do cenário da obra analisada, iniciou-se uma pesquisa bibliográfica referente aos métodos de planejamento aplicados na construção civil.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Realizar o estudo de verificação de planejamento e controle à execução das atividades da estrutura de edifício vertical na cidade de Joinville-SC.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Entender o processo de planejamento para a execução da estrutura dos pavimentos tipo do edifício;
- Identificar os atrasos e as causas na execução dos pavimentos tipo e os retrabalhos;
- Analisar o diário de obra e as planilhas de acompanhamento do empreendimento.

## 1.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia está baseada em revisão bibliográfica de material teórico nacional e internacional, a respeito dos métodos e ferramentas de planejamento abordados, servindo como base para o desenvolvimento do trabalho. Dentre estes materiais, encontram-se livros, artigos científicos, teses e periódicos.

A metodologia da pesquisa deste trabalho é um estudo de caso. O objetivo desta pesquisa é a análise do planejamento elaborado para a execução de um edifício multifamiliar, visando o entendimento e identificação das causas dos atrasos e retrabalhos da obra, afim de aprimorar o método de controle e planejamento e evitar que posteriormente os mesmos equívocos que levaram à atrasos na obra sejam cometidos novamente.

Quanto aos objetivos, a pesquisa se delinea como explicativa/causal, pois, a partir de bibliografias já existentes, foram feitas as análises do histórico da obra, tendo embasamento para aferir os erros cometidos e soluções para um replanejamento adequado, com o intuito de

melhorar o cronograma da obra, buscando sempre viabilidade econômica e redução de prazos nas execuções das etapas.

Primeiramente, foi realizada coleta dos dados da obra, obtendo informações das datas de cada processo para o início da construção do empreendimento, com auxílio das informações relatadas no diário de obras e planilhas de acompanhamento preenchidas diariamente na obra. Paralelamente foram analisados os cronogramas elaborados pela equipe de planejamento da construtora responsável pelo empreendimento, que é o primeiro cronograma aprovado pela diretoria da empresa, analisando as principais causas dos atrasos. Também foram verificados os projetos estruturais para obtenção dos quantitativos dos elementos que compõem a estrutura (pilares, vigas, laje e formas), e assim os cálculos de produtividade do empreendimento.

A partir desses materiais e informações foram analisados os índices de produtividade, quais melhorias podem ser implementadas e quais processos são eficientes na construtora.

### 1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho é composto por seis capítulos, sendo o primeiro, o capítulo de introdução que descreve a justificativa e os objetivos do trabalho. O segundo capítulo descreve a fundamentação teórica que foi utilizada na pesquisa, apresenta-se a importância do planejamento na construção civil, ferramentas para o planejamento como a utilização do diário de obras e planilhas de acompanhamento dos serviços e o cronograma de obras. O capítulo 3 descreve a caracterização da pesquisa, descrição do empreendimento e o sistema utilizado. A apresentação dos dados está descrita no quarto capítulo e os resultados obtidos no capítulo 5. Por fim, no último capítulo, apresentam-se as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CONSTRUÇÃO

Após a Revolução Industrial deu-se início a produção de bens de consumo, onde foi possível a produção e criação dos meios para o consumo em massa. Desde então os sistemas de Planejamento e Controle de Produção (PCP) são utilizados e aprimorados dentro da ciência da Administração (LUSTOSA et al., 2008).

Segundo Burbidge (1981, p. 21), o PCP “[...] é a função da administração relacionada com o planejamento, direção e controle do suprimento de materiais e das atividades de processo em uma empresa.” Sua implementação tem como benefícios o gerenciamento eficiente do fluxo de material e a utilização de recursos (pessoas e equipamentos) conforme a necessidade do cliente. Proporciona informações que permitem aos gerentes realizar tomadas de decisões efetivas de acordo com a rotina da empresa (BRAGA, 2012).

O PCP possui as seguintes funções: emissão de ordens de produção, programação das ordens de fabricação, definição das quantidades a produzir, movimentação das ordens de fabricação, gestão de estoques e acompanhamento da produção (RUSSOMANO, 2000).

Para Tubino (2009) o acompanhamento e controle de produção vinculam o planejamento e a execução das atividades, assim identificando as não conformidades e auxiliando nas tomadas de decisões.

Busca-se com o planejamento o modelo de sucesso, independentemente de onde seja implantado, deve ser considerado como essencial dentro de uma empresa (LIMMER, 1997). Portanto, planejar bem previne o retrabalho, pois evita execução desorganizada e por consequência diminui os gastos. É comum verificar falhas no processo de planejamento quando há abandono prematuro do plano elaborado, falta de confiança do plano, visão limitada do gerente e modismo (PEREIRA, 2016).

A finalidade do planejamento segundo Oliveira (1999) pode ser entendida como o desenvolvimento de processos, técnicas e atitudes administrativas que propiciam a possibilidade de analisar as consequências no futuro das tomadas de decisões presentes, com o propósito de facilitar as decisões com mais rapidez, eficiência e eficácia. Ou seja, a função

do planejamento é reduzir a incerteza envolvida no processo de decisão e ter como resultado o aumento da probabilidade de atingir os objetivos traçados pela empresa.

Segundo Goldman (2004) a necessidade de organização no setor da construção civil acarretou o surgimento do planejamento. É preciso uma gama de informações da obra para que o planejamento seja elaborado de forma correta. Dentre elas pode-se citar as informações mensais de entrada e saída de materiais, gastos, utilização e quantidade de materiais; as previsões de despesas, planilhas que mostrem as produções efetuadas em obra e os históricos técnicos de materiais e serviços.

## 2.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Ao realizar o planejamento da obra o gestor retém alto grau de conhecimento do empreendimento, e conseqüentemente maior eficiência para o direcionamento da execução dos trabalhos (MATTOS, 2010). Alguns benefícios descritos pelo autor, que o planejamento de obras proporciona, são:

- conhecimento pleno da obra;
- detecção de situações desfavoráveis;
- agilidade de decisões;
- relação com o orçamento;
- otimização da alocação de recursos;
- referência para acompanhamento;
- padronização;
- referência para metas;
- documentação e rastreabilidade;
- criação de dados históricos;
- profissionalismo.

O planejamento das atividades de uma obra exige permanente coordenação com o planejamento dos métodos, dos recursos, do canteiro de obras e suas instalações. Após repetidos estudos e preparações, é possível obter um planejamento que atenda aos requisitos gerais do empreendimento e satisfaça os critérios de otimização do processo de construção (GEHBAUER et al., 2002).

Há diversas fases de uma obra em que o setor de planejamento atua. O Quadro 1 apresenta as fases e suas respectivas componentes:

Quadro 1 - Fases de atuação do setor de planejamento em uma obra.

<b>Fase</b>	<b>Dados necessários</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Setores envolvidos</b>
<b>A- Viabilidade da construção</b>	Projeto arquitetônico Especificações técnica e de acabamento Prazo da obra	Viabilidade do empreendimento	Vendas Financeiro Arquitetura
<b>B- Planejamento técnico-econômico da construção</b>	Projeto arquitetônico completo Projeto de cálculo estrutural completo Projeto de instalações completas Especificações técnica e de acabamento	Quadro de áreas registro de imóveis Orçamento detalhado da obra Relatórios para acompanhamento Cronograma físico-financeiro	Arquitetura/projetos Engenharia de produção Jurídico/ contabilidade Financeiro/ compras
<b>C- Controle físico-financeiro da construção</b>	Previsão financeira	Controle físico-financeiro da obra	Engenharia de produção Planejamento técnico Compras Contábil Arquitetura Financeiro
<b>D- Resultados</b>	Contratos e compras Consumos Gastos financeiros Produtividade Estoques	Análise dos resultados	Compras Produção Contabilidade

Fonte: Adaptado de Goldman (2004).

Podem-se destacar três elementos essenciais no planejamento de projetos de construção civil: tempo, custo e qualidade. Esses três conceitos estão intrinsecamente ligados com a produtividade do trabalho. A avaliação e o acompanhamento da produtividade de equipes de trabalho garantem a eficácia dos elementos citados acima (ULUBEYLI; KAZAZ; ER, 2014).

Segundo Mattos (2010), há no ramo da construção civil muitos planejamentos realizados de forma inadequada. O mesmo autor também aponta as causas de empresas que planejam, mas o fazem mal; outras que planejam bem, mas não fazem o controle; e também as que executam o projeto sem qualquer planejamento. A deficiência do planejamento pode gerar problemas sérios para a obra e a empresa executora, como atraso nas etapas de execução, estouro de orçamento, sendo que este último pode levar até mesmo a litígios judiciais.

As consequências de programações deficientes segundo Marques (2000) ocorrem por alguns motivos, como a programação muito resumida; programação estática; e não interação

entre prazos e custos. O processo de planejamento para o desempenho das empresas é fundamental. Entretanto, se não realizado de maneira adequada, perde sua eficiência refletindo na perda de potencialidades que poderia proporcionar (BERNARDES, 2001).

### **2.1.1 Diário de obras**

O diário de obras é uma ferramenta que identifica os acontecimentos do dia a dia da obra, relatando os itens mais importantes que ocorreram no canteiro de obras. O seu objetivo é a aplicação da melhoria contínua através da supervisão diária. Um modelo padrão do diário contém: o nome da obra, local da obra, condições climáticas, o total de dias programados para a execução da obra e a quantidade de dias trabalhados e faltantes, a quantidade de funcionários e pessoas efetivas na obra, quantidade de materiais recebidos, ocorrências dos materiais em atraso e as atividades executadas no dia (VISIOLI, 2002).

Também conhecido como livro de obra ou livro de ocorrências diárias, é uma ferramenta utilizada para o planejamento estratégico das obras, sendo a memória escrita das atividades realizadas. Auxilia como subsídio para confirmar autorias de trabalhos, sanar dúvidas e assegurar o cumprimento de ordens técnicas, assim como analisar as causas de falhas técnicas, gastos imprevistos e acidentes de trabalho (SIENGE, 2018).

### **2.1.2 Produção protegida (Shielding Production)**

A planilha de acompanhamento, também denominada de produção protegida (shielding production) é uma ferramenta destinada ao planejamento de curto prazo (programação em nível operacional que deve ser aferida em campo) e tem como objetivo realizar planos das atividades que serão designadas no período determinado (normalmente semanais). As análises são realizadas para verificar as tarefas planejadas e o seu cumprimento (LAUFER, 1992). A Figura 1 mostra um exemplo de uma planilha de acompanhamento.

Figura 1 - Modelo de planilha de acompanhamento.

LISTA DE TAREFAS SEMANAIS									
Término da semana:							Mestre:		
							Revisado por:		
Tarefa	S	T	Q	Q	S	S	D	Comentários	

Fonte: Adaptado de Laufer (1992).

De acordo com a planilha de acompanhamento da Figura 1 as atividades são definidas semanalmente, as equipes de trabalho para cada atividade devem ser preenchidas durante o período determinado e ao final de cada dia deve-se descrever se as atividades foram cumpridas e quando não cumpridas os motivos para não ocorrerem conforme o programado.

## 2.2 CRONOGRAMA DE OBRAS

O cronograma é a distribuição planejada das etapas de um projeto, sendo cada etapa com duração em horas, dias, semanas, meses ou anos. Estabelece a data de início e conclusão de um produto ou serviço, faz o acompanhamento do desenvolvimento das atividades e quantifica os resultados como lucratividade ou prejuízos de um projeto (WACHA; SILVA, 2014).

Segundo Barbosa (2005), o cronograma é uma das estratégias de execução que tem como objetivo estabelecer diretrizes macro, para o planejamento da obra; alguns tipos de cronogramas que podem ser gerados são: cronogramas físicos, cronogramas financeiros, cronogramas de mão de obra e equipamentos e cronogramas de suprimentos.

De acordo com Xavier (2016), a elaboração de um cronograma possui cinco passos principais:

- Elaboração da Estrutura Analítica do Projeto (EAP): base para iniciar um cronograma. É responsável pela organização e definição do escopo total do projeto;

- Identificação das atividades e marcos: após a realização da EAP, para cada entrega deve-se analisar se há necessidade ou não da decomposição das atividades, geralmente, uma atividade que envolva maior complexidade e tempo para sua execução, a decomposição torna-se útil;
- Identificação das dependências entre entregas, atividades e marcos: nesta etapa será realizada a sequência lógica das ocorrências das atividades. Serão estabelecidas as dependências entre as atividades no nível mais baixo de decomposição. Para o entendimento das dependências, é necessário o conhecimento de conceitos como: atividades predecessoras que são as atividades que começam ou terminam antes de outra atividade e as sucessoras que são atividades restritas à iniciar depois do início ou término de outra atividade. Também são importantes os conceitos entre os relacionamentos entre as tarefas como exemplifica o Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Tipos de relacionamentos entre tarefas.

<b>Tipos</b>	<b>Conceito</b>	<b>Exemplo</b>
<b>TI</b> <b>Término-início</b>	Sucessora só inicia após o término da tarefa predecessora	Telhado só inicia após o término das paredes
<b>II</b> <b>Início-início</b>	Sucessora só inicia após o início da tarefa predecessora	Serviços de terraplenagem devem começar ao mesmo tempo que os de topografia
<b>TT</b> <b>Término-término</b>	Sucessora termina com o término da tarefa predecessora	Homologação do produto é tarefa dependente da assinatura do cliente no relatório
<b>IT</b> <b>Início-término</b>	Término de uma tarefa depende do início da tarefa anterior	Computador antigo só pode ser desligado após o início do funcionamento do novo.

Fonte: Adaptado de Xavier (2016).

- Levantamentos dos recursos necessários e estimativa da duração das atividades: etapa responsável pelo levantamento de recursos como pessoas, equipamentos ou materiais, também é nesta etapa que se define o tempo necessário para a execução de cada atividade, pois a duração relaciona-se com a definição da equipe de trabalho e a produtividade desta;
- Gerar o cronograma: com a definição das etapas anteriores, é gerado um documento na forma gráfica ou tabular com as datas definidas de início e fim

de cada atividade. Este cronograma pode conter marcos (cronograma sumarizado com função de identificar os principais pontos de controle do projeto). Montado o cronograma, é preciso identificar qual tarefa possui o maior tempo de execução, que será denominada caminho crítico. Após a determinação do caminho crítico, deve-se priorizá-lo, adequando o cronograma de forma que o caminho crítico não tenha alterações que gerem atraso, pois um atraso nessa atividade implica no atraso final do término de todo o projeto.

Após a definição do cronograma físico, a próxima etapa é a determinação dos recursos financeiros necessários para o cumprimento das atividades, ou seja, a programação de distribuição de recursos e o cronograma gerado como resultado é o cronograma financeiro (QUEIROZ, 2011).

É importante que os prazos estabelecidos para cada atividade sejam cumpridos, assim permitindo o controle da construção. O setor do planejamento é o responsável pelo desenvolvimento de prazos que sejam compatíveis com a realidade de execução (GOLDMAN, 2004).

A determinação da duração de cada atividade é realizada através dos cálculos dos quantitativos de cada serviço tendo como referência o projeto executivo e análise das unidades que serão utilizadas posteriormente para os custos unitários de cada serviço (QUEIROZ, 2011).

Segundo o PMBOK GUIDE (2013) as ferramentas e técnicas utilizadas para determinação das durações das atividades são por meio de avaliações especializadas que tem como base as informações históricas, por analogia, onde projetos anteriores ou similares são usados como base para a estimativa das durações das atividades ou por simulações, calcula-se várias durações de atividades para diversas situações e conjuntos de premissas, na falta destas, as definições das datas tornam-se incertas e arriscadas.

Segundo Mattos (2010), a duração das atividades depende da quantidade de serviço, produtividade e quantidade de recursos alocados. Durações calculadas de forma incorreta tem como consequência um cronograma irreal para a execução da obra e um planejamento falho, portanto o cálculo correto do tempo de cada atividade é essencial.

Ainda este autor afirma que o cronograma é instrumento do planejamento diário da obra, definindo as decisões de programar e instruir as atividades das equipes em campo; dos pedidos de compras e aluguel de equipamentos. As aferições do progresso diário das etapas

geram os parâmetros para mensurar os atrasos ou adiantamentos das atividades; e quando necessário replanejar a obra incluindo a validação da diretoria da empresa.

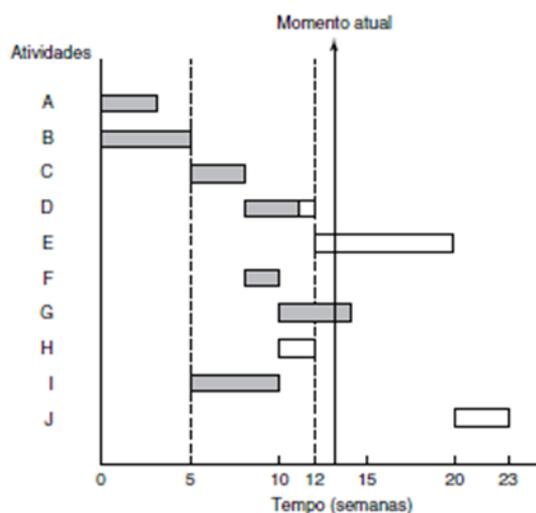
Após a identificação de cada atividade a ser realizada e sua respectiva duração, a próxima etapa é a organização destas atividades, colocando-as em sequência, conforme cada uma ocorre e os tipos de dependência que existe entre elas. A sequência lógica das atividades é chamada de precedência (MATTOS, 2010).

Quando uma atividade depende do término da atividade anterior para iniciar sua execução, diz-se que esta está amarrada à uma atividade predecessora. Quando a atividade é iniciada imediatamente após a conclusão da anterior, utiliza-se o termo de sucessora.

O resultado final da organização de todas as atividades é o tempo total que a obra será executada. Graficamente, é comum a utilização de diagramas que representem as sequências das atividades e quando estão inter-relacionadas.

O diagrama de Gantt é considerado por Kremer e Kovaleski (2006) uma das ferramentas que permite a melhor visualização e andamento de um projeto. Segundo Mattos (2010), o diagrama em questão é um gráfico simples que possui a listagem das atividades à esquerda e suas respectivas durações representadas em barras em escada de tempo à direita, as datas de início e fim de cada atividade ficam representadas nas subdivisões da escala de tempo. A Figura 2 mostra um exemplo de aplicação do gráfico de Gantt.

Figura 2 - Gráfico de Gantt.



Fonte: Moore e Weatherford (2005).

O gráfico de Gantt também indica o tempo de início mais próximo para cada atividade. A representação neste gráfico é feita pelo sombreamento das barras conforme as

atividades são executadas, desta forma torna-se visível as atividades que estão dentro dos prazos previstos, adiantadas e ou atrasadas. Trata-se de um dispositivo de manutenção de registros que evidencia a progressão das atividades no tempo da divisão de tarefas de um projeto (MOORE; WEATHERFORD, 2005).

Este gráfico também é chamado de cronograma físico ou diagrama de barras sendo considerado uma ferramenta simples, de fácil execução e visualização, mas com a limitação de não realizar as interdependências entre as etapas construtivas e as reprogramações das obras (QUEIROZ, 2001).

### 2.3 PRODUTIVIDADE

É cada vez maior o número de empreendimentos de grande porte com prazos de construção reduzidos afim de atingir maior competitividade no mercado. Entretanto, não é raro as deficiências no setor que acarretam em atrasos nos prazos de entregas dos empreendimentos, e um dos principais fatores é a mão de obra não qualificada para execução dos serviços, principalmente para os serviços menos tradicionais (COSTA et al., 2013). Diante disso, vê-se a necessidade de entendimento de produtividade e mensuração dos indicadores de produtividade e perdas no empreendimento estudado.

