



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

MARCELO FUCK

Produtividade na fabricação de armaduras fornecidas pré-montadas para
os canteiros de obra

FLORIANÓPOLIS - SC

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

MARCELO FUCK

Produtividade na fabricação de armaduras fornecidas pré-montadas para os canteiros de obra.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do diploma de grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dr. Fernanda Fernandes Marchiori

Coorientador: Prof. MSc. Jamil José Salim Neto

FLORIANÓPOLIS - SC

2015

Fuck, Marcelo

Produtividade na fabricação de armaduras fornecidas pré-montadas para os canteiros de obra / Marcelo Fuck;
Orientadora, Prof. Dr. Fernanda Fernandes Marchiori; Coorientador,
Prof. MSc Jamil José Salim Neto. – Florianópolis, SC, 2015.
145 p.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) –
Universidade Federal de Santa Carina, Centro Tecnológico. Graduação
em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Pré-montado. 3. Armação. 4.
Produtividade. 5. Mão-de-obra. I. Fuck, Marcelo. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III.
Produtividade na fabricação de armaduras fornecidas pré-montadas
para os canteiros de obra.

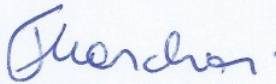
MARCELO FUCK

**PRODUTIVIDADE NA FABRICAÇÃO DE ARMADURAS
FORNECIDAS PRÉ-MONTADAS PARA OS CANTEIROS DE
OBRA**

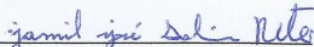
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

APROVADA EM COMISSÃO EXAMINADORA

FLORIANÓPOLIS, 30 de JUNHO de 2015.



Prof.ª Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.ª
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Jamil José Salim Neto, MSc.
Orientador

Dedico este trabalho a minha família. Em especial à minha mãe, Maria Verônica Horstmann Fuck, pois sempre acreditou no meu potencial e me convenceu a começar e a terminar este curso de graduação.

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio incondicional e por me mostrar que um curso de graduação é muito importante na evolução de uma pessoa.

Ao engenheiro civil Anibal Dos Santos Oliveira, pelos conselhos oferecidos tanto nas questões pessoais como nas questões profissionais e ao me ajudar a evoluir na carreira profissional já na faculdade.

À professora Fernanda Fernandes Marchiori, que começou a me orientar no estágio não obrigatório na 8ª fase, orientação que teve continuidade no trabalho de conclusão de curso I, estágio obrigatório e trabalho de conclusão de curso II – Um exemplo de professora orientadora e pessoa. Obrigado pela dedicação, disponibilidade e atenção nos trabalhos em que desenvolvemos juntos.

Ao doutorando Jamil José Salim Neto, por estar prontamente solícito em participar no desenvolvimento do presente trabalho de conclusão de curso.

Aos colegas de treino da CL.AN Jiu-Jitsu, em especial ao mestre Claudio Arrais e ao professor Cristiano Bina, por me ensinar valores morais e sabedoria para superar qualquer empecilho por mais árduo que seja.

Aos Engenheiros Carlos Alberto Kita Xavier, Guilherme Hoffmann, Laerte Alves De Andrade Filho e Orlando Koerich Neto, pelos ensinamentos proporcionados no estágio e pela confiança e credibilidade depositado no meu trabalho.

Aos mestres de obras Maurício Nascimento e Noli Antônio Meurer, por repassar todos os conhecimentos nas obras em que trabalhamos juntos.

RESUMO

Os recursos financeiros despendidos na contratação da mão-de-obra estão cada vez maiores na composição percentual de custos. Em especial, a mão-de-obra envolvida no serviço de armação de estruturas de concreto armado, que representa uma parcela significativa da composição total de custos da mão-de-obra. Com isto, surge o interesse em estudar processos diferenciados de fabricação de armaduras como o método de beneficiar barras e fios em uma pequena central de armação e fornecê-las pré-montadas aos canteiros de obra, para a montagem final. O objetivo deste trabalho é gerar indicadores de produtividade nesta central de armação (posteriormente no canteiro de obra) através do levantamento de dados, que terão como base as ferramentas de coleta de dados, que são produzidas a partir da revisão bibliográfica pertinente ao assunto e ao estudar as etapas de execução do serviço de armação na central e no canteiro de obra. Deste modo, será possível comparar os indicadores de produtividade gerados com a bibliografia existente e analisar os fatores influenciadores da produtividade, que são itens importantes a serem controlados para manter uma boa produtividade. Conclui-se neste trabalho de conclusão de curso que os principais fatores influenciadores da produtividade são a densidade de aço e provavelmente o efeito de aprendizado para o serviço de armação na empresa estudada.

Palavras chave: Produtividade. Mão-de-obra. Armação. Pré-montado. Fatores influenciadores.

ABSTRACT

The financial resources spent on hiring of manpower are increasing in percentage cost composition. Specifically, the workforce in the steel frame service of reinforced concrete structures, which represent a significant portion of the total composition of labor costs. Therefore, comes the interest in studying different processes of assembling armour as the method of manufacturing bars and wires in a small frame center and provide them pre-assembled to the construction sites, for final assembly. The target of this work is to generate productivity indicators in this central frame (and at the construction site) through data collection, which will be based on the data collection tools, which are produced from a relevant literature review to the subject and to study the stages of frame service at central and at the construction site. Then, it will be able to compare the productivity indicators generated with the literature, and analyze the factors influencing productivity, which are important items to be controlled to maintain a good productivity. It is concluded in this monography that the main factors influencing productivity are the density of steel and probably the learning effect for the frame service in the company studied.

Key words: Productivity. Labor. Steel frame service. Pre-assembled. Factors model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A produtividade da mão-de-obra	31
Figura 2- Classificação da mão-de-obra	33
Figura 3- Produção com indicação dos fatores influenciadores da produtividade.....	36
Figura 4- Elementos estruturais	40
Figura 5- Fornecimento de aço em barras	45
Figura 6 – Estoque de barras longitudinais de aço pré-cortadas e pré- dobradas	46
Figura 7 – Estoque de estribos pré-cortados e pré-dobrados.....	46
Figura 8 – Estoque de vigas pré-montadas.....	47
Figura 9 – Serra elétrica	48
Figura 10 - Tesourão	48
Figura 11 – Execução do serviço de corte de barras de aço.....	49
Figura 12 – Dobragem utilizando bancada com pinos	50
Figura 13 – Chave de dobra	50
Figura 14 – Dobragem utilizando bancada com pinos e chave de dobra	50
Figura 15 – Dobradeira mecânica	51
Figura 16 – Início do serviço de montagem.....	52
Figura 17 – Final do serviço de montagem	53
Figura 18 – Fluxograma esquemático do serviço de armação.....	53
Figura 19 – Fluxograma das etapas de pesquisa	55
Figura 20 – Croqui espaço administrativo pertencente à empresa Z.....	57
Figura 21 – Distribuição dos postos de armação por canteiro de obra no Brasil	59
Figura 22 – Sistema da central de armação da empresa Z.....	59
Figura 23 – Croqui da vista superior da central de armação	60
Figura 24 – Central de armação	61
Figura 25 - Fluxograma esquemático do serviço de armação na empresa Z	62

Figura 26 – Estoque de estribos a serem utilizados pela mão de obra própria.....	64
Figura 27– Placa de identificação dos elementos estruturais	66
Figura 28 – Listagem dos elementos estruturais conforme o projeto estrutural	70
Figura 29 – Laje pré-moldada executada pela MOT.....	73
Figura 30 – Guincho motorizado para transporte de elementos estruturais.....	73
Figura 31 – Guincho de coluna.....	73
Figura 32–Gráfico de RUPd e RUPcum da MOT até a pré-montagem	75
Figura 33 - Gráfico de RUPcíclica e RUPcum da MOT para montagem	77
Figura 34 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOT até a pré-montagem para Vigas	78
Figura 35- Gráfico de RUP cíclica e RUPcum da MOT para montagem de Vigas	79
Figura 36 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOT até a pré-montagem para Pilar	81
Figura 37 - Gráfico de RUP cíclica e RUPcum da MOT para montagem de Pilar	82
Figura 38 -Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP global até a pré-montagem.....	84
Figura 39 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para corte e dobra..	86
Figura 40 – Gráfico de RUPd e RUPcum de Laje para MOP	88
Figura 41 – Gráfico de RUPd e RUPcum de Pilar para MOP	89
Figura 42 – Gráfico de RUPd e RUPcum de Viga para MOP	90
Figura 43 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para o serviço de pré-montagem.....	92
Figura 44 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para o serviço de pré-montagem de Pilar	93
Figura 45 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para o serviço de pré-montagem de Viga	95
Figura 46 – Armação dos pilares, produtividade dos operários (Hh/t) .	96
Figura 47 - Armação das vigas, produtividade dos operários (Hh/t)	96