A eficiência na transformação de entradas em saídas de um processo de produção pode ser definida como o conceito de produtividade; melhorando e desenvolvendo processos. No Brasil, apenas na década de 90 é que os conceitos de qualidade e produtividade começaram a ganhar espaço no ramo da construção civil (ARAÚJO, 2001). Comparando a construção civil com outros setores da indústria, percebe-se que a primeira possui índices de produtividade baixo, havendo necessidade da melhoria nesse processo.

Segundo Lantelme et al. (2001) há um processo gerencial que pode ser aplicado na construção civil, composto por três etapas principais:

- Diagnóstico inicial: a empresa tem uma visão geral da produtividade de todos os setores que a compõe, desta forma, é possível identificar as principais falhas e desenvolver planos de ação que melhorem os requisitos analisados;
- Intervenção: etapa de execução do plano de ação por meio da implementação de melhorias em processos;
- Diagnóstico pós-intervenção: após a implementação do plano de ação são realizadas análises das melhorias propostas para verificar se o objetivo foi alcançado e o que ainda pode ser aperfeiçoado.

Existem algumas ferramentas que podem ser utilizadas para melhorar o controle de produção e produtividade que se subdividem em dois grandes grupos, o de ferramentas voltadas ao acompanhamento da produção e o de avaliação e diagnóstico. O primeiro, refere-se ao uso contínuo, com intervalos pré-definidos, possibilitando avaliar o quão eficiente o método foi e identificar os desvios entre o planejado e o executado, identificando os problemas e o período em que ocorreram. Já o segundo avalia qualitativamente e quantitativamente questões ligadas à produção e aos processos (como por exemplo sequência das atividades que integram um processo), realizando a descrição do contexto em que as atividades foram realizadas com o objetivo de identificar os problemas e suas causas (NÓBREGA; ROMANO, 2010).

Devido à expressividade dos serviços referentes à fase de estrutura para a composição total da obra, é importante analisar os fatores que influenciam na produtividade desses serviços. Onde alguns destes são: mão de obra inexperiente, falta de planejamento administrativo, falta de motivação da equipe, anormalidades no clima dentre outros.

A produtividade pode ser medida através de um indicador denominado de Razão Unitária de Produção (RUP), que expressa a relação de homens hora por quantidade de serviço em um período de duração de um pavimento tipo, como descrito na Equação 1 a seguir:

$$RUP = \frac{Hxh}{Q_s} \quad (1)$$

*H*: mão de obra direta;

*h*: hora efetivamente trabalhada da mão de obra direta;

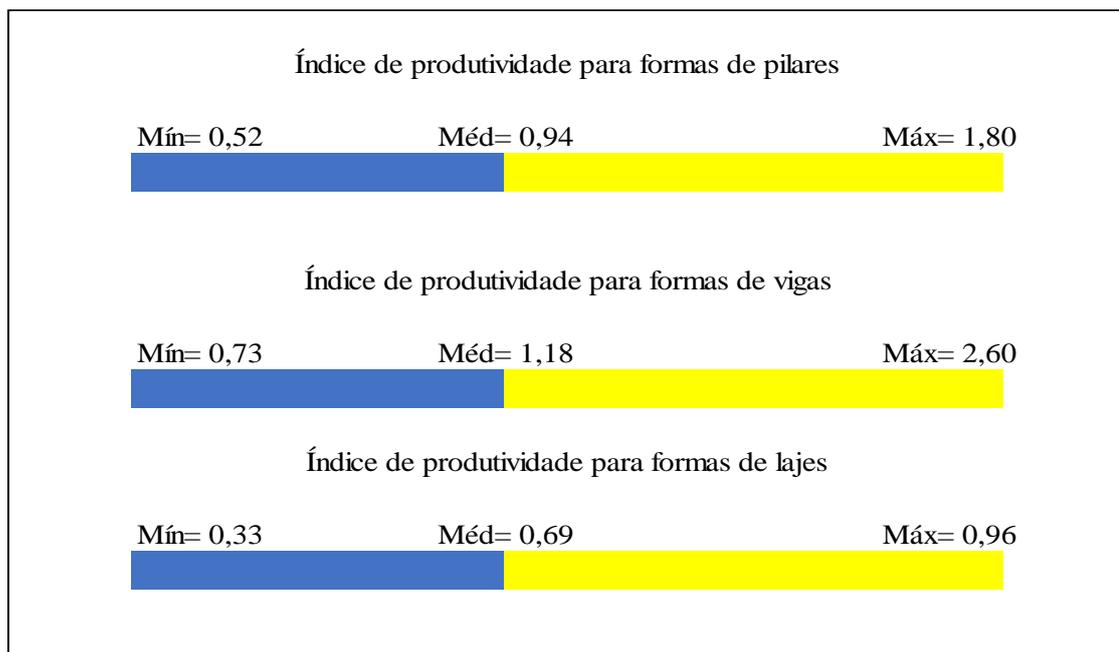
*Q<sub>s</sub>*: quantidade de serviço.

Quanto menor o valor de RUP calculado, significa que mais eficiente é o processo de produção. O cálculo de horas trabalhadas não considera hora/prêmio, que são horas cedidas ao funcionário durante uma semana para a finalização de determinada atividade; hora de almoço também não é considerada hora trabalhada; hora extra efetivamente trabalhada é hora trabalhada considerada para os cálculos (COSTA et al., 2013). Há algumas variações para o cálculo de RUP, conforme as medições realizadas com relação a intervalos de tempo diferentes, como por exemplo a RUP diária, cíclica, cumulativa e potencial (NÓBREGA; ROMANO, 2010).

A RUP diária é calculada através da avaliação diária da produtividade da mão de obra (SOUZA, 2006). A RUP cíclica é medida através da definição de um ciclo de execução de um serviço, como por exemplo, a execução de um pavimento pode ser considerada unidade de ciclo (ARAÚJO, 2000). A RUP cíclica também pode ser chamada de Razão Unitária de Produção por Pavimento (RUPpav). Já a RUP cumulativa é o resultado do acúmulo das quantidades de Homem hora e de serviço desde o primeiro dia de medição (SOUZA, 2006). E a RUP potencial é calculada como a mediana dos valores de RUP diária inferiores à RUP cumulativa e gera um bom desempenho que pode ser repetido (SOUZA, 2006).

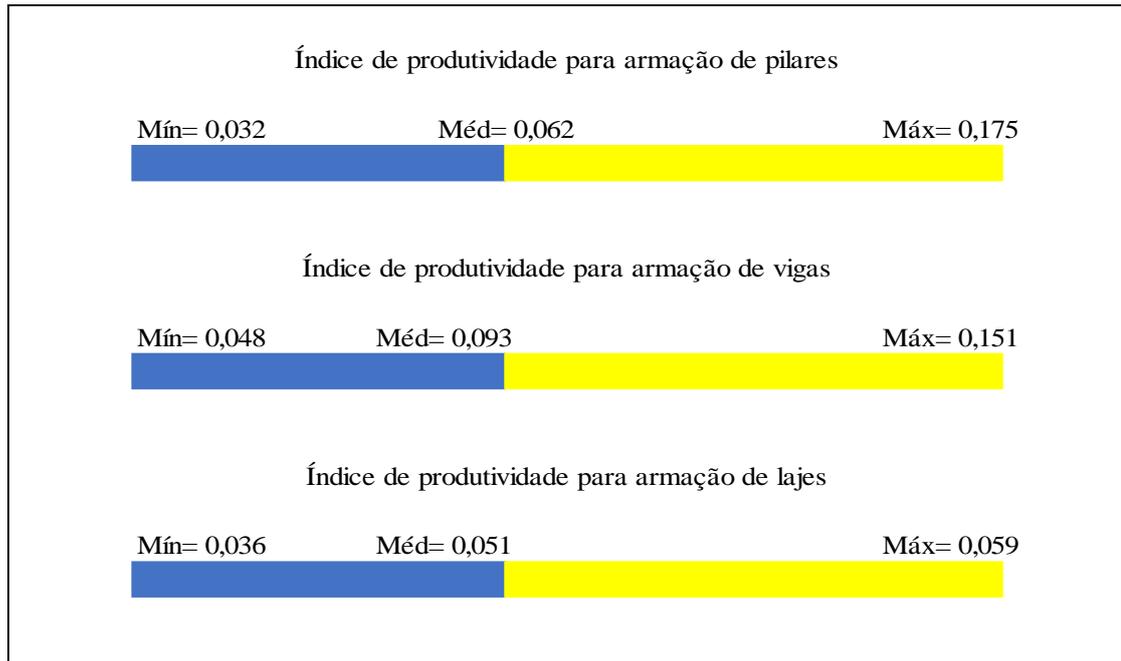
O parâmetro de análise dos resultados de RUP se dá por meio de bancos de dados. A Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) é um dos exemplos que pode ser utilizada. A TCPO foi desenvolvida por uma equipe técnica com o objetivo de aprimoramento das faixas de produtividade para as empresas em diversas tipologias de construção (TCPO, 2010). A seguir constam as figuras referentes aos índices de produtividade de armaduras e formas.

Figura 3 - Índice de produtividade para formas (Hh/m<sup>2</sup>).



Fonte: adaptado de Ramos (2014).

Figura 4 - Índice de produtividade para armação (Hh/kg).



Fonte: adaptado de Ramos (2014).

As Figuras 3 e 4, formas e armação respectivamente, mostram para cada serviço: pilares, vigas e laje a produtividade relacionada para cada elemento, quanto mais próximas da faixa amarela significa que melhor é a produtividade dos trabalhadores envolvidos nas atividades e quanto mais próxima da linha azul, menor é a produtividade.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

O planejamento em uma obra ajusta-se com as necessidades de alterações da execução do empreendimento. Ao identificar as causas das alterações do planejamento inicial evita-se que os atrasos se repitam pelos mesmos motivos. Por isso é importante analisar as causas dos atrasos do cronograma físico e estudar alternativas viáveis para evitar que o erro prossiga nas próximas etapas.

O diário de obras, as planilhas de acompanhamento e os cronogramas físicos detalhados são indicadores de avaliação de cumprimento de prazos. Quando há atraso de alguma atividade é necessário que haja o estudo destas para que não se repitam e também para que um novo planejamento seja efetuado atendendo a realidade da obra.

Os cronogramas físicos detalhados da obra também permitem com o auxílio de outras plataformas, desenvolver alguns relatórios mensais do empreendimento, que são os relatórios gerenciais PCP, os quais detalham graficamente a medição da execução da obra, o

quanto ela foi construída e o quanto está em atraso de acordo com o cronograma físico. Os relatórios gerenciais geralmente são formas gráficas de visualização do andamento da obra, ficam evidentes os desempenhos na obra para as tomadas de decisões.

Índices de produtividade também são parâmetros importantes para analisar as equipes de trabalho e repensar quando necessário alternativas para aumento da produtividade conforme a necessidade da obra. A produtividade é obtida por meio de informações das equipes de trabalho descritas em planilhas de acompanhamento e até mesmo no diário de obras e nos quantitativos que podem ser obtidos através dos projetos executivos da obra.

Mediante o cronograma da obra observou-se o andamento do empreendimento e com o auxílio do diário de obras pôde-se entender o histórico da mesma e as principais ocorrências. O diário de obras também foi ferramenta importante para a análise das equipes de trabalho da estrutura, juntamente com a planilha de acompanhamento, que possibilitaram os cálculos de produtividade gerando como resultados índices que podem ser avaliados para medir a eficiência das equipes de trabalho compostas no empreendimento.

### 3 CARACTERIZAÇÃO

Seguindo a metodologia definida no item 1.2, que objetiva a análise da produtividade da mão de obra do empreendimento, visando entender o método de controle, realizou-se uma pesquisa exploratória para a obtenção dos dados como: o histórico da obra, desde o início de sua construção até as etapas que se encontram atualmente, o cronograma elaborado pelo setor de planejamento a verificação dos atrasos do cronograma e as suas causas. Nesta etapa também foram analisados os projetos executivos para obtenção dos dados quantitativos referentes à estrutura.

Na segunda etapa, houve o estudo do projeto aliado ao acompanhamento diário da obra para conhecimento da mesma. As análises para esse trabalho iniciaram em julho de 2018, onde na obra estava sendo executada a estrutura do 11º pavimento, mas a revisão e estudo do planejamento do empreendimento foram realizados desde o início da execução do mesmo que data em abril de 2015.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E DO EMPREENDIMENTO

O estudo de caso foi realizado em Joinville-SC, em uma obra pertencente à uma construtora de médio porte. A construtora possui mais de 35 anos de mercado, sua sede também fica na cidade de Joinville, onde atua de forma integrada na incorporação, construção e comercialização de seus empreendimentos. Possui certificações de qualidade como a ISO 9001:2008 e Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP).

A obra estudada (Figura 5), teve início em 2015 e está localizada no centro da cidade, na rua Pastor Fritz Bauler. O empreendimento possui duas torres interligadas, com 21 pavimentos (subsolo 1 e 2, térreo, mezanino, giardino e os apartamentos tipo) e área de aproximadamente 35.000 m<sup>2</sup>. Ao todo são 247 apartamentos de 65m<sup>2</sup> a 360m<sup>2</sup>, que variam de 1 até 3 suítes, o condomínio contempla 5 lojas comerciais e áreas comuns internas e externas como espaço gourmet, home cinema, piscina com deck molhado, fitness center, conference room, brinquedoteca, sala de videogames, playground, dentre outros. A previsão de entrega da obra é para dezembro de 2021.

Figura 5 - Empreendimento estudado.



Fonte: Construtora (2015).

A obra está sendo executada no método construtivo de concreto protendido e alvenaria convencional. A estrutura e alvenaria são terceirizadas, realizadas por empreiteiras. A empresa possui setor de Planejamento e Controle de Produção, que contempla estudos de planejamento a longo, médio e curto prazo, com o intuito de identificação e análise da evolução física e financeira dos empreendimentos.

O caso estudado neste trabalho de conclusão de curso possui relatórios de diário de obra, que contém as informações diárias sobre a obra desde seu primeiro dia de execução. No diário é possível obter dados como a quantidade de funcionários na obra, as atividades realizadas, o recebimento de materiais, equipamentos e demais ocorrências que eventualmente acontecem na obra e são importantes serem registradas. A Figura 6 a seguir mostra o modelo de diário de obras utilizado atualmente pela construtora.



Tabela 1 - Planilha de acompanhamento.

<b>LAJE TIPO - EFETIVO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
Locação dos colarinhos dos pilares																		
Montagem das formas dos pilares																		
Prumo dos pilares																		
Montagem e escoramento do fundo das vigas de bordo																		
Fechamento lateral interno das vigas de bordo																		
Montagem escoramento primário e secundário																		
Assoalhamento da laje																		
Fechamento lateral externo das vigas de bordo																		
Içamento das cubetas																		
Colocação das cubetas																		
Nivelamento da laje																		
Alinhamento das vigas de bordo																		
Reescoramento da laje inferior																		
Desforma e içamento dos pilares																		
Desforma e içamento do fundo das vigas de bordo																		
Desforma e içamento de lateral de vigas de bordo																		
Desforma e içamento da laje																		
Desforma das cubetas																		
Corte e dobra da armadura dos pilares																		
Corte e dobra da armadura das vigas de bordo																		
Corte e dobra da armadura das vigas internas																		
Corte e dobra da armadura da laje																		
Içamento da armadura dos pilares																		
Montagem e carregamento da armadura dos pilares																		
Içamento e montagem da armadura das vigas de bordo																		
Içamento da armadura das vigas internas																		
Montagem da armadura das vigas internas																		
Içamento e montagem da armadura positiva da laje																		
Içamento e montagem da armadura negativa da laje																		
Corte da cordoalha																		
Preparação das chupetas																		
Pré-blocagem da cordoalha (lado passivo)																		
Içamento dos cabos																		
Instalação e posicionamento dos cabos																		
Protensão																		
Corte dos cabos protendidos e fechamento																		
<b>Concretagem dos pilares e escadas</b>																		
<b>Concretagem das vigas e laje</b>																		

Fonte: Construtora (2018).

A planilha de acompanhamento tem como objetivo registrar diariamente as atividades envolvidas na estrutura dos pavimentos. A primeira coluna se refere às atividades envolvidas para a execução de um pavimento e cada coluna seguinte que estão numeradas correspondem a cada dia de execução. Representativamente a Tabela 1 acima está numerada de 1 a 18, que equivalem a um pavimento com 18 dias de construção, porém esse período pode variar para mais ou menos dias, de acordo com a duração da execução que pode ser alterada devido à diversos fatores como a variação no número de funcionários, falta de materiais, condições do clima e entre outros.

A planilha deve ser preenchida diariamente conforme as atividades que forem executadas e as equipes de trabalho correspondentes. Os funcionários envolvidos nessas atividades são terceirizados; as tarefas de montagem dos colarinhos dos pilares até desforma das cubetas são realizadas por carpinteiros, serventes e um encarregado que supervisiona e auxilia para que as atividades sejam realizadas corretamente.

A partir das tarefas de corte e dobra das armaduras dos pilares até içamento e montagem da armadura negativa da laje são realizadas por armadores e também supervisionadas e executadas por um encarregado. As atividades de corte de cordoalha até corte dos cabos protendidos são realizadas pelos armadores. Atividades como pré-blocagem e protensão dos cabos requerem mão de obra oferecida por uma empresa especializada. As atividades de concretagem são realizadas pelos carpinteiros e serventes da empreiteira terceirizada.

O engenheiro responsável pela obra repassa as ordens para o mestre de obras que tem como função supervisionar todas as atividades citadas acima, o mestre não executa as atividades, mas acompanha diariamente e repassa as ordens de como devem ser realizadas. Os estagiários presentes na obra, acompanham as atividades realizadas e registram as mesmas no diário de obra e planilha de acompanhamento e também fazem a conferência das armaduras para registro de qualidade.

### **3.1.1 O processo de armação e formas**

O serviço de armação é realizado com o auxílio de ferramentas, equipamentos e materiais como: serra elétrica, tesoura manual, trena metálica, espaçadores, ímã, guincho, bancada, aço (barras, fios, telas e cabos), chave de dobra, torquês e arame recozido.

É necessário que os funcionários utilizem equipamentos de proteção para a realização das atividades como: EPI's (capacete, bota de segurança, luvas, avental, protetor

facial, óculos de segurança em policarbonato, máscara descartável, protetor auricular, cinto de segurança) e guarda-corpo, conforme a NR-18 norma que regulamenta a segurança do trabalho (NR 18, 1995).

Os serviços referentes as armações subdividem-se em corte e dobra de armaduras dos pilares, vigas externas, vigas internas (protendidas), armaduras que compõem a laje, como também o corte dos cabos de protensão da laje, içamento das armaduras e cabo, montagem das armaduras na laje e posicionamento dos cabos de protensão.

As armaduras dos pilares e das vigas são confeccionadas in loco, conforme bitola especificadas em projeto, sendo içados pré-montadas para a laje, onde serão amarradas nas esperas dos pilares da laje anterior e finalizadas. A Figura 7 mostra a bancada utilizada para confecção das armaduras na obra e armaduras de pilares prontas para içamento e carregamento na laje.