Figura 48 – Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t)	97
Figura 49 -Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t) - MOT..	100
Figura 50 - Armação dos pilares, produtividade dos operários (Hh/t) – MOT	102
Figura 51 - Armação das vigas, produtividade dos operários (Hh/t) – MOT	103
Figura 52 - Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t) – MOP global.....	104
Figura 53 - Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t) – MOP geral.....	105
Figura 54 - Armação dos pilares, produtividade dos operários (Hh/t) - MOP	106
Figura 55 -Armação de vigas, produtividade dos operários (Hh/t) – MOP	107
Figura 56 – Fatores influenciadores da mão-de-obra terceirizada	110
Figura 57 – Fatores influenciadores da mão-de-obra própria.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das barras	43
Tabela 2 – Características dos fios	44
Tabela 3 – Obra em execução na empresa Z.....	58
Tabela 4 – Primeira tabela de coleta de dados	67
Tabela 5 – Atualização da tabela de coleta de dados do beneficiamento da barra a pré-montagemFonte: Próprio autor.....	68
Tabela 6 – Tabela definitiva da coleta de dados do beneficiamento da barra a pré-montagemFonte: Próprio autor	69
Tabela 7 – Tabela de coleta da separação de horas por serviço executado por homem	70
Tabela 8 – Tabela para coleta de dados para etapa entre a pré-montagem e montagem final.....	71
Tabela 9 - Dados coletados para MOT até pré-montagem e cálculo de indicadores	74
Tabela 10 - Produtividade da MOT de montagem das armaduras nas fôrmas.....	76
Tabela 11 - Dados coletados para MOT até pré-montagem e cálculo de indicadores para Viga.....	78
Tabela 12 - Dados coletados para MOT de montagem e cálculo de indicadores de Vigas	79
Tabela 13 - Dados coletados para MOT até pré-montagem e cálculo de indicadores para Pilar	80
Tabela 14 -Dados coletados para MOT de montagem e cálculo de indicadores de Pilar	82
Tabela 15 - Dados coletados para MOP global até pré-montagem e cálculo de indicadores	84
Tabela 16 – Dados coletados para MOP e serviço de corte e dobra	86
Tabela 17 – Cálculo de RUPd e RUPcum de Laje para MOP	87
Tabela 18 - Cálculo de RUPd e RUPcum de Pilar para MOP.....	89
Tabela 19 – RUPd e RUPcum de Viga para MOP.....	90
Tabela 20 – Dados coletados para MOP para o serviço de pré-montagem e cálculo de indicadores	91

Tabela 21 -Dados coletados para MOP para o serviço de pré-montagem e cálculo de indicadores para Pilar.....	93
Tabela 22 -Dados coletados para MOP para o serviço de pré-montagem e cálculo de indicadores para Viga	94
Tabela 23 – Fatores influenciadores da produtividade no serviço de armação.....	97
Tabela 24 – Indicadores para o serviço de corte e dobra	98
Tabela 25 – Valores de RUP cumulativa para o serviço de armação com aço cortado/dobrado no canteiro	99
Tabela 26 – Valor mediano das RUPcíclicas para o serviço de armação cortado/dobrado no canteiro.....	99
Tabela 27 - Valores de RUP cumulativa para o serviço de armação com aço cortado/dobrado em central da MOT.....	100
Tabela 28 – Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOT geral	101
Tabela 29 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Pilar.....	102
Tabela 30 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Viga.....	103
Tabela 31 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP geral	104
Tabela 32 - Valores de RUP cumulativa para o serviço de armação com aço cortado/dobrado em central da MOP.....	105
Tabela 33 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP geral	106
Tabela 34 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Pilar.....	107
Tabela 35 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Viga.....	108
Tabela 36 - Comparação de RUPs (Hh/t) da MOP com a TCPO (2010) para o serviço de corte e dobra.....	108

Lista de abreviaturas e siglas

CA – Aço destinado para o uso em concreto armado

CD – Cortado e dobrado

Hh – Homem x hora

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Mo – mão-de-obra

MOP – Mão-de-obra própria

MOT – Mão-de-obra terceirizada

PIB – Produto Interno Bruto

QS – Quantidade de serviço

RUP – Razão Unitária de produção

RUPd – RUPdiária

RUPcum – RUPcumulativa

RUPcic – RUPcíclica

RUPper – RUPperiódica

RUPpot – RUPpotencial

SIPAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de custos e Índices da construção civil

TCPO – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	JUSTIFICATIVA.....	27
1.2	OBJETIVO.....	28
1.2.1	Objetivo geral.....	28
1.2.2	Objetivos específicos.....	28
1.3	DELIMITAÇÃO	29
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	29
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
2.1	PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA	31
2.1.1	Indicadores utilizados para medir produtividade	32
2.1.2	Como medir a mão-de-obra.....	32
2.1.3	Como medir as horas trabalhadas.....	33
2.1.4	Como medir as quantidades de serviço	34
2.1.5	Períodos de tempo do indicador de produtividade	34
2.1.6	Fatores influenciadores	35
2.1.7	Trabalhos a serem utilizados na comparação de produtividade	37
2.2	SERVIÇO DE ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	38
2.2.1	Conceitos fundamentais do concreto armado.....	38
2.2.2	Vantagens do concreto armado	39
2.2.3	Desvantagens do concreto armado.....	39
2.2.4	Elementos estruturais - definições.....	39
2.2.5	Aço destinado à armadura de concreto armado.....	42

2.2.6	Fornecimento de aço destinado às peças estruturais de concreto armado	44
2.2.7	Processamento do serviço de armação	47
3	MÉTODO DE PESQUISA	55
3.1	ETAPAS DA PESQUISA	55
3.2	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	56
3.2.1	Caracterização da empresa do estudo de caso.....	56
3.2.2	Caracterização da produção de armaduras na empresa Z 58	
3.2.3	Descrição do local de estudo: a central de armação.....	60
3.2.4	Programação da coleta	63
3.2.5	Entendimento do processo de produção na central de armação	64
3.2.6	Coleta da quantidade de serviço produzida na central .	65
3.2.7	Desenvolvimento de ferramentas de coleta de dados...	66
4	ANÁLISE DE DADOS	72
4.1	ANÁLISE DOS DADOS DE PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA TERCEIRIZADA (MOT).....	72
4.1.1	Análise Geral	74
4.1.2	Análise restritiva	77
4.2	ANÁLISE DOS DADOS DE PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA (MOP)	83
4.2.1	Indicador de produtividade global	83
4.2.2	Indicador de produtividade para o serviço de corte e dobra	85
4.2.3	Análise geral do indicador de produtividade para o serviço de pré-montagem.....	91

5	COMPARAÇÃO DAS RUPS OBTIDAS COM OUTROS	
	AUTORES	96
5.1	CONSIDERAÇÕES DAS BIBLIOGRAFIAS EXISTENTES.....	96
5.1.1	TCPO (2010) - manual orçamentário.....	96
5.1.2	Estudo de produtividade no serviço de armação na cidade de São Paulo desenvolvido por Araújo; Souza (1999).....	98
5.1.3	Trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011):	99
5.2	MÃO-DE-OBRA TERCEIRIZADA.....	100
5.2.1	Análise Geral.....	100
5.2.2	Análise restritiva para Pilar	102
5.2.3	Análise restritiva para Viga.....	103
5.3	MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA PRODUTIVIDADE GLOBAL	103
5.4	MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA ANÁLISE GERAL E RESTRITIVA	105
5.4.1	Análise Geral.....	105
5.4.2	Análise restritiva para Pilar	106
5.4.3	Análise restritiva para Viga.....	107
5.5	MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA; ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE CORTE E DOBRA.....	108
5.6	Considerações finais sobre a análise dos dados.....	109
5.6.1	Mão-de-obra terceirizada	109
5.6.2	Mão-de-obra própria	110
6	CONCLUSÃO	112
6.1	CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS.....	112
6.2	SUGESTÃO PARA A EMPRESA.....	113

6.3	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	114
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
	APÊNDICE A – DADOS LEVANTADOS NO BENEFICIAMENTO DA BARRA ATÉ A FASE DE PRÉ-MONTAGEM	118
	APÊNDICE B – COLETA DA SEPARAÇÃO DE HORAS POR SERVIÇO EXECUTADO POR HOMEM.....	139
	APÊNDICE C – COLETA DE DADOS PARA ETAPA ENTRE A PRÉ-MONTAGEM E MONTAGEM.....	143

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo o IBGE, a construção civil no Brasil teve participação de 5,4% do PIB em 2013, e segundo Souza (2006) o macrossetor da construção pode chegar a mais de 18% de participação do PIB.