As armaduras da laje são colocadas após o posicionamento das cubetas (estruturas que dão a característica de laje nervurada e tem como vantagem a diminuição do volume de concreto utilizado sem diminuir a segurança ou resistência do mesmo); são colocadas primeiro as armaduras positivas, os cabos de protensão e em seguida as armaduras negativas.

Figura 7 - a) corte e dobra armação. b) pilares prontos para içamento.



Fonte: Construtora (2018).

As formas utilizadas na obra são de madeira, confeccionadas in loco e reutilizadas para os pavimentos tipo que seguem. Os materiais necessários para a execução do serviço de formas são: chapas de madeira compensada, pontaletes de madeira, sarrafos de madeira, cunhas de madeira, cimbramento, pregos, linha de nylon, trena metálica, prumos, níveis a laser, esquadros, martelo, serrote, cordas, cavaletes (auxílio na desforma), serra de bancada, espaçadores, distanciadores, desmoldantes dentre outros.

Assim como os serviços de armação, para as formas são necessários equipamentos de proteção como: capacetes, botina, luvas, protetor facial, óculos de segurança em

poliuretano, protetor auricular e cinto de segurança para os trabalhos em altura maior que 1,80 metros (NR 18, 1995).

A sequência da execução das atividades começa pela locação e marcação dos eixos principais. Após a montagem e conferência das armaduras dos pilares, são preparadas as formas para o fechamento dos mesmos. Primeiro são aplicados desmoldantes nas faces internas das formas e então o fechamento das mesmas. Após, deve-se fazer o travamento dos painéis e a colocação dos prumos, para evitar que haja deslocamento dos pilares.

Após o fechamento de todas as formas de pilares, inicia-se a montagem das vigas de bordo, o assoalhamento da laje e a base das escadas. A Figura 8 a seguir mostra algumas etapas da execução de um pavimento tipo.

Figura 8 - a) montagem de pilares e formas de pilares. b) assoalhamento da laje. c) colocação de formas de vigas externas. d) escoramento da laje.



Fonte: Construtora (2018).

O processo de assoalhamento da laje ocorre com a colocação de madeiras denominadas de escoramentos primário e secundário, são posicionados no nível dos pilares e das vigas de bordo. Paralelamente, formas são posicionadas em cima dos escoramentos primário e secundário definindo o assoalhamento da laje.

Habitualmente após o término do assoalhamento da laje ocorre a concretagem dos pilares e das escadas; após a concretagem são colocadas as cubetas e armaduras na laje para posteriormente, quando finalizadas e os níveis conferidos, realizar a concretagem da laje

juntamente com as vigas externas e as vigas internas. A Figura 9 mostra uma visão geral da laje após o término da colocação das formas para assoalhamento e a laje após a colocação das cubetas, armaduras e dos cabos de protensão. A Figura 10 mostra a concretagem do último pavimento tipo analisado e a visão frontal do andamento da obra até o momento.

Figura 9 - a) assoalho da laje concluído. b) laje com as armaduras.



Fonte: Construtora (2018).

Figura 10 - a) concretagem tipo 14. b) vista frontal da obra.



Fonte: Construtora (2018).

## 4 APRESENTAÇÃO DE DADOS

Neste capítulo serão apresentados todos os dados fornecidos pela construtora para a realização do estudo. Incluem o histórico da obra obtido por meio do diário de obras, e a apresentação dos cronogramas e dos quantitativos para cálculos de RUP.

### 4.1 CRONOGRAMAS

A análise do planejamento iniciou com a verificação do cronograma inicial proposto para a execução da obra. O cronograma existente teve como base os quantitativos obtidos mediante estudo dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico, que estimam a duração das respectivas atividades e possibilitam a criação do cronograma da obra. Com auxílio da ferramenta Microsoft Project, a construtora realizou o cronograma da obra com 30 macro divisões que se subdividem em 383 itens. A seguir será apresentada uma tabela adaptada do cronograma MS Project com as datas de início e término das principais atividades do cronograma.

Tabela 2 - Datas de início e término das atividades.

<b>NOME DA TAREFA</b>	<b>DURAÇÃO (dias)</b>	<b>INÍCIO (mês/ano)</b>	<b>TÉRMINO (mês/ano)</b>
COSMOPOLITAN	1231	abr/15	dez/19
SERVIÇOS TÉCNICOS	1231	abr/15	dez/19
IMPLANTAÇÃO DE CANTEIRO	1050	jun/15	jun/19
EQUIPAMENTOS	1191	jun/15	dez/19
SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM	39	abr/15	mar/18
DRENAGEM	86	abr/15	mar/18
PAREDES E PAINÉIS	431	out/17	jun/19
REVEST. INTERNO ARGAMASSA	467	out/17	jul/19
PISOS E AZULEJOS	510	out/17	set/19
REVEST. EXTERNO ARGAMASSA	183	dez/18	ago/19
REVESTIMENTOS EM TETOS	211	dez/18	set/19
GRANITOS E MÁRMORES	223	nov/18	set/19
ESQUADRIAS	259	out/18	set/19
INSTALAÇÕES	818	nov/16	dez/19
ELEVADORES	209	nov/18	ago/19
APARELHOS SANITÁRIOS	69	set/19	dez/19

COBERTURA	74	jun/19	set/19
PINTURA	325	set/18	dez/19
LIMPEZA	81	set/19	dez/19

Fonte: Adaptado da Construtora (2018).

O cronograma da obra analisada tem duração prevista de 56 meses, com início em abril de 2015 e término em dezembro de 2019, as datas que contemplam as atividades descritas referem-se às duas torres do empreendimento, não havendo inicialmente cronograma de execução individual para cada torre. O setor de planejamento da construtora realiza mensalmente um acompanhamento do andamento da obra. Através do cronograma físico são realizadas medições de todas as atividades. O Anexo A mostra esse cronograma e a respectiva medição analisada até setembro de 2018.

O cronograma apresentado no Anexo A é o primeiro cronograma físico-financeiro aprovado pela diretoria da empresa e ainda é o mesmo utilizado para a realização das medições, permitindo o conhecimento do quanto a obra está em atraso em relação ao cronograma inicial.

A primeira coluna do cronograma representa a descrição das atividades que serão medidas mensalmente. A segunda coluna apresenta a porcentagem total executada para cada atividade. Na terceira coluna, a porcentagem correspondente ao custo equivalente para cada tarefa e o valor que expressa essa porcentagem, que ao somatório corresponde ao valor total do custo do empreendimento igual a R\$ 51.179.495,98. A quarta coluna apresenta os valores da execução acumulada até setembro de 2017 e as colunas seguintes são referentes a medição dos meses subsequentes a setembro de 2017 até o mês analisado nesse estudo (setembro de 2018).

A porcentagem do planejamento para a obra segundo o Anexo A (considera a execução das duas torres) corresponde no mês de setembro a execução global (todas as tarefas) 3,12%, mas o que realmente foi executado no mês foi equivalente a 0,60%. O Anexo A também mostra a porcentagem acumulada de execução da obra até o momento onde o planejado equivale a 43,24%, mas o que foi executado até o momento corresponde a 22,51%, ou seja, a obra encontra-se em mais que 20% de atraso de sua execução total prevista.

A construtora também gera mensalmente a partir das medições, relatórios gerenciais PCP que tem como objetivo mostrar de uma forma mais clara o andamento da obra e as porcentagens de atraso. O Anexo B mostra o último gerencial PCP gerado até o momento (setembro de 2018).

O relatório gerencial PCP mostra a medição mensal de todas as atividades que deveriam estar sendo executadas de acordo com o planejado. Até o momento da análise em setembro de 2018 o gráfico do Anexo B mostra todas as atividades em atraso e atividades que ainda não iniciaram, como revestimento cerâmico e instalações hidrossanitárias, pois dependem do término de suas antecessoras para iniciarem.

Com base nas análises do diário de obras, foi possível elencar as principais atividades e ocorrências. A partir disso, foram elaboradas duas tabelas, a primeira, (Tabela 3) com as principais atividades ocorridas desde o início da execução até a conclusão do pavimento giardino. E a segunda (Tabela 4) com as datas referentes as concretagens dos pavimentos tipo.

Tabela 3 - Atividades realizadas.

<b>ATIVIDADE</b>	<b>INÍCIO</b>	<b>TÉRMINO</b>
Limpeza terreno	abr/15	não finalizado
Terraplanagem	abr/15	não finalizado
Drenagem	abr/15	não finalizado
Infraestrutura	mai/15	não finalizado
Fundações	fev/16	não finalizado
Estrutura- subsolo 2	jul/16	não finalizado
Estrutura- subsolo 1	ago/16	dez/16
Estrutura- térreo	jan/17	fev/17
Estrutura-mezanino	fev/17	mar/17
Estrutura- giardino	abr/17	jun/17

Fonte: Autora (2018).

As atividades listadas na Tabela 4 que constam como data de término “não finalizadas” são as atividades que contemplam ambas as torres e como a execução da segunda torre não foi iniciada, portanto ainda não foram concluídas; com exceção da estrutura do subsolo 2, que diz respeito somente ao piso da primeira torre e ainda não foi finalizado em alguns trechos pois não interfere na continuação da execução do restante da estrutura, mas que necessita de grande volume de concreto para ser concluída, por isso o engenheiro responsável pela obra optou por realizá-la em outro momento.

As atividades que correspondem à execução da estrutura dos subsolos até o giardino (apartamentos que possuem jardim em área sem cobertura) não foram contempladas na Tabela 4, pois possuem áreas diferentes e foram executadas com várias etapas de concretagem.

Tabela 4 - Datas concretagens pavimentos Tipo.

<b>ESTRUTURA</b>	<b>PILARES</b>	<b>LAJE</b>	<b>EXECUÇÃO PAVIMENTO (DIAS)</b>	<b>CONCRETAGEM PILAR - &gt;LAJE (DIAS)</b>
<b>TIPO 2</b>	06/09/2017	11/10/2017	(início em 07/08/2017)- 40	29
<b>TIPO 3</b>	05/12/2017	16/12/2017	(início em 17/10/2017)- 36	10
<b>TIPO 4</b>	17/01/2018	29/01/2018	(início em 08/01/2018)- 21	10
<b>TIPO 5</b>	14/02/2018	26/02/2018	(início em 30/01/2018)- 24	10
<b>TIPO 6</b>	14/03/2018	23/03/2018	(início em 27/02/2018)- 21	8
<b>TIPO 7</b>	09/04/2018	17/04/2018	(início em 24/03/2018)- 20	7
<b>TIPO 8</b>	07/05/2018	16/05/2018	(início em 18/04/2018)- 24	8
<b>TIPO 9</b>	07/06/2018	12/06/2018	(início em 17/05/2018)- 22	6
<b>TIPO 10</b>	04/07/2018	04/07/2018	(início em 13/06/2018)- 19	pilar + laje= mesmo dia
<b>TIPO 11</b>	19/07/2018	26/07/2018	(início em 05/07/2018)- 19	6
<b>TIPO 12</b>	06/08/2018	13/08/2018	(início em 27/07/2018)- 15	6
<b>TIPO 13</b>	04/09/2018	04/09/2018	(início em 14/08/2018)- 21	pilar + laje= mesmo dia
<b>TIPO 14</b>	18/09/2018	25/09/2018	(início em 05/09/2018)- 16	6

Fonte: Autora (2018).

A tabela 4 apresenta na segunda e terceira coluna as datas das concretagens dos pilares e das lajes de cada tipo. A quarta coluna da tabela apresenta a quantidade de dias necessários para a execução de cada laje e a última coluna apresenta a quantidade de dias subsequentes a concretagem do pilar de um pavimento até a concretagem da laje do mesmo.

Percebe-se pela Tabela 4, que apesar dos pavimentos tipo seguirem a mesma sequência construtiva, houve variações dos pavimentos em relação ao tempo de execução. Para realizar a análise da ocorrência da divergência no tempo de execução dos pavimentos tipo, foram identificadas com o auxílio do diário de obras, as causas que levaram às respectivas durações.

Foi desenvolvido pela equipe de planejamento da construtora um cronograma de acompanhamento padrão da estrutura (Anexo C), esta planilha foi desenvolvida em julho de 2018 e teve como base para a sua elaboração as análises dos cronogramas de acompanhamento preenchidos anteriormente.

A planilha de acompanhamento padrão possui planejamento para a execução dos pavimentos tipo prevista para dezoito dias, sendo nove dias para a preparação do pavimento e no décimo dia realizada a concretagem dos pilares e escadas e sete dias de execução da laje para a concretagem da mesma no oitavo dia.

A planilha é preenchida diariamente conforme definidas as equipes de trabalho para cada tarefa. Caso haja mudança de atividade, deve-se identificar no preenchimento para que se tenha controle do tempo em que foram concluídas.

Conforme a planilha do Anexo C, o planejamento ideal para a execução de um pavimento tipo tem duração de 18 dias, contando com a média de funcionários diários que correspondem a 4,22 carpinteiros, 2,95 serventes e 3,67 armadores na obra e duração de dez dias da execução até a concretagem dos pilares e oito dias de execução até a concretagem da laje.

#### 4.2 RAZÃO UNITÁRIA DE PRODUÇÃO (RUP)

Referente à produtividade foram realizados os cálculos de RUP para dois pavimentos tipo. Os critérios de seleção para a escolha dos pavimentos escolhidos foram: pavimentos tipo que possuem o histórico das planilhas de acompanhamento, ou seja, entre os pavimentos tipo 5 ao tipo 14, pois a planilha de acompanhamento possui as equipes de trabalho desempenhadas para cada atividade e o tempo de duração (se a equipe trabalhou o dia todo ou meio período), o que traz maior precisão para o cálculo de produtividade e o tempo de duração para a execução do tipo e, dentre os pavimentos tipo 5 ao tipo 14 optou-se pela escolha do pavimento que teve o maior tempo de execução e o pavimento que teve o menor tempo de execução. Sendo assim, os pavimentos escolhidos para a análise foram o tipo 5 que teve duração de 24 dias e o pavimento tipo 12 que teve duração de 15 dias.

Os cálculos de RUP foram realizados para as atividades que envolvem a estrutura, especificamente formas e armação. A RUP para armação foi realizada na unidade Homem-hora por quilo (Hh/kg) e para formas Homem-hora por metro quadrado (Hh/m<sup>2</sup>). Para a obtenção dos dados para o cálculo de RUP desses elementos foi necessário calcular primeiro os quantitativos dos materiais envolvidos.

Com base no projeto estrutural obteve-se o quantitativo de aço utilizado para cada pavimento tipo que são: pilares, vigas externas, vigas internas, vigas para elevador, vigas escadas, armaduras laje e cabos de protensão. Os cálculos para obtenção dos quantitativos estão anexados nos Apêndices A, B, C, D, E, F, G, H, I e J.

O único elemento que difere de um pavimento tipo para o outro são os pilares, conforme os pavimentos vão aumentando, a carga dos pilares vai diminuindo, desta forma, as armaduras para os pilares do tipo 5 são mais carregadas que o tipo 12, pavimento com menor

duração. A Tabela 5 apresenta os quantitativos obtidos referentes às armaduras dos pavimentos tipo 5 e tipo 12.

Tabela 5 - Resultado dos quantitativos para armaduras tipo 5 e tipo 12.

<b>AMADURA</b>	<b>QUANTIDADE (unid)</b>	<b>PESO (kg)</b>
PILARES TIPO 5	25	6862,99
PILARES TIPO 12	25	2518,31
VIGAS PERIFÉRICAS	33	773,73
VIGAS ELEVADOR	2	69,97
VIGAS ESCADAS	4	119,30
VIGAS PROTENDIDAS	4	1690,88
CABOS PROTENSÃO VERTICAL	37	1196,90
CABOS PROTENSÃO HORIZONTAL	49	1428,90
LAJE TIPO- POSITIVO	54	1488,00
LAJE TIPO- NEGATIVO	13	685,36
<b>TOTAL TIPO 5</b>	<b>221</b>	<b>14316,03</b>
<b>TOTAL TIPO 12</b>	<b>221</b>	<b>9971,35</b>

Fonte: Autora (2018).

Nota-se que a quantidade de elementos para as armaduras não difere de um pavimento para o outro, mas o peso se altera; o tipo 5 possui 14316,03kg já o tipo 12 9971,35kg.

Os quantitativos para as formas também foram retirados dos projetos estruturais que continham as dimensões dos elementos, sem distinção de tamanho para as formas de um pavimento tipo para o outro. As formas são reutilizadas desde o primeiro pavimento tipo. O quantitativo para formas foi calculado considerando a área total para os elementos de pilares, vigas e laje. A Tabela 6 mostra o resultado obtido.

Tabela 6 - Quantitativo para formas pavimentos tipo.

<b>Formas</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Pilares	88,89
Vigas	21,04
Laje	492,12

Fonte: Autora (2018).

As formas consideradas para os quantitativos referentes as vigas são apenas para as vigas externas, pois, as vigas internas não são moldadas com formas, por tanto estas possuem quantitativos apenas do aço e dos cabos de protensão.

## 5 ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo são apresentadas as análises dos dados obtidas por meio do estudo do cronograma, do diário de obras e das planilhas de acompanhamento da estrutura, para identificação dos atrasos da obra, principais ocorrências e efetivo na obra diariamente, após também são apresentadas as análises referentes a produtividade das atividades relativas à estrutura do empreendimento.

### 5.1 CRONOGRAMAS, DIÁRIO DE OBRA E PLANILHAS DE ACOMPANHAMENTO

De acordo com o diário de obras, a estrutura dos pavimentos tipo 2 e tipo 3 que correspondem aos pavimentos com maior tempo de execução tem como principais causas para tal:

- Número de funcionários reduzido, a maior parte da execução da estrutura desses empreendimentos foi realizada com uma média de 3 a 5 funcionários por dia, se comparado com a execução dos outros pavimentos o número de funcionários aumenta para 10 a 15;
- O segundo motivo que justifica o maior tempo de execução desses pavimentos foi a falta de aço 20mm para a confecção das armaduras de pilares e vigas. O Tipo 2 ficou em média uma semana com a confecção das armaduras dos pilares parada já o Tipo 3 ficou 5 dias. E como há uma sequência construtiva lógica, o atraso da montagem dos pilares implica no atraso da confecção da laje conseqüentemente.

Foi desenvolvido um modelo de planilha para a comparação dos dados fornecidos entre a planilha de acompanhamento padrão desenvolvida pelo setor de planejamento, as planilhas de acompanhamento preenchidas (iniciadas a partir do pavimento tipo 5) e do diário de obras.

Tabela 7 - Modelo para análise efetivo pavimentos tipo.

TIPO XX- EFETIVO									
DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4						
2	5	4	7						
3	2	6	4						
4	4	5	2						
5	6	3	0						
6	6	6	0						
7	4	3	4						
8	4	5	7						
9	3	2	2						
10	10	4	4						
11	4	3	4						
12	4	1	4						
13	3	1	6						
14	3	2	2						
15	4	1	5						
16	4	0	4						
17	4	2	5						
18	4	3	2						
MÉDIA plan. (pilares)	4,6	4	3,4						
MÉDIA plan. (laje)	3,75	1,63	4						
MÉDIA exec. (pilares)									
MÉDIA exec. (laje)									

 Concretagem pilares  
 Concretagem laje

Fonte: Autora (2018).

Com base na Tabela 7 (modelo para análise de pavimentos), foram preenchidos o efetivo executado e o efetivo apresentado no diário de obras. Dessa maneira, pôde-se identificar a quantidade de funcionários destinados contabilizados no diário de obras que realmente estavam envolvidos com atividades da estrutura. Pôde-se analisar também os motivos pelos quais os pavimentos não estão sendo executados conforme o modelo planejado.

A análise através da Tabela 8 para esse trabalho foi feita a partir do pavimento do tipo 5, pois foi o pavimento pelo qual os registros de acompanhamento começaram a ser feitos, até o pavimento do tipo 14, que foi o pavimento executado até o momento do período da análise. As planilhas de análise referentes aos pavimentos Tipo de 5 ao 14 estão anexas nos Apêndices K, L, M, N, O, P, Q, R, S e T.

As constatações feitas a respeito dos pavimentos tipo analisados através da Tabela 7 foram:

- Os pavimentos tipo 5 e tipo 8 foram os pavimentos com maior tempo de execução, cada pavimento teve duração de 24 dias;
- O estudo comparativo entre o planejado e executado do tipo 5 demonstra que a única situação em que o número de colaboradores é menor que o planejado é para o número de serventes para a execução dos pilares, as outras atividades possuem a equipe de funcionários superior da equipe planejada, o que pode-se concluir que a causa da execução do pavimento ser mais demorada que o planejado nesse caso, não teve relação com o número insuficiente de funcionários, mas sim com as atividades que os mesmos realizaram nesse período, resultando em maior tempo para finalização do pavimento;
- A planilha de atividades de acompanhamento realizada pela equipe de planejamento prevê que as atividades de corte e dobra das armaduras dos pilares já estejam prontas quando se inicia a locação dos colarinhos dos pilares, que é a primeira atividade realizada após a concretagem da laje anterior, assim, segundo o planejado, as armaduras podem ser içadas para o pavimento para iniciar a montagem dos pilares. No tipo 5 não ocorreu dessa forma, as armaduras dos pilares foram confeccionadas nos quatro primeiros dias do início do pavimento, e esse foi um dos principais fatores constatados que levaram aos 6 dias excedentes para a execução da laje em relação ao planejado.

- Para a realização da concretagem dos pilares de um pavimento é necessário que o assoalhamento da laje esteja concluído, para que se possa ter acesso ao topo dos pilares para concretar. No tipo 5 a atividade de assoalhamento da laje foi realizada em seis dias, comparando com o modelo de planejamento, essa atividade deveria ser realizada em quatro dias;
- Para a análise realizada no tipo 8 quanto ao número de funcionários, percebe-se que a equipe de colaboradores descrita no acompanhamento planejado é maior que o número de funcionários que consta na relação do que foi executado. Também foi analisado o número de funcionários descritos nesse período no diário de obras, onde constatou-se que a relação de funcionários descrita no diário de obras é maior que a relação descrita nas atividades de acompanhamento da execução, o que se pode concluir que os colaboradores se destinaram a outras atividades, não priorizando a estrutura e ocasionando em atrasos;
- Quanto à execução das atividades, o tipo 8 segue a mesma sequência que o tipo 5 em relação ao início das atividades, onde as armaduras dos pilares não estavam prontas quando iniciou a locação dos colarinhos dos pilares, gerando atraso em todas as atividades subsequentes.
- No período da execução tipo 8 foi instalado na obra uma mini grua, equipamento destinado a auxiliar o içamento dos materiais, com o objetivo de facilitar a operação de transporte dos materiais e diminuindo o tempo e número de funcionários envolvidos nessa atividade. Porém, no pavimento tipo 8 a instalação da grua não foi suficiente para evitar os atrasos da conclusão do mesmo;
- O terceiro pavimento com mais dias de duração para a execução foi o tipo 9 que demorou 22 dias para ser concluído. Diferentemente dos tipos 5 e 8, o tipo 9 iniciou as atividades do pavimento com o corte e dobra das armaduras dos pilares prontas, porém, ainda assim a execução até o dia da concretagem dos pilares durou 19 dias, 9 dias a mais do que prevê o planejado; uma das causas analisadas e registradas no diário de obras foi a execução da bandeja de proteção que estava sendo realizada em paralelo às atividades do tipo 9. Entretanto, para a execução do pavimento após a concretagem dos pilares até

a concretagem da laje, o período foi equivalente a 6 dias, ou seja, dois dias a menos que o previsto pelo planejado;

- Em relação ao tipo 9, percebe-se que há mais funcionários nas atividades do que foi planejado;
- O pavimento tipo 6 foi executado em 21 dias, das análises de comparação, se observou que o efetivo na obra foi maior que o número previsto no planejado, porém, durante a execução do tipo 6 houve a montagem da bandeja de proteção, a qual desloca funcionários da estrutura para essa atividade, dividindo a produtividade dos funcionários que deveriam ser destinados apenas a execução da estrutura. Uma observação, para a execução deste pavimento não havia o auxílio da grua (começou a ser utilizada no pavimento tipo 8);
- O tipo 7, executado em 20 dias; quando comparadas as médias no período de 18 dias (que é o período planejado), percebe-se que o efetivo é maior na execução do que de fato foi previsto. Porém, analisando separadamente, para a execução dos pilares, apenas o número de armadores é superior quando comparado com o planejado, e analisando a execução da laje, o efetivo só é maior para o número de serventes. O que se pode concluir que para esse pavimento é que o remanejamento dos funcionários poderia ser suficiente para atingir o padrão de dias estimados;
- Para o tipo 10, pavimento executado em 19 dias, apenas 1 dia a mais do que o planejado, foi observado que todas as atividades foram realizadas com número de funcionários acima do estimado. O tipo 10 teve a concretagem dos pilares adiada duas vezes, a primeira concretagem tinha previsão para a concretagem dos pilares no décimo terceiro dia de execução do pavimento, mas foi adiada por impedimento do estacionamento do caminhão da concretagem na obra, e a segunda concretagem marcada para o décimo segundo dia foi impedida devido a obstrução da tubulação de bombeamento, onde o primeiro caminhão de concreto foi devolvido devido tamanho errado da brita. Assim, foi decidido realizar a concretagem dos pilares juntamente com a laje no décimo nono dia;
- A concretagem de pilares e laje no mesmo dia dá a vantagem de um dia a menos de execução do pavimento, porém não é considerada a forma mais

segura de realização das atividades, quando esse tipo de atividade é necessária, deve-se ter cuidado no dia seguinte para a desforma da laje, pois o concreto pode não ter endurecido suficientemente, desperdiçando o dia ganho com a concretagem em conjunto, pois atrasa o início da próxima laje;

- O tipo 11 também foi executado em 19 dias, porém com a concretagem dos pilares realizada no décimo terceiro dia de execução; e para a execução da laje seis dias, ou seja, dois dias a menos do que o planejado. Em relação ao efetivo, as atividades foram realizadas com número de funcionários maior do que o planejado;
- O pavimento tipo 13 foi realizado em 18 dias, mesma quantidade de dias definido pelo planejamento, porém com a diferença de que foram concretados pilares e laje no mesmo dia, sendo que no planejado há previsão de concretagem para pilares no décimo dia e oito dias para a execução da laje até sua concretagem. O efetivo do tipo 13 corresponde a um número maior que o efetivo estimado. Nesse pavimento também teve atividades em paralelo como a bandeja de segurança;
- Em relação ao tipo 14, foi executado em 17 dias, um dia a menos que o planejado, sendo onze dias para a execução e concretagem dos pilares e seis dias para as atividades da laje e concretagem da mesma. Comparando os efetivos entre o planejamento e o realizado, o segundo possui maior número de funcionários envolvidos nas atividades;
- O tipo 12, pavimento com menor duração, foi realizado em 15 dias, três dias a menos que o planejado. O diferencial do tipo 12 que levou ao menor tempo de execução de todos os pavimentos foram as armaduras estarem prontas antes do início da execução do pavimento. O número de funcionários envolvidos foi relativamente maior que o planejado onde estimou-se uma média 10,83 funcionários por dia, e foi realizado com 17,13 funcionários de acordo com o diário de obras. Sendo 9 dias para a montagem até a concretagem dos pilares e 6 dias para a concretagem da laje.

As principais constatações analisadas foram em relação ao número de funcionários destinados às atividades da estrutura. No geral, poucos foram os casos em que o número de carpinteiros, serventes e armadores eram menores na execução do que o que deveria ser como consta no planejamento, e mesmo com uma equipe maior que a planejada, apenas os

pavimentos tipo 12 e 14 foram executados em menos dias. O pavimento tipo 13 foi executado com a mesma quantidade de dias que o planejado, o que se percebe que há necessidade de reavaliar e replanejar a planilha de acompanhamento para um padrão mais ajustado ao que os funcionários conseguem realizar.

É importante ressaltar que para a realização dessa análise, foi necessário avaliar além do efetivo descrito na planilha de acompanhamento, o efetivo relatado no diário de obras, pois, a planilha de acompanhamento relativa ao efetivo não informa se a equipe de trabalho executada para determinadas atividades de um dia será a mesma que realizará outra atividade posteriormente no mesmo dia, por isso é necessária a conferência com o diário de obras que relata com exatidão a quantidade de carpinteiros, serventes e armadores presentes diariamente na obra.

## 5.2 RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE RUP

Outra análise realizada no empreendimento foi o cálculo de produtividade referente às estruturas dos pavimentos tipo. Porém, essa análise só ocorreu para os tipos 5 e 12, que são os pavimentos tipo que correspondem ao maior e menor tempo de duração para execução, respectivamente, onde o primeiro foi executado com 24 dias e o segundo com 15 dias, respectivamente.

O objetivo dessa segunda análise é a verificação do comportamento em relação à produtividade calculada em parâmetros de RUP (Homem-hora/quantidade de serviço), e entender por meio desse cálculo se as equipes de trabalho para a execução desses pavimentos foram bem dimensionadas e estão sendo produtivas.

Para o desenvolvimento dos cálculos de RUP, definiu-se primeiramente a variante de RUP que seria calculada. Devido a limitação de dados, o único parâmetro de RUP calculado foi a RUP cíclica ou RUP pavimento, que contabiliza o tempo total e o número de funcionários destinados para a conclusão de um pavimento. Nesse caso, foram calculadas RUP cíclicas para armação e formas. Os cálculos de RUP diária e RUP potencial (item 2.3) são importantes para chegar à uma produtividade passível de repetição, mas como não haviam anotações suficientes para distinguir o tempo efetivo de cada colaborador para cada elemento analisado separadamente, não foi possível obter esse parâmetro.

Após a obtenção dos quantitativos para as armaduras e para as formas, foram calculadas as produtividades de ambas as atividades tanto para o tipo 5 quanto para o tipo 12,

através da formulação apresentada no item 2.3. A Tabela 8 a seguir mostra os resultados obtidos referentes às produtividades para as armações.

Tabela 8 - Produtividade armação Tipo 5 e Tipo 12 (RUP cíclica).

ARMAÇÃO		TIPO 5		TIPO 12	
		RUP (Hh/kg)	TOTAL	RUP (Hh/kg)	TOTAL
PILARES	CORTE E DOBRA	0,00874	0,025	0,018	0,050
	IÇAMENTO E MONTAGEM	0,0163		0,032	
VIGAS DE BORDO	CORTE E DOBRA	0,058	0,099	0,06979	0,103
	IÇAMENTO E MONTAGEM	0,041		0,034	
VIGAS INTERNAS	CORTE E DOBRA	0,0904	0,335	0,133	0,365
	IÇAMENTO E MONTAGEM	0,0638		0,06919	
CABOS PROTENSÃO	CORTE	0,006855		0,006855	
	IÇAMENTO	0,006855		0,00799	
	MONTAGEM	0,034		0,034	
LAJE POSITIVO	IÇAMENTO E MONTAGEM	0,042		0,036	
LAJE NEGATIVO	IÇAMENTO E MONTAGEM	0,092		0,078	

Fonte: Autora (2018).

Os valores apresentados na Tabela 8 para armação foram obtidos com auxílio da planilha de acompanhamento, a qual apresenta as equipes de trabalho destinadas para cada atividade e indicam se a equipe trabalhou o dia todo ou apenas meio período. Como um dia trabalhado equivale a 9 horas, os cálculos foram realizados através do equivalente de dias contabilizado na planilha de acompanhamento em horas conforme a quantidade de funcionários, divididos pela quantidade de aço obtida dos quantitativos.

Para a produtividade das lajes, foram consideradas além das armaduras positiva e negativa, o peso dos cabos de protensão e das vigas internas, pois como todos são executados em cima da laje, a soma total desses elementos compõe o valor total utilizado.

Para a produtividade das formas foram considerados os serviços de desforma e montagem dos elementos: pilares, vigas e laje. O resultado obtido está na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 - Produtividade formas Tipo 5 e Tipo 12 (RUP cíclica).

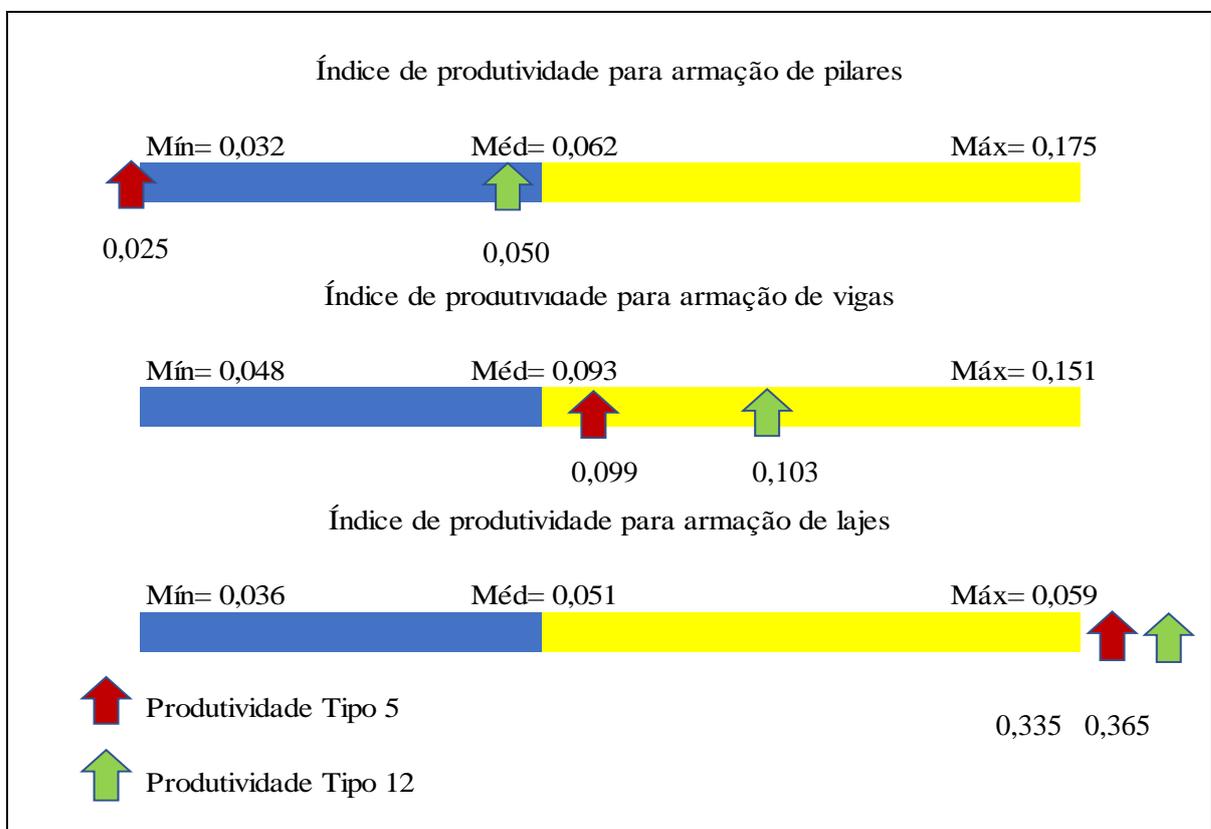
FORMAS		TIPO 5		TIPO 12	
		RUP (Hh/m <sup>2</sup> )	TOTAL	RUP (Hh/m <sup>2</sup> )	TOTAL
PILARES	DESFORMA	0,54	2,24	1,02	2,35
	MONTAGEM	1,7		1,33	
VIGAS	DESFORMA	3,64	6,54	2,57	5,57
	MONTAGEM	2,9		3	
LAJE	DESFORMA	0,22	0,50	0,2	0,35
	MONTAGEM	0,286		0,15	

Fonte: Autora (2018).

De maneira análoga foram calculadas as RUP para as atividades de formas, diferenciando apenas a unidade de medida da quantidade de serviço, nesse caso, metro quadrado.

Quanto menor o valor de RUP melhor é a produtividade das atividades. Há variações nas produtividades dos pavimentos tipo 5 e tipo 12 quando comparadas, mas para aferir se os resultados, mesmo distintos entre si, são bons ou não, utilizou-se como parâmetros os índices da tabela TCPO, apresentados no item 2.3 e obteve-se os seguintes resultados:

Figura 11 - Comparativo índices TCPO versus RUP armação Tipo 5 e Tipo 12.

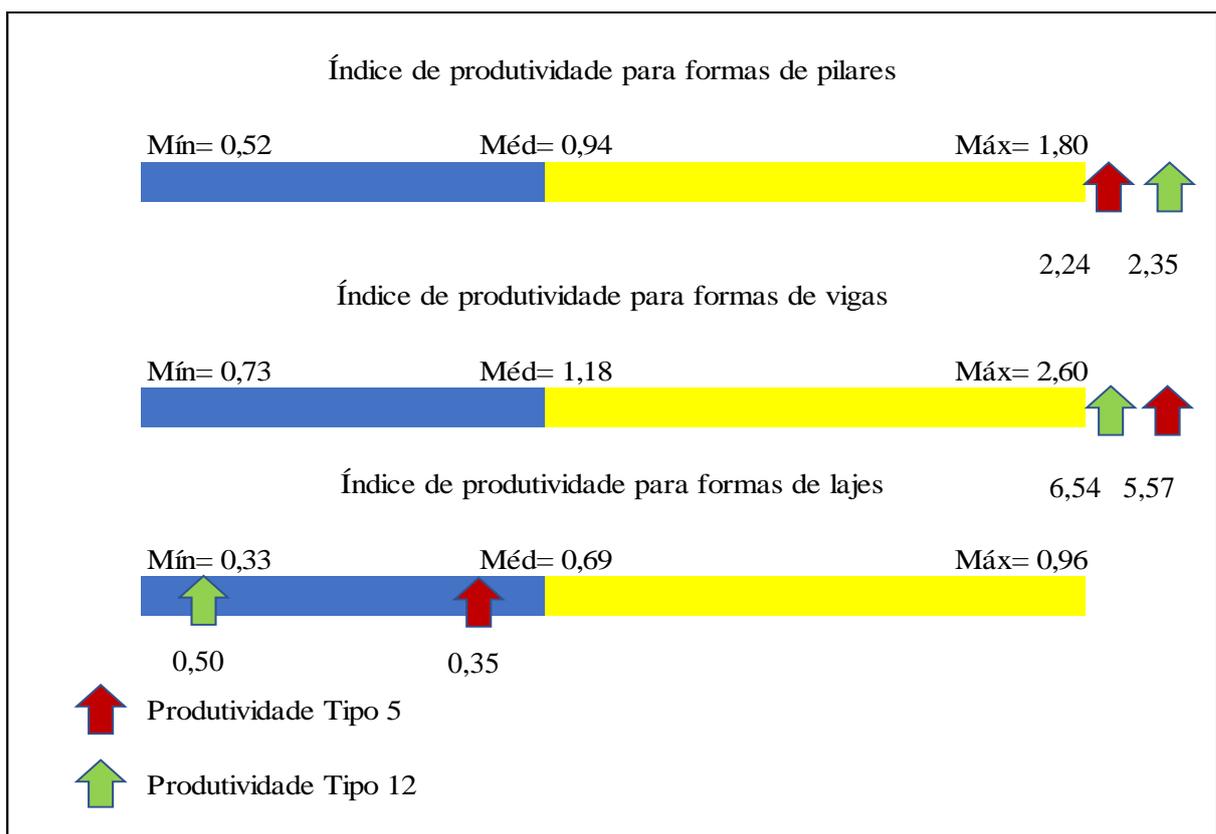


Fonte: Autora (2018).