Um dos motivos para o alto investimento de recursos financeiros é o elevado custo da mão-de-obra e dos materiais que estão vinculados à construção civil. Com isto, faz-se necessário estudar medidas que evitem o desperdício dos insumos que geram os produtos da construção civil para que os mesmos cheguem ao consumidor com valor mais baixo e com melhor qualidade.

Outra razão para se evitar o desperdício na construção civil é a competitividade cada vez mais intensa no ramo da construção civil, em que o repasse do valor do produto para o consumidor, por ineficiência, pode levar a empresa à falência. Por isto, a indústria da construção civil busca medidas que reduzam os custos de produção (PALIARI, 1999).

Souza (2006) diz que, a importância deste estudo se dá pelo peso que a mão-de-obra representa no custo de uma construção, podendo chegar a 50% do custo total dependendo do tipo da obra e do grau de industrialização. Além disto, perdas de mão-de-obra podem representar valores financeiros bastante superiores às perdas dos materiais. Os principais fatores que levam à baixa produtividade da mão-de-obra em um contexto global são:

- Caráter nômade do canteiro de obras;
- Indústria absorvedora de mão-de-obra desqualificada;
- Rotatividade da mão-de-obra (perde-se o efeito do aprendizado);
- Mecanização da produção (geralmente as máquinas aceleram a produção);
- Qualidade da organização do ambiente de trabalho;
- Pré-fabricação de materiais.

Em especial, o serviço de armação de estruturas de concreto armado:

“As armações constituem fração significativa dos custos globais da estrutura de um edifício de concreto armado. Os custos com mão-de-obra neste serviço correspondem a aproximadamente 35% do valor total da mão-de-obra relativa à

execução da superestrutura (PINI, n. 2665).” (ARAÚJO; SOUZA, 1999, p. 2).

Vários trabalhos acadêmicos sobre produtividade no serviço de armação já foram publicados, como é o caso de Araújo (2005) e Araújo; Souza (1999), contudo, poucas bibliografias enfocam o caso da produtividade na execução de armaduras em centrais fora do canteiro.

Com isto, fica notável a importância de estudos da produtividade da mão-de-obra no serviço de armação de aço para estruturas de concreto armado, tendo como estudo de caso a fabricação de armaduras em central de armação fornecidas pré-montados para os canteiros de obras, para a montagem final.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo geral

Gerar indicadores de produtividade da mão-de-obra para fabricação de armaduras para estrutura de concreto armado produzidas em uma pequena central de armação.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, será necessário atender a alguns objetivos específicos os quais podem ser entendidos como subprodutos deste trabalho:

- Entender a forma de execução das armaduras para estrutura de concreto armado, do beneficiamento da barra ou fio até a montagem final do elemento estrutural (viga, laje, pilar), em uma central que fornece os elementos pré-montados para os canteiros de obras;
- Levantar a produtividade na execução de armaduras na central de armação;
- Gerar indicadores de produtividade e comparar com outros autores e manuais orçamentários;
- Identificar os fatores influenciadores da produtividade no serviço de armação para estruturas de concreto armado.

1.3 DELIMITAÇÃO

Primeiro será estudada a produtividade do serviço de armação de estrutura de concreto armado de uma central de armação a partir de barras ou fios até a pré-montagem, para mão-de-obra própria e terceirizada.

O presente trabalho de conclusão de curso não contemplará o tempo e a mão-de-obra despendida para o transporte horizontal (por caminhão) dos elementos estruturais da central de armação até os canteiros de obras.

No caso da montagem final o estudo será limitado apenas à mão-de-obra terceirizada, laje com vigota protendida e tavela com auxílio de transporte vertical de guincho de coluna e elevador de carga. Não será abordada a produtividade do sistema executivo da laje da mão-de-obra própria, concreto celular autoclavado com auxílio de transporte vertical de grua.

Não será objeto de estudo deste trabalho o consumo unitário de qualquer material vinculado ao serviço de concreto armado.

Também não será avaliada a produtividade da mão-de-obra dos outros serviços que compõem a estrutura de concreto armado (forma, concretagem, entre outros).