Para as atividades de corte, dobra e carregamento dos pilares o tipo 5 foi avaliado com ótima produtividade e o tipo 12 com produtividade boa. Para a RUP das vigas foram consideradas apenas as vigas externas e os resultados obtidos foram produtividade mediana para o tipo 5 e produtividade muito boa para o tipo 12. Já para o cálculo da RUP das lajes, foram incluídos além dos elementos da laje (armadura positiva e negativa), como trata-se de uma estrutura protendida, foram contabilizados os valores para corte e colocação dos cabos de protensão e também foram contadas as armaduras das vigas protendidas, pois estas estão posicionadas acima do assoalhamento da laje, por isso obtiveram valores maiores e no comparativo com o TCPO tiveram valores maiores, sendo consideradas produtividades ruins.

Em relação a RUP cíclica calculada para as formas dos pavimentos, têm-se a Figura 12 indicando os valores e comparando-os ao TCPO.

Figura 12 - Comparativo índices TCPO versus RUP formas Tipo 5 e Tipo 12.



Fonte: Autora (2018).

Em relação a RUP calculada para as formas, nota-se que apesar de valores distintos entre o tipo 5 e o tipo 12 os valores encontram-se nas mesmas faixas. Para os pilares e vigas ambos estão com valores muito altos, o que significa que a produtividade para estes serviços

está baixa. Já para a RUP em relação às formas da laje ambos os tipos possuem valores considerados como ótimas produtividades.

As atividades das formas tanto para o tipo 5 quanto para o tipo 12 são as mesmas, mesmos pesos, mesma metragem quadrada de serviço, as únicas variantes de um pavimento para o outro são: número de funcionários envolvidos nessas atividades e para o tipo 5 não havia auxílio da grua para elevação dos materiais até a laje, diferentemente do tipo 12 que possuía o equipamento.

Conclui-se para as atividades de carpintaria relacionadas a esses pavimentos, que o maior fator para a diferença na execução das atividades não é a produtividade dos funcionários envolvidos nas atividades, mas sim, outros fatores que influenciaram na rapidez de execução do tipo 12, como por exemplo, as predecessoras das atividades de carpintaria estarem adiantadas antes do início da execução do pavimento, onde os pilares do tipo 12 já estavam prontos para serem montados no pavimento quando iniciaram as desformas do tipo anterior (tipo 11), fator que não se verifica no tipo 5, o qual iniciou as atividades de marcação dos eixos dos pilares em paralelo com corte e dobra das armaduras dos pilares, demorando maior tempo para içamento e enfim a montagem das formas dos mesmos.

O cálculo das RUP's dos pavimentos é importante para possibilitar a análise da produtividade da equipe de trabalho e ajustá-la quando necessário. No caso da obra em questão, a construtora tinha como objetivo até o momento analisado o menor tempo possível para a construção de pavimentos, onde a meta era atingir ao máximo a produtividade de 1,9 pavimentos tipos por mês ou o mais próximo disso. Porém muitas vezes não houve controle do efetivo trabalhado e executado, acarretando em dificuldade para identificar os pontos que ocasionaram a discrepância de dias na execução de uma laje para outra.

De acordo com as análises concluiu-se que é importante a revisão do planejamento e adequação em relação aos pavimentos tipo conforme a necessidade da obra. Se a obra possui objetivo de execução de X lajes por mês, deve-se dimensionar as equipes de trabalho conforme o histórico de produtividade dos funcionários e auxílio de índices como o TCPO para dimensionamentos confiáveis que consigam atingir as metas. Considerando a necessidade da obra no momento da análise de atingir a produtividade de 1,9 pavimentos por mês, foi desenvolvida uma nova planilha de acompanhamento para as atividades da estrutura. Para o dimensionamento das equipes de trabalho, foram identificadas as atividades predecessoras, ou seja, atividades que não podem ser iniciadas antes do término da anterior e as atividades que podem ser realizadas em paralelo independentemente das outras. O Apêndice U mostra o resultado da planilha de acompanhamento modificada.

Percebe-se pelo sequenciamento das atividades da estrutura que há um caminho que pode ser considerado crítico, que é o assoalhamento da laje, pois, é uma atividade identificada pelo histórico das análises, mais extensa, e enquanto esta não é finalizada não ocorre a concretagem dos pilares. Sem a concretagem dos pilares, existe a possibilidade de continuar a execução do restante da construção dos pavimentos, e a realização da concretagem da laje e dos pilares juntos, mas como consequência, pode haver maior demora para desforma dos elementos no dia posterior, pois dependendo do comportamento do concreto, se esse estiver muito mole a desforma deve ser adiada.

Quando a concretagem dos pilares é feita logo após o término do assoalhamento da laje em seguida iniciam as produções de armação da laje, e então a concretagem da laje. Posteriormente podem ser iniciadas as desformas dos pilares sem problemas com o cuidado em relação à rigidez do concreto, pois o mesmo já terá adquirido resistência suficiente e assim o ciclo de um novo pavimento pode ser iniciado de forma mais rápida. Portanto, vê-se a importância do assoalhamento da laje ocorrer de forma mais rápida possível, pois como explicado anteriormente, é o caminho lógico de execução seguido pela construtora, e que pode fazer diferença no final da construção do pavimento ganhando-se dias.

O acompanhamento do Apêndice U foi obtido através de cálculos de RUP considerando os quantitativos calculados anteriormente para as formas e armaduras e os índices mínimos de produtividade do TCPO. As atividades que contemplam a planilha, mas que não tiveram seus índices de produtividade calculados como, por exemplo, montagem de escoramentos primário e secundário, foram determinadas as respectivas equipes de trabalho, baseadas na planilha de acompanhamento padrão e ajustes para que tivessem tempo de execução possível e não interferissem na execução das outras atividades.

Com relação ao RUP, vale ressaltar que para esse trabalho foi calculado apenas o RUP cíclico, mas para obtenção de outros índices a fim de aprimorar a produtividade dos funcionários, sugere-se a complementação de planilhas que especifiquem detalhadamente quais elementos serão trabalhados. As Tabelas 10 e 11 foram desenvolvidas como exemplo de um modelo de planilha que pode ser adotado para obtenção destes dados.



Com a utilização das Tabelas 10 e 11 o objetivo é conseguir o máximo de detalhes referente aos pavimentos analisados, desta forma, com esse preenchimento seria possível identificar, por exemplo, qual pilar estará sendo executado em determinado tempo. Então a partir destas anotações calcular os índices de produtividade diárias, analisar as equipes de trabalho e planejar a curto prazo formas que tangenciem a execução padrão dos pavimentos de maneira mais assertiva.

Esse acompanhamento também visa identificar outras possíveis causas que justifiquem as durações das atividades, como por exemplo, a rotatividade dos funcionários, pois, quanto maior o tempo de execução em determinada tarefa, entende-se por aprimoramento da prática e por consequência mais rapidez para desenvolvê-las.

O principal motivo do atraso do empreendimento estudado é a questão financeira, devido a situação econômica que o país se encontra, há dificuldades em obter investidores para a obra e também a realização de financiamentos, por isso, a obra é executada desde 2015 com recursos limitados de acordo com as vendas dos apartamentos. O empreendimento prevê a construção de duas torres, sendo a primeira com área construída de 14000m<sup>2</sup> e a segunda com área de aproximadamente 20000m<sup>2</sup>. Até o momento analisado a torre 1 está construída até o 14 pavimento e fechada com alvenaria externa até o 12 pavimento, porém, internamente há apenas 2 pavimentos concluídos com alvenaria, outras atividades como elétricas, hidráulica, esquadrias e acabamentos não foram realizados até o momento, com exceção da elétrica, uma pequena porcentagem já foi realizada. A segunda torre ainda não foi iniciada, apenas o início da limpeza do terreno e alguns cortes e dobras de armaduras de estribos da fundação começaram a ser confeccionados.

O planejamento e o controle de produção de um empreendimento devem ser monitorados e bem compreendidos por quem os monitora, independentemente da situação financeira a qual o empreendimento se encontra. Sempre é possível otimizar e melhorar continuamente, reduzindo mão-de-obra, desperdícios e consequentemente custos.

## 6 CONCLUSÃO

É evidente a importância do planejamento dentro de um canteiro de obras, independentemente do método construtivo, equipes de trabalho ou recursos financeiros disponíveis. O planejamento define com mais clareza como as metas serão atendidas e proporciona ferramentas que auxiliam no controle da execução das atividades e das produtividades.

Quanto mais informações diárias o gestor da obra conseguir registrar, mais precisos serão os estudos e análises que poderá desenvolver no decorrer da execução. Sendo possível identificar erros cometidos, por exemplo, ou equipes mal dimensionadas, e assim evitar que os mesmos equívocos prossigam.

Quando os recursos em uma obra são limitados, qualquer retrabalho pode ser sinônimo de atrasos com proporções maiores do que quando a obra não possui limitações, já que na situação de poucos recursos estes que seriam destinados para o desenvolvimento da obra teriam que se realocar para os consertos e retrabalhos.

A realização deste trabalho buscou evidenciar aspectos importantes para a melhoria no controle do planejamento das atividades na obra, focando nas relacionadas à estrutura do empreendimento.

De forma geral, percebe-se que a equipe executora da obra estudada tem preocupação com o desenvolvimento do empreendimento realizando tomadas de decisões positivas com os recursos fornecidos, mas alguns processos podem ser aprimorados e conseqüentemente trazer resultados mais satisfatórios com a implementação de planilhas de controle como sugeridas no item 5.2.

Com relação aos objetivos do trabalho, estes foram alcançados, pois o estudo proporcionou o entendimento em relação ao planejamento de uma obra, a complexidade de planejar, controlar e identificar melhorias contínuas nos processos.

A fim de dar continuidade aos processos desta pesquisa, sugere-se como complemento deste trabalho a aplicação do novo modelo de acompanhamento estabelecido, assim como a utilização das planilhas de acompanhamento semanais, aumentando o controle da execução da obra e gerando dados para os cálculos de RUP não apenas cíclicas, mas

também diárias e potencial, desenvolvendo índices de produtividade mais eficazes para a obra. Além disso, analisar a perda de mão de obra relacionada aos elementos da estrutura para assim aprimorar as equipes de trabalho envolvidas na execução do empreendimento em busca de um cronograma exequível e eficiente.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, N. **5 problemas que impedem a modernização da construção civil**. Disponível em < <https://constructapp.io/pt/5-problemas-que-impedem-a-modernizacao-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 07 mai. 2018.
- ARAÚJO, L. O. C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de formas, armação, concretagem e alvenaria**. 2000. 374 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. de. **Avaliação da gestão de serviços de construção**, II Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, Fortaleza, 2001, 11 p.
- BARBOSA, M. F. **Análise de estratégias de execução para edifícios verticais com diferentes sistemas construtivos**. 124 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310 p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2001.
- BRDESCO. **Departamento de pesquisas e estudos econômicos**. Construção Civil. Disponível em: <[https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_construcao\\_civil.pdf](https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_construcao_civil.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- BRAGA, F. A. S.; ANDRADE, J. H. **Planejamento e controle da produção**: relato do processo de implantação e uso de um sistema de apontamento da produção. Anais. XXXII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção. ABEPRO: Bento Gonçalves, 2012.
- BURBIDGE, J. L. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1981.
- COSTA, D. B. et al. **Indicadores de produtividade e perdas para processos à base de cimento**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2011 (Caderno de Resultados).
- GEHBAUER, F. et al. **Planejamento e gestão de obras**: Um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha. Curitiba: CEFET-PR, 2002.
- GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008.
- GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil Brasileira**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2004.
- KREMER, C. D; KOVALESKI, J L. Planejamento e controle dos processos de fabricação metalúrgicos auxiliado pelo gráfico de Gantt: um estudo de caso. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 2., 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Utfpr, 2006. p. 1 - 14.

- LANTELME, E. M. V. et al. **Gestão da qualidade na construção civil: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte - indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil.** Volume 2. 104 p. Núcleo Orientado para Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- LAUFER, A.; HOWELL, G. A.; ROSENFELD, Y. **Three modes of shortterm construction planning: construction management and economics.** v. 10, p. 249-262, 1992.
- LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: Editora LTC, 1997.
- LUSTOSA, L. J. et al. **Planejamento e controle da produção.** Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2008.
- MARQUES JR, L. J. **Uma contribuição para a melhoria do planejamento de empreendimentos de construção em organizações públicas.** 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: PINI, 2010.
- MOORE, J.; WEATHERFORD, L. R. **Tomada de decisão em administração com planilhas eletrônicas.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 644 p.
- NÓBREGA, G. C; ROMANO, I. **Implantação de indicadores de produtividade dos serviços de armação e forma para melhoria do planejamento e controle de obra.** 2010. 108 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Goiânia, GO, 2010.
- NORMA REGULAMENTADORA. **NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.** Brasília, 1995.
- OLIVEIRA, K. A. Z. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção: proposta baseada em estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- PEREIRA, R. W. **Aplicação do planejamento a longo, médio e curto prazo em um edifício multifamiliar na cidade de Joinville/SC.** 2016. 84 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Sociedade Educacional de Santa Catarina, Centro Universitário SOCIESC, Joinville, SC, 2016.
- PMBOK. **Guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos.** EUA: PMI-Project Management Institute, 2013.
- QUEIROZ, M. N. **Programação e controle de obras.** Juíz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.
- RAMOS, B. B. **Análise da produtividade da mão de obra em estrutura de concreto armado: com laje nervurada.** 2014. 130 p. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

- ROCHA, A. A. **A importância do planejamento na construção civil.** Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1773](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1773)>. Acesso em: 01 mai. 2018.
- RUSSOMANO, V. H. **PCP: planejamento e controle da produção.** 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.
- SIENGE. **Modelo de diário de obra.** Disponível em: <<http://www.sienge.com.br/modelo-de-diario-de-obra/>>. Acesso em: 12 jul 2018.
- SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra:** manual de gestão da produtividade na construção civil. São Paulo: Pini, 2006. 100p.
- TCPO. Tabela de composições de preços para orçamentos. São Paulo: PINI, 2010. 441p.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção:** teoria e prática. São Paulo: Atlas S.a., 2007. 190 p.
- ULUBEYLI, S.; KAZAZ, A.; ER, B. **Planning engineers' estimates on labor productivity:** theory and practice. In: IPMA WORLD CONGRESS, 27., 2014, Turkey. Proceedings. Turkey: Crossmark, p. 1-19. 2014.
- VISIOLI, R. C. **Metodologia para gestão de obras residenciais de pequeno porte:** um estudo de caso. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- WACHA, A; SILVA, A. F. V. A. **Cronograma** - um instrumento do planejamento, Execução e Controle em Construção e Montagem. 2014. 14 p. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Instituto de Educação Tecnológica - Belo Horizonte, 2014.
- XAVIER, C. M. S. **Gerenciamento de projetos:** como definir e controlar o escopo do projeto. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

### APÊNDICE A – Quantitativo de aço pilares Tipo 5.

PAVIMENTO: TIPO 5									
Pilar n°		Nome do componente	Diâmetro da barra	Comprimento barra	n° de barras	comprimento total	densidade do aço (kg/m)	Peso (kg)	Peso Total (Kg)
P1	Estribos	N1	5	150	20	3000	0,154	4,62	24,87
		N2	5	29	20	580	0,154	0,89	
	Barras	N48	12,5	335	6	2010	0,963	19,36	
P2	Estribos	N50	16	242	19	4598	1,578	72,56	385,18
		N51	16	50	6X19	5700	1,578	89,95	
	Barras	N55	20	294	4	1176	2,466	29,00	
		N56	20	357	22	7854	2,466	193,68	
P3	Estribos	N52	16	354	20	7080	1,578	111,72	883,46
		N53	16	58	18X20	20880	1,578	329,49	
	Barras	N55	20	294	10	2940	2,466	72,50	
		N56	20	357	42	14994	2,466	369,75	
P4	Estribos	N27	5	210	19	3990	0,154	6,14	242,41
		N24	5	28	9X19	4788	0,154	7,37	
	Barras	N41	20	357	26	9282	2,466	228,89	
P5	Estribos	N22	5	202	25	5050	0,154	7,78	267,53
		N23	5	35	15X25	13125	0,154	20,21	
	Barras	N38	16	345	44	15180	1,578	239,54	
P6	Estribos	N10	5	190	20	3800	0,154	5,85	26,10
		N11	5	29	20	580	0,154	0,89	
	Barras	N36	12,5	335	6	2010	0,963	19,36	
P14	Estribos	N8	5	222	25	5550	0,154	8,55	88,54
		N9	5	35	4X25	3500	0,154	5,39	
	Barras	N49	16	294	2	588	1,578	9,28	
		N48	16	345	12	4140	1,578	65,33	
P15	Estribos	N10	5	266	15	3990	0,154	6,14	327,67
		N11	5	36	13X15	7020	0,154	10,81	
	Barras	N55	20	294	4	1176	2,466	29,00	
		N56	20	357	32	11424	2,466	281,72	
P16	Estribos	N12	5	282	16	4512	0,154	6,95	140,67
		N9	5	35	9X16	5040	0,154	7,76	
	Barras	N49	16	394	8	3152	1,578	49,74	
		N48	16	345	14	4830	1,578	76,22	
P17	Estribos	N45	12,5	324	27	8748	0,963	84,24	556,10
		N46	12,5	47	12X27	15228	0,963	146,65	
	Barras	N55	20	294	6	1764	2,466	43,50	
		N56	20	357	32	11424	2,466	281,72	
P18	Estribos	N13	5	248	15	3720	0,154	5,73	287,52
		N14	5	37	11X15	6105	0,154	9,40	
	Barras	N55	20	294	6	1764	2,466	43,50	
		N56	20	357	26	9282	2,466	228,89	

P22	Estribos	N35	10	331	30	9930	0,617	61,27	360,13
		N36	10	35	10X30	10500	0,617	64,79	
	Barras	N55	20	294	8	2352	2,466	58,00	
		N56	20	357	20	7140	2,466	176,07	
P23	Estribos	N29	8	230	20	4600	0,395	18,17	90,39
		N30	8	32	4X20	2560	0,395	10,11	
	Barras	N49	16	294	4	1176	1,578	18,56	
		N48	16	345	8	2760	1,578	43,55	
P24	Estribos	N25	6,3	456	23	10488	0,245	25,70	154,40
		N26	6,3	38	4X23	3496	0,245	8,57	
	Barras	N55	20	294	2	588	2,466	14,50	
		N56	20	357	12	4284	2,466	105,64	
P25	Estribos	N31	8	456	30	13680	0,395	54,04	321,75
		N32	8	38	10X30	11400	0,395	45,03	
	Barras	N55	20	294	4	1176	2,466	29,00	
		N56	20	357	22	7854	2,466	193,68	
P30	Estribos	N5	5	196	23	4508	0,154	6,94	40,74
		N6	5	32	23	736	0,154	1,13	
	Barras	N48	16	345	6	2070	1,578	32,66	
P31	Estribos	N37	10	317	23	7291	0,617	44,99	250,40
		N38	10	38	9X23	7866	0,617	48,53	
	Barras	N49	16	294	8	2352	1,578	37,11	
		N48	16	345	22	7590	1,578	119,77	
P35	Estribos	N25	5	232	22	5104	0,154	7,86	264,53
		N26	5	30	10X22	6600	0,154	10,16	
	Barras	N41	20	357	28	9996	2,466	246,50	
P41	Estribos	N30	8	270	30	8100	0,395	32,00	382,27
		N31	8	43	10X30	12900	0,395	50,96	
	Barras	N41	20	357	34	12138	2,466	299,32	
P43	Estribos	N34	10	337	30	10110	0,617	62,38	404,80
		N35	10	38	16X30	18240	0,617	112,54	
	Barras	N39	16	294	12	3528	1,578	55,67	
		N38	16	345	32	11040	1,578	174,21	
P44	Estribos	N27	6,3	270	27	7290	0,245	17,86	91,53
		N28	6,3	31	6X27	5022	0,245	12,30	
	Barras	N43	12,5	294	8	2352	0,963	22,65	
		N42	12,5	335	12	4020	0,963	38,71	
P45	Estribos	N47	12,5	304	22	6688	0,963	64,41	356,79
		N46	12,5	47	7X22	7238	0,963	69,70	
	Barras	N55	20	294	4	1176	2,466	29,00	
		N56	20	357	22	7854	2,466	193,68	
P46	Estribos	N47	12,5	304	22	6688	0,963	64,41	377,50
		N46	12,5	47	7X22	7238	0,963	69,70	
	Barras	N55	20	294	2	588	2,466	14,50	
		N56	20	357	26	9282	2,466	228,89	
P47	Estribos	N47	12,5	304	27	8208	0,963	79,04	491,25

		N46	12,5	47	10X27	12690	0,963	122,20	
	<b>Barras</b>	N55	20	294	6	1764	2,466	43,50	
		N56	20	357	28	9996	2,466	246,50	
<b>P48</b>	<b>Estribos</b>	N20	5	190	16	3040	0,154	4,68	46,44
		N15	5	29	2X16	928	0,154	1,43	
	<b>Barras</b>	N49	16	294	4	1176	1,578	18,56	
		N48	16	345	4	1380	1,578	21,78	
<b>TOTAL</b>									<b>6862,99</b>

Fonte: Autora (2018).

## APÊNDICE B – Quantitativo de aço pilares Tipo 12.

PAVIMENTO: TIPO 12									
Pilar n°		Nome do componente	Diâmetro da barra	Comprimento da barra	n° de barras	comprimento total	densidade do aço (kg/m)	Peso (kg)	Peso Total (kg)
P1	Estribos	N1	5	150	20	3000	0,154	4,62	24,87
		N2	5	29	20	580	0,154	0,89	
	Barras	N53	12,5	335	6	2010	0,963	19,36	
P2	Estribos	N54	12,5	238	27	6426	0,963	61,88	300,28
		N55	12,5	43	4X27	4644	0,963	44,72	
	Barras	N62	20	357	22	7854	2,466	193,68	
P3	Estribos	N45	6,3	342	25	8550	0,245	20,95	108,19
		N44	6,3	36	5X25	4500	0,245	11,03	
	Barras	N59	16	345	14	4830	1,578	76,22	
P4	Estribos	N6	5	210	19	3990	0,154	6,14	246,90
		N43	5	28	9X19	4788	0,154	7,37	
	Barras	N63	20	364	26	9464	2,466	233,38	
P5	Estribos	N33	5	202	25	5050	0,154	7,78	136,98
		N12	5	35	7X25	6125	0,154	9,43	
	Barras	N59	16	345	22	7590	1,578	119,77	
P6	Estribos	N24	5	190	20	3800	0,154	5,85	26,10
		N2	5	29	20	580	0,154	0,89	
	Barras	N53	12,5	335	6	2010	0,963	19,36	
P14	Estribos	N7	5	222	25	5550	0,154	8,55	44,85
		N8	5	35	3X25	2625	0,154	4,04	
	Barras	N53	12,5	335	10	3350	0,963	32,26	
P15	Estribos	N9	5	266	27	7182	0,154	11,06	94,97
		N10	5	37	5X27	4995	0,154	7,69	
	Barras	N59	16	345	14	4830	1,578	76,22	
P16	Estribos	N11	5	282	16	4512	0,154	6,95	52,23
		N12	5	35	2X16	1120	0,154	1,72	
	Barras	N59	16	345	8	2760	1,578	43,55	
P17	Estribos	N13	5	316	30	9480	0,154	14,60	73,48
		N14	5	32	3X30	2880	0,154	4,44	
	Barras	N59	16	345	10	3450	1,578	54,44	
P18	Estribos	N15	5	248	30	7440	0,154	11,46	69,56
		N16	5	38	3X30	3420	0,154	5,27	
	Barras	N60	16	294	2	588	1,578	9,28	
		N59	16	345	8	2760	1,578	43,55	
P22	Estribos	N19	5	330	20	6600	0,154	10,16	45,10
		N2	5	29	3X20	1740	0,154	2,68	
	Barras	N53	12,5	335	10	3350	0,963	32,26	
P23	Estribos	N20	5	230	22	5060	0,154	7,79	35,57
		N2	5	29	2X22	1276	0,154	1,97	
	Barras	N53	12,5	335	8	2680	0,963	25,81	

P24	Estribos	N21	5	456	25	11400	0,154	17,56	88,28
		N12	5	35	4X25	3500	0,154	5,39	
	Barras	N59	16	345	12	4140	1,578	65,33	
P25	Estribos	N43	6,3	456	25	11400	0,245	27,93	154,45
		N44	6,3	36	8X25	7200	0,245	17,64	
	Barras	N59	16	345	20	6900	1,578	108,88	
P30	Estribos	N5	5	196	23	4508	0,154	6,94	40,74
		N14	5	32	23	736	0,154	1,13	
	Barras	N59	16	345	6	2070	1,578	32,66	
P31	Estribos	N46	6,3	316	30	9480	0,245	23,23	124,88
		N47	6,3	33	6X30	5940	0,245	14,55	
	Barras	N59	16	345	16	5520	1,578	87,11	
P35	Estribos	N41	5	232	15	3480	0,154	5,36	246,31
		N42	5	30	10X15	4500	0,154	6,93	
	Barras	N62	20	365	26	9490	2,466	234,02	
P41	Estribos	N56	8	278	23	6394	0,395	25,26	281,50
		N55	8	43	7X23	6923	0,395	27,35	
	Barras	N62	20	357	26	9282	2,466	228,89	
P43	Estribos	N27	5	336	27	9072	0,154	13,97	72,40
		N14	5	32	3X27	2592	0,154	3,99	
	Barras	N59	16	345	10	3450	1,578	54,44	
P44	Estribos	N29	5	270	20	5400	0,154	8,32	35,91
		N2	5	29	2X20	1160	0,154	1,79	
	Barras	N53	12,5	335	8	2680	0,963	25,81	
P45	Estribos	N50	6,3	296	25	7400	0,245	18,13	88,33
		N47	6,3	33	4X25	3300	0,245	8,09	
	Barras	N60	16	294	4	1176	1,578	18,56	
		N59	16	345	8	2760	1,578	43,55	
P46	Estribos	N30	5	296	23	6808	0,154	10,48	56,00
		N4	5	32	4X23	2944	0,154	4,53	
	Barras	N57	12,5	394	4	1576	0,963	15,18	
		N53	12,5	335	8	2680	0,963	25,81	
P47	Estribos	N30	5	296	20	5920	0,154	9,12	44,33
		N4	5	32	3X20	1920	0,154	2,96	
	Barras	N53	12,5	335	10	3350	0,963	32,26	
P48	Estribos	N24	5	190	20	3800	0,154	5,85	26,10
		N2	5	29	20	580	0,154	0,89	
	Barras	N53	12,5	335	6	2010	0,963	19,36	
<b>TOTAL 2518,31</b>									

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE C – Quantitativo de aço vigas periféricas pavimentos Tipo.**

PAVIMENTOS TIPO- VIGAS PERIFÉRICAS									
VIGAS		Nome componente	Diâmetro barra	Comprimento barra	n° de barras	comprimento total	densidade aço (kg/m)	Peso (kg)	Peso Total (kg)
101a	Negativa	N35	12,5	1200	2	2400	0,963	23,11	58,92
	Positiva	N37	12,5	1185	2	2370	0,963	22,82	
	Estribos	N1	5	136	62	8432	0,154	12,99	
101b	Negativa	N36	12,5	426	2	852	0,963	8,20	23,64
	Positiva	N38	12,5	410	2	820	0,963	7,90	
	Estribos	N1	5	136	36	4896	0,154	7,54	
102	Negativa	N39	12,5	427	2	854	0,963	8,22	20,03
	Positiva	N40	12,5	439	2	878	0,963	8,46	
	Estribos	N1	5	136	16	2176	0,154	3,35	
103	Negativa	N41	12,5	460	2	920	0,963	8,86	16,31
	Positiva	N18	10	366	2	732	0,617	4,52	
	Estribos	N1	5	136	14	1904	0,154	2,93	
105	Negativa	N42	12,5	89	2	178	0,963	1,71	3,68
	Positiva	N19	10	108	2	216	0,617	1,33	
	Estribos	N1	5	136	3	408	0,154	0,63	
107b	Negativa	N44	12,5	880	2	1760	0,963	16,95	35,14
	Positiva	N20	10	880	2	1760	0,617	10,86	
	Estribos	N1	5	136	35	4760	0,154	7,33	
111	Negativa	N9	6,3	326	2	652	0,245	1,60	8,55
	Positiva	N22	10	326	2	652	0,617	4,02	
	Estribos	N1	5	136	14	1904	0,154	2,93	
111	Negativa	N9	6,3	326	2	652	0,245	1,60	8,55
	Positiva	N22	10	326	2	652	0,617	4,02	
	Estribos	N1	5	136	14	1904	0,154	2,93	
119	Negativa	N103	20	296	3	888	2,466	21,90	36,09
	Positiva	N82	16	230	2	460	1,578	7,26	
	Estribos	N5	5	150	30	4500	0,154	6,93	
123	Negativa	N57	12,5	148	2	296	0,963	2,85	4,91
	Positiva	N25	10	99	2	198	0,617	1,22	
	Estribos	N1	5	136	4	544	0,154	0,84	
125	Negativa	N60	12,5	335	2	670	0,963	6,45	15,86
	Positiva	N61	12,5	347	2	694	0,963	6,68	
	Estribos	N1	5	136	13	1768	0,154	2,72	
126	Negativa	N11	6,3	329	2	658	0,245	1,61	11,13
	Positiva	N62	12,5	353	2	706	0,963	6,80	
	Estribos	N1	5	136	13	1768	0,154	2,72	
127e	Negativa	N90	16	369	2	738	1,578	11,65	36,94
	Positiva	N88	16	536	2	1072	1,578	16,92	
	Estribos	N1	5	136	40	5440	0,154	8,38	
127e	Negativa	N91	16	1015	2	2030	1,578	32,03	70,83

127e	Positiva	N89	16	964	2	1928	1,578	30,42	36,94
	Estribos	N1	5	136	40	5440	0,154	8,38	
	Negativa	N90	16	369	2	738	1,578	11,65	
	Positiva	N88	16	536	2	1072	1,578	16,92	
	Estribos	N1	5	136	40	5440	0,154	8,38	
128	Negativa	N35	12,5	1200	2	2400	0,963	23,11	60,50
	Positiva	N37	12,5	1180	2	2360	0,963	22,73	
	Estribos	N1	5	136	70	9520	0,154	14,66	
129c	Negativa	N65	12,5	666	2	1332	0,963	12,83	26,49
	Positiva	N26	10	666	2	1332	0,617	8,22	
	Estribos	N1	5	136	26	3536	0,154	5,45	
129b	Negativa	N65	12,5	666	2	1332	0,963	12,83	26,49
	Positiva	N26	10	666	2	1332	0,617	8,22	
	Estribos	N1	5	136	26	3536	0,154	5,45	
172	Negativa	N105	20	356	2	712	2,466	17,56	54,55
	Positiva	N105	20	356	3	1068	2,466	26,34	
	Estribos	N9	6,3	150	29	4350	0,245	10,66	
174	Negativa	N65	12,5	86	2	172	0,963	1,66	3,68
	Positiva	N42	10	96	2	192	0,617	1,18	
	Estribos	N1	5	136	4	544	0,154	0,84	
175	Negativa	N111	20	642	3	1926	2,466	47,50	124,77
		N110	20	638	1	638	2,466	15,73	
	Positiva	N109	20	668	3	2004	2,466	49,42	
	Estribos	N9	6,3	150	33	4950	0,245	12,13	
176	Negativa	N64	12,5	89	2	178	0,963	1,71	3,68
	Positiva	N40	10	108	2	216	0,617	1,33	
	Estribos	N1	5	136	3	408	0,154	0,63	
177	Negativa	N65	12,5	86	2	172	0,963	1,66	3,58
	Positiva	N58	10	105	2	210	0,617	1,30	
	Estribos	N1	5	136	3	408	0,154	0,63	
178	Negativa	N67	12,5	97	2	194	0,963	1,87	4,14
	Positiva	N44	10	116	2	232	0,617	1,43	
	Estribos	N1	5	136	4	544	0,154	0,84	
178	Negativa	N67	12,5	97	2	194	0,963	1,87	4,14
	Positiva	N44	10	116	2	232	0,617	1,43	
	Estribos	N1	5	136	4	544	0,154	0,84	
178b	Negativa	N67	12,5	97	2	194	0,963	1,87	4,14
	Positiva	N44	10	116	2	232	0,617	1,43	
	Estribos	N1	5	136	4	544	0,154	0,84	
181	Negativa	N68	12,5	81	2	162	0,963	1,56	3,42
	Positiva	N47	10	100	2	200	0,617	1,23	
	Estribos	N1	5	136	3	408	0,154	0,63	
184	Negativa	N69	12,5	91	2	182	0,963	1,75	3,74
	Positiva	N48	10	110	2	220	0,617	1,36	
	Estribos	N1	5	136	3	408	0,154	0,63	
188a	Negativa	N72	12,5	263	2	526	0,963	5,07	7,99

	<b>Positiva</b>	N50	10	169	2	338	0,617	2,09	
	<b>Estribos</b>	N1	5	136	4	544	0,154	0,84	
<b>189</b>	<b>Negativa</b>	N73	12,5	189	2	378	0,963	3,64	6,17
	<b>Positiva</b>	N51	10	137	2	274	0,617	1,69	
	<b>Estribos</b>	N1	5	136	4	544	0,154	0,84	
<b>190</b>	<b>Negativa</b>	N53	10	121	2	242	0,617	1,49	2,58
	<b>Positiva</b>	N52	10	71	2	142	0,617	0,88	
	<b>Estribos</b>	N1	5	136	1	136	0,154	0,21	
<b>191 a b c</b>	<b>Negativa</b>	N14	6,3	1200	2	2400	0,245	5,88	38,60
	<b>Positiva</b>	N74	12,5	1155	2	2310	0,963	22,25	
	<b>Estribos</b>	N1	5	136	50	6800	0,154	10,47	
<b>192</b>	<b>Negativa</b>	N15	6,3	305	2	610	0,245	1,49	7,56
	<b>Positiva</b>	N54	10	305	2	610	0,617	3,76	
	<b>Estribos</b>	N1	5	136	11	1496	0,154	2,30	
<b>TOTAL</b>									<b>773,73</b>

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE D – Quantitativo de aço vigas elevador pavimentos Tipo.**

<b>PAVIMENTOS TIPO- VIGAS ELEVADOR</b>								
<b>Vigas</b>	<b>Nome do componente</b>	<b>Diâmetro barra</b>	<b>Comprimento barra</b>	<b>n° de barras</b>	<b>comprimento total</b>	<b>densidade aço (kg/m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Peso Total (kg)</b>
<b>116</b>	<b>Negativa</b>	N79	16	538	2	1076	1,578	16,98
	<b>Positiva</b>	N78	16	465	2	930	1,578	14,68
	<b>Estribos</b>	N4	5	126	22	2772	0,154	4,27
<b>120</b>	<b>Negativa</b>	N85	16	487	2	974	1,578	15,37
	<b>Positiva</b>	N84	16	479	2	958	1,578	15,12
	<b>Estribos</b>	N1	5	136	17	2312	0,154	3,56
<b>TOTAL</b>								<b>69,97</b>

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE E – Quantitativo de aço vigas escada pavimentos Tipo.**

PAVIMENTOS TIPO- VIGAS ESCADA									
Vigas		Nome componente	Diâmetro barra	Comprimento barra	n° de barras	comprimento total	densidade aço (kg/m)	Peso (kg)	Peso Total (kg)
112	Negativa	N52	12,5	471	2	942	0,963	9,07	26,98
	Positiva	N53	12,5	495	2	990	0,963	9,53	
	Estribos	N1	5	136	40	5440	0,154	8,38	
115	Negativa	N10	6,3	471	2	942	0,245	2,31	15,82
	Positiva	N53	12,5	495	2	990	0,963	9,53	
	Estribos	N1	5	136	19	2584	0,154	3,98	
180a	Negativa	N112	20	376	2	752	2,466	18,54	46,59
		N113	20	392	2	784	2,466	19,33	
	Positiva	N46	10	299	2	598	0,617	3,69	
	Estribos	N41	5	136	24	3264	0,154	5,03	
186	Negativa	N86	16	397	2	794	1,578	12,53	29,90
		N85	16	389	2	778	1,578	12,28	
	Positiva	N46	10	294	2	588	0,617	3,63	
	Estribos	N1	5	136	7	952	0,154	1,47	
<b>TOTAL</b>								<b>119,30</b>	

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE F – Quantitativo de aço vigas protendidas pavimentos Tipo.**