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho de conclusão de curso é dividido em seis capítulos e seu conteúdo é composto por:

Capítulo 1 – Justificativa da importância dos assuntos pertinentes a este trabalho de conclusão de curso, os objetivos a serem alcançados com estes estudos, delimitação e a estrutura deste trabalho de conclusão de curso.

Capítulo 2 – Contém a revisão bibliográfica que consiste na comprovação dos temas relacionados à pesquisa que está dividida na produtividade da mão-de-obra e na definição do serviço de armação para estruturas de concreto armado.

Capítulo 3 – Descreve o local de estudo e o espaço físico das atividades, o processo de fabricação das armaduras para cada mão-de-obra, o horário de trabalho de cada equipe, a sequência de pesquisa do presente trabalho de conclusão de curso e como foram produzidas as ferramentas para coleta de dados.

Capítulo 4 – São apresentados os indicadores de produtividade gerados, mais conhecido como RUP, e é feita a análise de dados, identificando as anormalidades e os fatores influenciadores da produtividade.

Capítulo 5 – Os dados gerados neste trabalho de conclusão de curso são comparados com bibliografias existentes sobre produtividade da mão-de-obra e são apresentados os possíveis motivos dos indicadores apresentarem produtividade boa ou ruim.

Capítulo 6 – São apresentadas as conclusões da pesquisa ao analisar o cumprimento dos objetivos específicos do capítulo 1 e são sugeridos estudos que podem ser feitos para complementar os temas relacionados a esta pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados assuntos que foram estudados a fim de permitir o entendimento do tema para a aplicação no estudo de caso deste trabalho de conclusão de curso, quais sejam: produtividade da mão-de-obra e serviço de armação de estruturas de concreto armado.

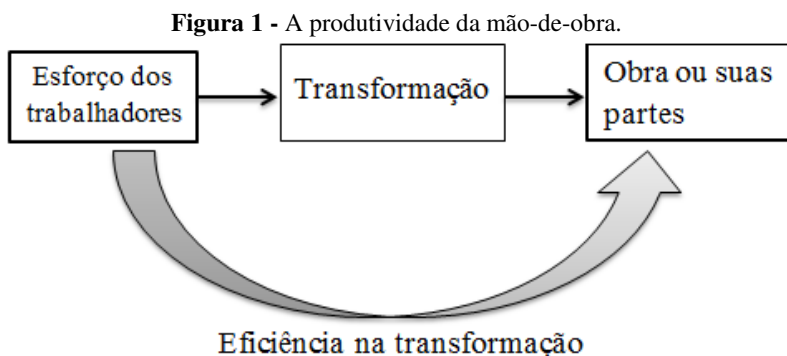
2.1 PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA

Para aprimorar a eficiência dos processos da indústria da construção civil necessita-se conhecer individualmente cada serviço e seus indicadores para que se possa identificar o que pode ser melhorado.

Para Souza (2006, p. 24) a avaliação desta eficiência pode ser aferida através da produtividade dos processos, a qual define como sendo: “Considerando que um processo envolve a transformação de entradas em saídas, produtividade seria a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação de tais entradas em saídas que cumpram com os objetivos previstos para tal processo”.

Especificamente, “a produtividade da mão-de-obra pode ser definida como a eficiência (e, na medida do possível, a eficácia) na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção (a obra ou suas partes).” (SOUZA, 2006, p. 24).

Apresenta-se a figura 1 para ilustrar a definição de produtividade da mão-de-obra:



Fonte: Souza (2006, p. 25).

2.1.1 Indicadores utilizados para medir produtividade

Não existe uma única forma ou indicador que representa a produtividade. Portanto, faz-se necessário definir o indicador que será utilizado neste trabalho.

O indicador a ser usado é o proposto por Souza (2006) e é denominado razão unitária de produção (RUP) em que se relaciona o esforço humano (entradas), Homens x Hora (Hh), pela quantidade de serviço (saídas) executado:

$$RUP = \frac{Hh}{\text{Quantidade de serviço}} \quad (1)$$

Para o serviço de armação de estrutura de concreto armado a quantidade de serviço contabilizada será kg de aço produzido, para poder comparar com os resultados obtidos em bibliografias anteriores (ARAÚJO; SOUZA, 1999).