PAVIMENTOS TIPO- VIGAS PROTENDIDAS									
Vigas	Nome do componente	Diâmetro barra	Comprimento barra	n° de barras	comprimento total	densidade aço (kg/m)	Peso (kg)	Peso Total (kg)	
104	Negativa	N22	10	1199	6	7194	0,617	44,39	272,75
		N50	10	1048	6	6288	0,617	38,80	
		N51	10	1090	2	2180	0,617	13,45	
	Positiva	N47	10	959	6	5754	0,617	35,50	
		N48	10	430	6	2580	0,617	15,92	
		N49	10	768	8	6144	0,617	37,91	
	Estribos	N8	5	86	3X130	33540	0,154	51,65	
		N9	5	92	4X62	22816	0,154	35,14	
122	Negativa	N30	10	805	4	3220	0,617	19,87	536,00
		N31	10	1198	8	9584	0,617	59,13	
		N32	10	1200	8	9600	0,617	59,23	
		N33	10	883	8	7064	0,617	43,58	
	Positiva	N25	10	569	4	2276	0,617	14,04	
		N26	10	1070	8	8560	0,617	52,82	
		N27	10	789	8	6312	0,617	38,95	
		N28	10	606	8	4848	0,617	29,91	
	Estribos	N29	10	640	8	5120	0,617	31,59	
		N6	5	115	4X196	90160	0,154	138,85	
N7	5	113	6X46	31188	0,154	48,03			
194	Negativa	N44	10	1146	4	4584	0,617	28,28	343,57
		N45	10	1199	8	9592	0,617	59,18	
		N46	10	718	8	5744	0,617	35,44	
	Positiva	N41	10	710	4	2840	0,617	17,52	
		N42	10	1196	8	9568	0,617	59,03	
		N43	10	520	8	4160	0,617	25,67	
	Estribos	N5	5	112	6X59	39648	0,154	61,06	
N6		5	115	4X81	37260	0,154	57,38		
195	Negativa	N22	10	1199	12	14388	0,617	88,77	538,56
		N23	10	1097	12	13164	0,617	81,22	
		N24	10	261	12	3132	0,617	19,32	
	Positiva	N19	10	731	12	8772	0,617	54,12	
		N20	10	828	8	6624	0,617	40,87	
		N21	10	754	12	9048	0,617	55,83	
	Estribos	N6	5	115	4X66	30360	0,154	46,75	
		N5	5	112	6X58	38976	0,154	60,02	
N2		5	174	6X57	59508	0,154	91,64		
<b>TOTAL</b>								<b>1690,88</b>	

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE G – Quantitativo de aço cabos protensão vertical pavimentos Tipo.**

<b>CABOS PROTENSÃO- VERTICAL</b>				
<b>CABO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>COMPRIMENTO UNITÁRIO (m)</b>	<b>COMPRIMENTO TOTAL (m)</b>	<b>PESO TOTAL (kg)</b>
<b>66a/139/150 a 155</b>	19	12,38	235,13	209,26
<b>156</b>	1	13,06	13,06	11,62
<b>93/157 a 158</b>	3	8,01	24,04	21,40
<b>82/159a/159b/159 a 163/165/ a 168</b>	12	15,74	188,88	168,10
<b>169</b>	1	14,98	14,98	13,33
<b>170 a 171/174 a 176</b>	5	14,06	70,30	62,57
<b>172</b>	1	12,68	12,68	11,28
<b>94</b>	1	7,88	7,88	7,02
<b>95</b>	1	8,60	8,60	7,65
<b>1</b>	12	22,50	270,05	240,34
<b>3</b>	6	23,24	139,45	124,11
<b>65</b>	6	22,55	135,29	120,41
<b>66</b>	10	22,45	224,50	199,81
<b>TOTAL</b>				<b>1690,88</b>

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE H – Quantitativo de aço cabos protensão horizontal pavimentos Tipo.**

<b>CABOS PROTENSÃO- HORIZONTAL</b>				
<b>CABO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>COMPRIMENTO UNITÁRIO (m)</b>	<b>COMPRIMENTO TOTAL (m)</b>	<b>PESO TOTAL (kg)</b>
<b>60/133 a 138</b>	7	9,715	68,005	60,524
<b>145 a 149</b>	5	7,865	39,325	34,999
<b>132</b>	4	31,29	125,16	111,392
<b>173</b>	4	30,475	121,9	108,491
<b>46</b>	14	17,379	243,306	216,542
<b>44</b>	7	19,641	137,487	122,363
<b>34</b>	1	13,357	13,357	11,888
<b>35</b>	12	12,157	145,884	129,837
<b>41/61</b>	2	14,639	29,278	26,057
<b>42</b>	1	6,374	6,374	5,673
<b>64</b>	1	35,798	35,798	31,86
<b>26 a 27/45 67 a 68</b>	5	15,003	75,015	66,763
<b>54 a 57</b>	4	35,534	142,136	126,501
<b>50</b>	1	16,137	16,137	14,362
<b>23/52</b>	2	12,137	24,274	22,061
<b>7 a 8</b>	2	11,811	23,622	21,024
<b>22</b>	1	7,269	7,269	6,469
<b>44</b>	1	12,627	12,627	11,238
<b>46/48 a 49/59/69 a 71</b>	7	38,653	270,571	240,808
<b>32</b>	1	9,699	9,699	8,632
<b>62</b>	1	12,68	12,68	11,285
<b>63</b>	1	11,795	11,795	10,497
<b>72</b>	2	16,647	33,294	29,632
<b>TOTAL</b>				<b>1428,898</b>

Fonte: Autora (2018).

### APÊNDICE I – Quantitativo de aço laje (positivo) pavimentos Tipo.

<b>LAJE TIPO- POSITIVO</b>						
<b>Nome do componente</b>	<b>Diâmetro da barra</b>	<b>Comprimento barra</b>	<b>n° de barras</b>	<b>comprimento total</b>	<b>densidade do aço (kg/m)</b>	<b>Peso (kg)</b>
N78	10	201	2	402	0,617	2,48
N46	10	211	2	422	0,617	2,60
N79	10	131	2	262	0,617	1,62
N45	10	141	2	282	0,617	1,74
N77	10	686	2	1372	0,617	8,47
N35	10	679	20	13580	0,617	83,79
N65	10	683	20	13660	0,617	84,28
N33	8	85	17	1445	0,395	5,71
N74	10	902	4	3608	0,617	22,26
N42	10	1060	4	4240	0,617	26,16
N40	10	1060	8	8480	0,617	52,32
N96	10	902	10	9020	0,617	55,65
N36	10	679	24	16296	0,617	100,55
N111	10	679	22	14938	0,617	92,17
N98	10	902	4	3608	0,617	22,26
N34	8	130	19	2470	0,395	9,76
N99	10	135	2	270	0,617	1,67
N37	10	741	10	7410	0,617	45,72
N22	8	134	2	268	0,395	1,06
N112	10	534	16	8544	0,617	52,72
N75	10	1200	2	2400	0,617	14,81
N48	10	242	2	484	0,617	2,99
N47	10	307	4	1228	0,617	7,58
N41	10	1059	4	4236	0,617	26,14
N39	10	1059	8	8472	0,617	52,27
N37	10	741	6	4446	0,617	27,43
N96	10	902	4	3608	0,617	22,26
N21	8	739	2	1478	0,395	5,84
N20	8	130	33	4290	0,395	16,95
N75	10	1200	4	4800	0,617	29,62
N3	5	139	15	2085	0,154	3,21
N4	5	294	7	2058	0,154	3,17
N38	10	686	10	6860	0,617	42,33
N30	8	35	70	2450	0,395	9,68
N31	8	31	112	3472	0,395	13,71
N66	10	160	3	480	0,617	2,96
N67	10	405	16	6480	0,617	39,98
N76	10	300	2	600	0,617	3,70

N110	10	820	8	6560	0,617	40,48
N29	8	247	7	1729	0,395	6,83
N31	8	31	12	372	0,395	1,47
N68	10	1120	4	4480	0,617	27,64
N32	8	121	21	2541	0,395	10,04
N97	10	540	4	2160	0,617	13,33
N70	10	959	4	3836	0,617	23,67
N71	10	520	4	2080	0,617	12,83
N73	10	788	2	1576	0,617	9,72
N74	10	949	4	3796	0,617	23,42
N69	10	1025	16	16400	0,617	101,19
N127	10	1152	2	2304	0,617	14,22
N122	10	875	14	12250	0,617	75,58
N123	10	690	20	13800	0,617	85,15
N126	10	1072	6	6432	0,617	39,69
N125	10	419	2	838	0,617	5,17
<b>TOTAL</b>						<b>1488,00</b>

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE J – Quantitativo de aço laje (negativo) pavimentos Tipo.**

<b>LAJE TIPO- NEGATIVO</b>						
<b>Nome do componente</b>	<b>Diâmetro barra</b>	<b>Comprimento barra</b>	<b>n° de barras</b>	<b>comprimento total</b>	<b>densidade aço (kg/m)</b>	<b>Peso (kg)</b>
N4	10	300	28	8400	0,617	51,828
N5	10	400	15	6000	0,617	37,02
N3	10	300	17	5100	0,617	31,467
N5	10	400	29	11600	0,617	71,572
N4	10	300	35	10500	0,617	64,785
N3	10	300	20	6000	0,617	37,02
N5	10	400	35	14000	0,617	86,38
N4	10	300	21	6300	0,617	38,871
N3	10	300	34	10200	0,617	62,934
N2	10	240	22	5280	0,617	32,5776
N5	10	400	28	11200	0,617	69,104
N4	10	300	26	7800	0,617	48,126
N4	10	300	29	8700	0,617	53,679
<b>TOTAL</b>						<b>685,364</b>

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE K – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 5).**

DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4	2	3	1	2	3	1
2	5	4	7	2	3	1	5	2	3
3	2	6	4	5	2	3	5	2	3
4	4	5	2	5	2	3	5	2	3
5	6	3	0	4	1	3	4	2	3
6	6	6	0	5	3	4	6	3	4
7	4	3	4	6	3	6	6	3	6
8	4	5	7	6	3	6	6	3	6
9	3	2	2	8	3	6	8	3	6
10	10	4	4	8	3	5	8	3	5
11	4	3	4	4	1	3	3	1	3
12	4	1	4	5	2	3	5	2	3
13	3	1	6	4	3	1	4	3	1
14	3	2	2	8	4	1	8	4	1
15	4	1	5	5	2	2	6	2	4
16	4	0	4	6	3	5	6	3	5
17	4	2	5	3	2	5	3	2	5
18	4	3	2	7	2	5	7	2	5
19				3	1	5	6	2	5
20				4	2	5	5	2	5
21				2	2	5	2	2	5
22				0	0	6	3	1	6
23				0	0	5	3	2	5
24				2	6	0	2	6	2
<b>MÉDIA plan. (pilares)</b>	4,6	4	3,4	5,1	2,6	3,8	5,5	2,6	4
<b>MÉDIA plan. (laje)</b>	3,75	1,63	4	3,75	1,75	4,75	4,75	2	5
<b>MÉDIA exec. (pilares)</b>				5,14	2,57	3,29	5,36	2,57	3,43
<b>MÉDIA exec. (laje)</b>				3,2	2	4,3	4,3	2,4	4,7

 Concretagem pilares  
 Concretagem laje

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE L – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 6).**

TIPO 6- EFETIVO									
DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4	4	0	3	3	3	3
2	5	4	7	4	3	4	4	4	4
3	2	6	4	6	3	5	4	3	5
4	4	5	2	4	2	3	4	3	3
5	6	3	0	3	3	5	3	3	5
6	6	6	0	4	4	3	4	4	3
7	4	3	4	4	4	3	4	4	3
8	4	5	7	4	3	2	4	3	2
9	3	2	2	5	4	4	5	4	4
10	10	4	4	5	3	2	5	3	2
11	4	3	4	7	7	2	7	9	2
12	4	1	4	5	3	3	5	3	3
13	3	1	6	6	4	2	6	4	2
14	3	2	2	2	2	1	5	4	1
15	4	1	5	3	4	4	6	5	4
16	4	0	4	4	2	6	4	5	6
17	4	2	5	5	3	6	5	3	6
18	4	3	2	4	2	5	6	5	5
19				4	2	6	5	4	6
20				3	0	4	5	4	4
21				4	5	3	4	5	3
MÉDIA plan. (pilares)	4,6	4	3,4	4,30	2,90	3,40	4,00	3,40	3,40
MÉDIA plan. (laje)	3,75	1,63	4	3,63	2,50	4,38	5,00	4,38	4,38
MÉDIA exec. (pilares)				4,69	3,31	3,15	4,46	3,85	3,15
MÉDIA exec. (laje)				3,63	2,50	4,38	5,00	4,38	4,38

	Concretagem pilares
	Concretagem laje
	Bandejão

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE M – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 7).**

<b>TIPO 7- EFETIVO</b>									
<b>DIAS EXECUÇÃO</b>	<b>PLANEJADO</b>			<b>EXECUTADO</b>			<b>DIÁRIO</b>		
	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>
1	2	2	4	4	4	5	4	4	5
2	5	4	7	4	1	2	4	3	2
3	2	6	4	4	1	3	4	3	3
4	4	5	2	4	4	3	4	4	3
5	6	3	0	4	4	5	4	5	5
6	6	6	0	3	3	4	3	3	4
7	4	3	4	6	4	4	6	4	4
8	4	5	7	5	4	4	5	4	4
9	3	2	2	5	4	4	5	4	4
10	10	4	4	6	4	5	6	4	5
11	4	3	4	4	4	3	4	4	3
12	4	1	4	3	4	5	3	4	5
13	3	1	6	4	4	0	4	4	0
14	3	2	2	3	3	3	5	4	3
15	4	1	5	4	5	3	4	5	3
16	4	0	4	5	4	3	4	5	3
17	4	2	5	4	4	3	4	4	3
18	4	3	2	3	2	5	3	3	5
19				0	3	4	4	3	5
20				5	6	0	5	6	2
MÉDIA plan. (pilares)	4,6	4	3,4	4,50	3,30	3,90	4,50	3,80	3,90
MÉDIA plan. (laje)	3,75	1,63	4						
MÉDIA exec. (pilares)				4,31	3,46	3,62	4,31	3,85	3,62
MÉDIA exec. (laje)				3,43	3,86	3,00	4,14	4,29	3,43

 Concretagem pilares  
 Concretagem laje

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE N – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 8).**

TIPO 8- EFETIVO									
DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4	1	1	3	4	4	3
2	5	4	7	3	1	3	4	4	3
3	2	6	4	5	7	3	5	8	3
4	4	5	2	3	4	3	3	3	3
5	6	3	0	4	2	2	6	4	2
6	6	6	0	4	2	3	6	4	3
7	4	3	4	6	4	3	6	4	3
8	4	5	7	6	4	3	6	3	3
9	3	2	2	5	4	4	5	4	4
10	10	4	4	5	2	0	5	2	0
11	4	3	4	5	4	2	5	4	2
12	4	1	4	3	5	2	3	5	2
13	3	1	6	4	4	4	4	4	4
14	3	2	2	7	4	4	7	4	4
15	4	1	5	3	3	4	3	3	4
16	4	0	4	5	1	4	5	1	0
17	4	2	5	3	3	3	3	3	3
18	4	3	2	4	5	4	4	5	4
19				7	6	4	7	6	4
20				4	5	5	4	5	5
21				1	3	7	2	4	7
22				2	2	5	3	4	5
23				2	2	0	3	5	4
24				5	5	0	5	5	3
MÉDIA plan. (pilares)	4,6	4	3,4	4,2	3,1	2,7	5	4	2,7
MÉDIA plan. (laje)	3,75	1,63	4	3,50	3,88	3,50	3,88	4,63	4,38
MÉDIA exec. (pilares)				4,06	3,06	2,76	4,53	3,59	2,53
MÉDIA exec. (laje)				3,50	3,88	3,50	3,88	4,63	4,38

 Concretagem pilares  
 Concretagem laje

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE O – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 9).**

TIPO 9- EFETIVO									
DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4	4	4	4	4	4	4
2	5	4	7	5	8	2	3	6	2
3	2	6	4	2	3	3	2	4	3
4	4	5	2	3	4	3	3	4	3
5	6	3	0	3	5	4	4	6	5
6	6	6	0	5	5	4	5	5	5
7	4	3	4	3	4	4	3	5	4
8	4	5	7	4	5	3	5	8	3
9	3	2	2	3	5	3	3	7	3
10	10	4	4	4	7	6	4	7	8
11	4	3	4	4	6	2	6	7	6
12	4	1	4	7	5	4	7	7	5
13	3	1	6	4	7	0	6	7	6
14	3	2	2	3	3	0	3	4	5
15	4	1	5	5	4	3	7	6	8
16	4	0	4	6	6	0	6	7	6
17	4	2	5	2	3	6	4	5	6
18	4	3	2	4	4	4	4	5	8
19				4	5	7	3	5	8
20				4	4	7	4	5	7
21				4	3	11	5	4	11
22				5	5	0	5	5	7
MÉDIA plan. (pilares)	4,6	4	3,4	3,6	5	3,6	3,6	5,6	4
MÉDIA plan. (laje)	3,75	1,63	4	-	-	-	-	-	-
MÉDIA exec. (pilares)				3,42	4,26	2,37	3,74	4,95	4,00
MÉDIA exec. (laje)				3,83	4,00	5,83	4,17	4,83	7,83

	Concretagem pilares
	Concretagem laje
	Bandejão

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE P – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 10).**

<b>TIPO 10- EFETIVO</b>									
<b>DIAS EXECUÇÃO</b>	<b>PLANEJADO</b>			<b>EXECUTADO</b>			<b>DIÁRIO</b>		
	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>
<b>1</b>	2	2	4	6	6	7	6	6	7
<b>2</b>	5	4	7	3	3	3	4	4	3
<b>3</b>	2	6	4	6	5	6	6	5	6
<b>4</b>	4	5	2	1	1	0	1	1	0
<b>5</b>	6	3	0	6	5	0	6	5	6
<b>6</b>	6	6	0	6	5	4	6	5	4
<b>7</b>	4	3	4	6	5	4	6	5	4
<b>8</b>	4	5	7	4	3	4	6	4	4
<b>9</b>	3	2	2	6	6	4	6	6	4
<b>10</b>	10	4	4	4	3	4	4	3	4
<b>11</b>	4	3	4	3	5	3	6	5	3
<b>12</b>	4	1	4	3	3	6	6	5	6
<b>13</b>	3	1	6	5	6	4	5	7	4
<b>14</b>	3	2	2	5	7	3	5	7	5
<b>15</b>	4	1	5	5	3	6	5	3	6
<b>16</b>	4	0	4	4	3	6	4	3	9
<b>17</b>	4	2	5	5	4	8	5	4	11
<b>18</b>	4	3	2	5	4	7	5	6	7
<b>19</b>				5	3	0	5	3	0
<b>MÉDIA plan. (pilares)</b>	4,6	4	3,4	4,8	4,2	3,6	5,1	4,4	4,2
<b>MÉDIA plan. (laje)</b>	3,75	1,63	4	4,38	4,38	5,38	5,13	5,00	6,38
<b>MÉDIA exec. (pilares)</b>				4,63	4,21	4,16	5,11	4,58	4,89
<b>MÉDIA exec. (laje)</b>									

	Concretagem pilares
	Concretagem laje
	Concretagem pilares + laje

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE Q – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 11).**

TIPO 11- EFETIVO									
DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4	5	5	0	6	6	6
2	5	4	7	5	5	0	6	6	6
3	2	6	4	3	2	2	5	3	2
4	4	5	2	4	3	6	4	4	6
5	6	3	0	5	4	5	5	4	8
6	6	6	0	5	4	0	5	4	5
7	4	3	4	5	5	0	6	6	4
8	4	5	7	5	4	0	5	5	5
9	3	2	2	5	5	0	5	5	3
10	10	4	4	4	5	0	4	5	4
11	4	3	4	5	6	0	5	6	5
12	4	1	4	5	6	0	5	6	4
13	3	1	6	4	5	5	4	5	5
14	3	2	2	5	4	8	5	4	8
15	4	1	5	6	5	8	6	5	8
16	4	0	4	6	4	6	6	4	6
17	4	2	5	6	3	7	6	3	7
18	4	3	2	3	0	5	3	4	8
19				3	2	0	5	6	3
MÉDIA plan. (pilares)	4,6	4	3,4	4,6	4,2	1,3	5,1	4,8	4,9
MÉDIA plan. (laje)	3,75	1,63	4	-	-	-	-	-	-
MÉDIA exec. (pilares)				4,62	4,54	1,38	5,00	5,00	4,85
MÉDIA exec. (laje)				4,83	3,00	5,67	5,17	4,33	6,67

 Concretagem pilares  
 Concretagem laje

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE R – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 12).**

<b>TIPO 12- EFETIVO</b>									
<b>DIAS EXECUÇÃO</b>	<b>PLANEJADO</b>			<b>EXECUTADO</b>			<b>DIÁRIO</b>		
	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>	<b>Carpinteiro</b>	<b>Servente</b>	<b>Armador</b>
<b>1</b>	2	2	4	6	4	3	6	4	6
<b>2</b>	5	4	7	4	2	4	4	2	4
<b>3</b>	2	6	4	6	7	7	6	7	7
<b>4</b>	4	5	2	6	7	5	6	7	7
<b>5</b>	6	3	0	6	7	4	6	7	7
<b>6</b>	6	6	0	6	7	4	6	7	6
<b>7</b>	4	3	4	6	4	0	6	4	6
<b>8</b>	4	5	7	3	2	3	3	2	4
<b>9</b>	3	2	2	7	4	0	7	4	6
<b>10</b>	10	4	4	9	4	4	9	4	8
<b>11</b>	4	3	4	6	5	8	6	5	8
<b>12</b>	4	1	4	6	5	8	6	5	8
<b>13</b>	3	1	6	4	0	6	6	5	8
<b>14</b>	3	2	2	4	5	7	4	5	7
<b>15</b>	4	1	5	6	5	0	6	5	5
<b>16</b>	4	0	4						
<b>17</b>	4	2	5						
<b>18</b>	4	3	2						
<b>MÉDIA plan. (pilares)</b>	4,6	4	3,4	5,56	4,89	3,33	5,56	4,89	5,89
<b>MÉDIA plan. (laje)</b>	3,75	1,63	4	5,83	4,00	5,50	6,17	4,83	7,33
<b>MÉDIA exec. (pilares)</b>									
<b>MÉDIA exec. (laje)</b>									

 Concretagem pilares  
 Concretagem laje

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE S – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 13).**

TIPO 13- EFETIVO									
DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4	2	2	4	6	5	4
2	5	4	7	5	4	7	6	5	7
3	2	6	4	5	3	4	6	3	7
4	4	5	2	4	5	2	6	5	7
5	6	3	0	5	4	0	5	5	5
6	6	6	0	4	5	0	4	5	6
7	4	3	4	4	3	2	6	4	2
8	4	5	7	4	5	7	6	5	7
9	3	2	2	3	2	2	6	6	2
10	10	4	4	6	5	4	6	5	4
11	4	3	4	4	3	4	4	3	7
12	4	1	4	4	1	4	5	5	6
13	3	1	6	3	1	6	6	6	6
14	3	2	2	3	2	2	6	6	6
15	4	1	5	4	1	5	5	6	5
16	4	0	4	4	0	4	5	6	5
17	4	2	5	4	2	5	4	2	5
18	4	3	2	4	3	2	5	5	5
<b>MÉDIA plan. (pilares)</b>	4,6	4	3,4	4,20	3,80	3,20	5,70	4,80	5,10
<b>MÉDIA plan. (laje)</b>	3,75	1,63	4	4,29	1,86	4,57	5,71	5,57	6,43
<b>MÉDIA exec. (pilares)</b>	4,22	2,94	3,67	4,00	2,83	3,56	5,39	4,83	5,33
<b>MÉDIA exec. (laje)</b>			10,83			10,39			15,56

	Concretagem pilares
	Concretagem laje
	Concretagem laje + pilares
	Bandejão

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE T – Análise efetivo planejado x executado (Tipo 14).**

TIPO 14- EFETIVO									
DIAS EXECUÇÃO	PLANEJADO			EXECUTADO			DIÁRIO		
	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador	Carpinteiro	Servente	Armador
1	2	2	4	5	6	0	6	6	3
2	5	4	7	6	4	5	6	4	5
3	2	6	4	4	3	5	4	3	5
4	4	5	2	6	1	3	6	4	3
5	6	3	0	6	2	3	6	4	6
6	6	6	0	6	2	0	6	4	7
7	4	3	4	6	5	0	6	5	2
8	4	5	7	6	4	0	6	4	7
9	3	2	2	3	3	0	3	3	5
10	10	4	4	6	5	0	6	5	7
11	4	3	4	5	4	0	5	6	7
12	4	1	4	4	5	4	4	5	7
13	3	1	6	4	0	5	6	6	7
14	3	2	2	6	2	8	6	6	7
15	4	1	5	5	5	9	5	5	9
16	4	0	4	4	2	5	4	6	9
17	4	2	5	4	5	0	4	5	7
18	4	3	2						
MÉDIA plan. (pilares)	4,6	4	3,4	5,4	3,5	1,6	5,5	4,2	5
MÉDIA plan. (laje)	3,75	1,63	4						
MÉDIA exec. (pilares)				5,36	3,55	1,45	5,45	4,36	5,18
MÉDIA exec. (laje)				4,50	3,17	5,17	4,83	5,50	7,67

 Concretagem pilares  
 Concretagem laje

Fonte: Autora (2018).

**APÊNDICE U- Planilha de acompanhamento modificada.**

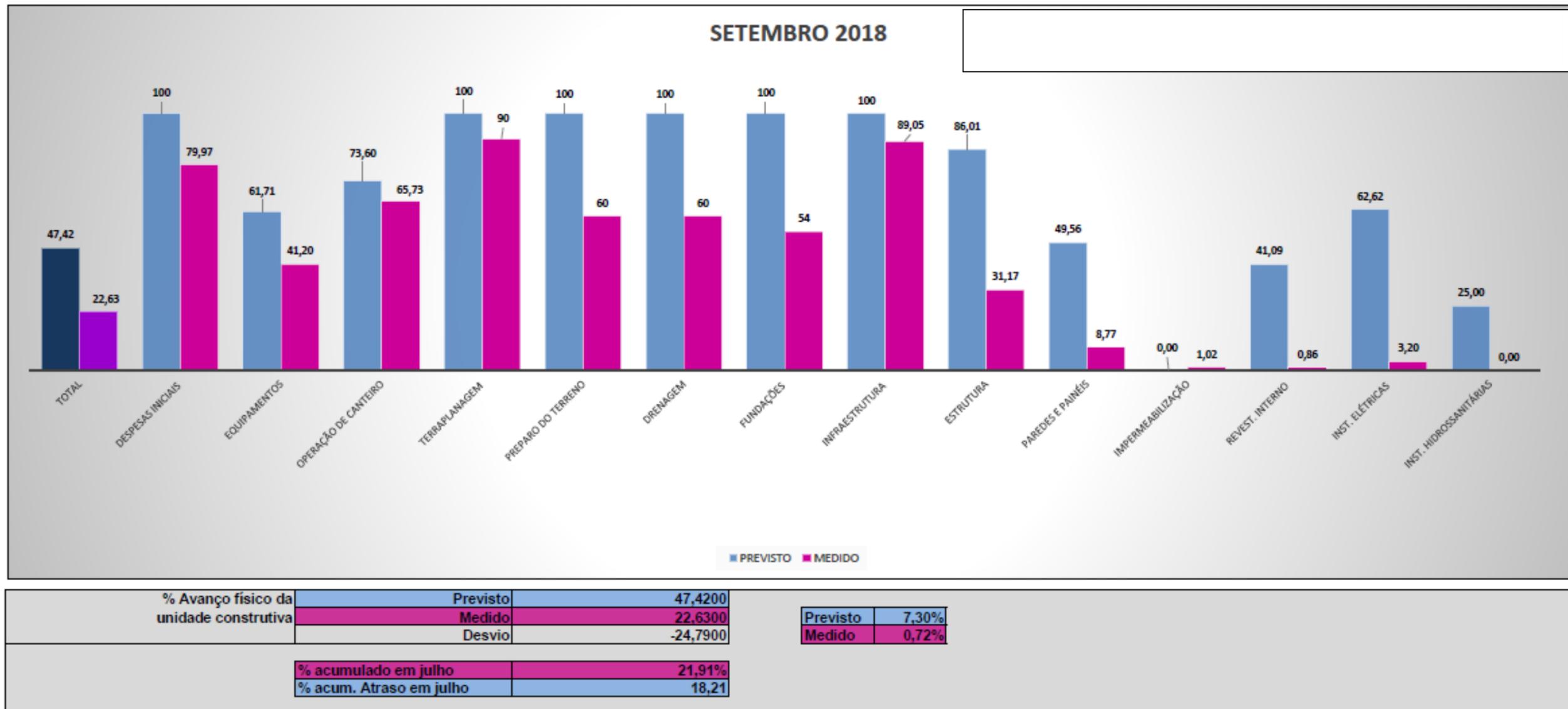
<b>LAJE TIPO XX - EFETIVO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
Locação dos colarinhos dos pilares	TOPOGRAFIA	1 carp + 1 serv	1 carp + 2 serv											
Montagem das formas dos pilares			2 carp	2 carp	1 carp + 1 serv									
Prumo dos pilares					1 carp + 1 serv	1 carp + 2 serv								
Montagem e escoramento do fundo das vigas de bordo				2 carp	2 carp + 1 serv	1 carp + 1 serv								
Fechamento lateral interno das vigas de bordo					2 carp	1 carp	1 carp							
Montagem escoramento primário e secundário							2 carp + 1 serv	2 carp + 1 serv	2 carp + 1 serv	1 carp				
Assoalhamento da laje								5 carp + 2 serv	5 carp + 2 serv	4 carp				
Fechamento lateral externo das vigas de bordo											4 carp			
Çamento das cubetas											2 serv	2 serv		
Colocação das cubetas											3 carp + 2 serv	3 carp + 2 serv		
Nivelamento da laje													2 carp + 1 serv	2 carp
Alinhamento das vigas de bordo													2 carp	2 carp
Reescoramento da laje inferior								1 carp						
Desforma e içamento dos pilares	3 serv	1 serv	1 serv											
Desforma e içamento do fundo das vigas de bordo		2 serv	2 serv	2 serv										
Desforma e içamento de lateral de vigas de bordo			2 serv	1 serv										
Desforma e içamento da laje			2 serv	4 serv	3 serv	4 serv	3 serv	2 serv						
Desforma das cubetas								3 serv	3 serv	3 serv	3 serv			
Corte e dobra da armadura dos pilares	4 arm	4 arm												
Corte e dobra da armadura das vigas de bordo		5 arm	5 arm											
Corte e dobra da armadura das vigas internas			6 arm	6 arm	4 arm									
Corte e dobra da armadura da laje				6 arm	6 arm									
Çamento da armadura dos pilares	2 arm	2 arm												
Montagem e carregamento da armadura dos pilares	variável	variável	variável											
Çamento e montagem da armadura das vigas de bordo					2 arm	1 arm	1 arm							
Çamento da armadura das vigas internas										2 arm	3 arm			
Montagem da armadura das vigas internas										3 arm	4 arm			
Çamento e montagem da armadura positiva da laje												6 arm		
Çamento e montagem da armadura negativa da laje													4 arm	
Corte da cordoalha			2 arm											
Preparação das chupetas														
Pré-blocagem da cordoalha (lado passivo)				outros										
Çamento dos cabos										2 arm	2 arm			
Instalação e posicionamento dos cabos											4 arm			
Protensão														
Corte dos cabos protendidos e fechamento														
<b>Concretagem dos pilares e escadas</b>									4 carp + 2 serv					
<b>Concretagem das vigas e laje</b>														4 carp + 4 serv + 2 ped

Fonte: Autora (2018).

## ANEXO A – Cronograma físico, medição setembro 2018.

CRONOGRAMA FÍSICO																															
		Endereço: Rua Pastor Fritz Buhler, 73 , Centro - Joinville/SC																													
		Área construída: 34.173,53 m²																													
		Área do terreno: 3.251,00 m²																													
DESCRICOÃO DE SERVICOS	% EXECUTADO	% ORÇAM	Acumula do até	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18	jul/18	ago/18	set/18	out/18	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19	
1	79,98%	1,91%	72,00%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	4,00%	
		RS 979.519,17	72,00%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	0,92%	100,00%	
2	66,03%	3,12%	48,00%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	
		RS 1.598.228,58	48,00%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	1,93%	100,00%	
3	62,24%	3,03%	42,60%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	
		RS 1.549.170,00	42,60%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	2,13%	100,00%	
4	90,00%	2,42%	90,00%				3,33%	3,33%	3,34%																						
		RS 1.236.454,90	90,00%				3,33%	3,33%	3,34%																					100,00%	
5	60,00%	0,25%	60,00%			5,00%	10,00%	10,00%	15,00%																						
		RS 128.399,26	60,00%			5,00%	10,00%	10,00%	15,00%																					100,00%	
6	54,00%	3,24%	54,00%			15,00%	15,00%	16,00%																							
		RS 1.660.659,57	54,00%			15,00%	15,00%	16,00%																						100,00%	
7	89,05%	6,00%	89,05%						6,00%	4,95%																					
		RS 3.070.729,72	89,05%						6,00%	4,95%																				100,00%	
8	31,17%	22,00%	14,54%	3,46%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	5,00%	5,00%	4,00%	4,00%												
		RS 11.258.489,11	14,54%	3,46%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	5,00%	5,00%	4,00%	4,00%											100,00%	
9	18,00%	1,10%	18,00%								20,00%	20,00%	20,00%	22,00%																	
		RS 562.875,88	18,00%								20,00%	20,00%	20,00%	22,00%																100,00%	
10	8,77%	4,48%	0,30%					6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	6,00%	6,00%	6,00%	6,00%	4,00%	3,70%								
		RS 2.291.041,42	0,30%	0,46%	0,06%	0,60%	0,14%	0,15%		0,83%	1,35%	1,02%	0,79%	1,66%	1,41%															100,00%	
11	0,00%	1,22%														9,10%	9,10%	9,10%	12,00%	12,00%	12,00%	9,20%	9,20%	9,20%	9,10%						
		RS 622.355,21														9,10%	9,10%	9,10%	12,00%	12,00%	12,00%	9,20%	9,20%	9,20%	9,10%					100,00%	
12	0,86%	4,40%	0,20%						4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	6,30%	7,80%	7,80%	7,80%	7,80%	7,80%	7,80%	6,80%	5,30%	5,30%	5,30%						
		RS 2.249.589,31	0,20%			0,44%	0,05%	0,17%																						100,00%	
13	0,00%	7,66%															8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	5,00%	
		RS 3.920.465,22															8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	8,64%	100,00%	
14	0,00%	1,84%																10,00%	10,00%	11,00%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%					
		RS 942.507,11																10,00%	10,00%	11,00%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%	11,50%					100,00%
15	0,00%	2,00%																10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%					
		RS 1.025.462,54																10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%					100,00%
16	0,00%	1,04%															8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,20%		10,00%	
		RS 531.468,60															8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,20%		100,00%	
17	0,00%	7,25%														2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	4,50%	12,00%	12,00%	12,00%	14,00%	13,50%	12,00%	10,00%				
		RS 3.711.862,12														2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	4,50%	12,00%	12,00%	12,00%	14,00%	13,50%	12,00%	10,00%				100,00%
18	0,00%	2,37%																					20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%				
		RS 1.211.807,46																					20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%				100,00%
19	0,00%	0,30%																							20,00%	25,00%	35,00%				
		RS 155.381,24																							20,00%	25,00%	35,00%				100,00%
20	3,20%	4,03%	0,30%	1,50%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	4,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	4,60%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	10,00%	
		RS 2.062.145,62	0,30%	1,50%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	4,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	4,60%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	3,20%	100,00%	
21	0,00%	3,93%										4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,75%	10,00%	
		RS 2.010.591,98										4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,74%	4,75%	100,00%	
22	0,00%	0,55%															11,43%	11,43%	11,43%	11,43%	11,43%	11,43%	11,43%					10,00%	10,00%		
		RS 283.545,02															11,43%	11,43%	11,43%	11,43%	11,43%	11,43%	11,43%					10,00%	100,00%		
23	0,00%	0,53%																			10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	20,00%	
		RS 272.233,57																			10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	20,00%	100,00%	
24	0,00%	0,84%											6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,44%		10,00%		
		RS 430.550,00											6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,43%	6,44%		100,00%		
25	0,00%	4,0																													

## ANEXO B - Relatório gerencial pcp (setembro 2018).



Fonte: Construtora (2018).

## ANEXO C - Planilha de acompanhamento padrão.

LAJE TIPO XX - EFETIVO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Locação dos colarinhos dos pilares	1 carp	1 carp																
Montagem das formas dos pilares		2 carp	2 carp	2 carp	2 carp													
Prumo dos pilares				2 carp	1 serv	1 carp + 1 serv												
Montagem e escoramento do fundo das vigas de bordo					2 carp	2 carp												
Fechamento lateral interno das vigas de bordo					2 carp	2 carp												
Montagem escoramento primário e secundário						1 carp + 1 serv	2 carp + 1 serv	2 carp + 1 serv	1 carp									
Assoalhamento da laje							2 carp + 1 enc	2 carp	2 carp	2 carp								
Fechamento lateral externo das vigas de bordo										2 carp	2 carp							
Içamento das cubetas											2 carp + 1 sev	2 carp	1 carp + 1 serv					
Colocação das cubetas												2 carp + 1 serv	2 carp	3 carp				
Nivelamento da laje															2 carp + 1 serv	2 carp		
Alinhamento das vigas de bordo														2 serv	2 carp	2 carp	2 carp + 1 serv	2 carp + 1 serv
Reescoramento da laje inferior																		
Desforma e içamento dos pilares	2 serv + 1 carp	2 serv	2 serv															
Desforma e içamento do fundo das vigas de bordo		2 carp	2 serv	2 serv														
Desforma e içamento de lateral de vigas de bordo			2 serv	1 serv														
Desforma e içamento da laje		1 carp + 2 serv + 1 arm		2 serv	2 serv	2 serv	2 serv	2 serv										
Desforma das cubetas						2 serv	2 serv	2 serv	2 serv	2 arm + 2 carp + 1 serv	2 serv							
Corte e dobra da armadura dos pilares																		
Corte e dobra da armadura das vigas de bordo																		
Corte e dobra da armadura das vigas internas																		
Corte e dobra da armadura da laje																		
Içamento da armadura dos pilares	4 arm																	
Montagem e carregamento da armadura dos pilares		6 arm	4 arm															
Içamento e montagem da armadura das vigas de bordo							4 arm	4 arm										
Içamento da armadura das vigas internas								3 arm	2 arm	2 arm								
Montagem da armadura das vigas internas											4 arm	2 arm						
Içamento e montagem da armadura positiva da laje														2 arm	2 arm			
Içamento e montagem da armadura negativa da laje															3 arm + 1 enc	4 arm	5 arm	
Corte da cordoalha				2 arm														
Preparação das chupetas																		
Pré-blocagem da cordoalha (lado passivo)			zé															
Içamento dos cabos												2 arm	2 arm					
Instalação e posicionamento dos cabos													4 arm					
Protensão																		
Corte dos cabos protendidos e fechamento																		
Concretagem dos pilares e escadas										4 carp + 3 serv								
Concretagem das vigas e laje																		4 carp + 3 serv + 2 ped

Fonte: Construtora (2018).