2.1.2 Como medir a mão-de-obra

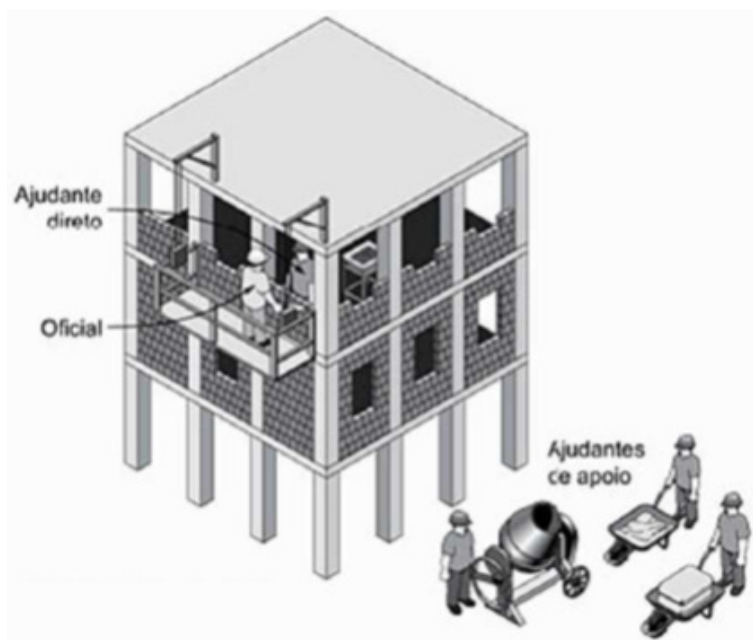
Para ser possível comparar os indicadores será necessária a padronização da coleta de dados da mão-de-obra, para tanto Souza (2006) definiu que a mão-de-obra contemplada para a RUP é aquela que de fato “executa o serviço” (ligada aos operários que efetivamente tocam no material, equipamentos e ferramentas) e não são contabilizadas as horas trabalhadas pelos mestres e encarregados que não trabalham efetivamente na equipe, tampouco os gestores de obra ou pessoal de escritório.

Souza (2006) observou que dentro da mão-de-obra “existem oficiais diretamente envolvidos na **produção final** do serviço, ajudantes que os **auxiliam diretamente** e operários que dão **apoio mais à distância** com relação ao grupo direto,” definindo a mão-de-obra contemplada como:

- Oficiais: Somente são considerados oficiais diretamente envolvidos no serviço executado;
- Mão-de-obra direta: São acrescentados os ajudantes diretos ao grupo dos oficiais no serviço executado;
- Mão-de-obra global: São acrescentados os esforços de apoio a da mão-de-obra-direta no serviço executado.

Apresenta-se a figura 2 para ilustrar a classificação da mão-de-obra:

Figura 2– Classificação da mão-de-obra



Fonte: TCPO (2010, p. 48).

Com isto, podem-se mensurar os indicadores de produtividade conforme a abrangência desejada, classificados por Souza (2006) como:

- RUP_{oficial} = produtividade dos oficiais;
- RUP_{direta} = produtividade da mão-de-obra direta;
- RUP_{global} = a produtividade da mão-de-obra global.

Neste trabalho serão geradas RUPs de oficiais (armadores), primeiro na central de armação e num segundo momento no canteiro de obra.

2.1.3 Como medir as horas trabalhadas

Segundo Souza (2006), as horas de trabalho consideradas são aquelas em que o operário estava disponível para o trabalho, portanto é o tempo total em que o funcionário está no canteiro de obras e pronto para o trabalho. Com isto, são importantes as seguintes observações:

- Não são subtraídas as horas por falha de gestão (falta de material ou instrução);
- Não se contabiliza apenas os tempos produtivos (Horas em que o operário está trabalhando com mais dedicação).

Esta definição proposta por Souza é a que será adotada no presente trabalho.

2.1.4 Como medir as quantidades de serviço

Souza (2006) define que a quantidade de serviço (QS) contabilizada é o serviço “líquido” executado, ou seja, deve-se medir a quantidade de serviço realmente executada. Exemplo: Ao se analisar a quantidade de serviço executada de uma alvenaria deve-se subtrair os vãos (janelas, portas, entre outros).

As unidades das quantidades de serviço serão adotadas conforme o serviço executado, como:

- Concreto = m^3 (medida de volume);
- Alvenaria = m^2 (medida de área);
- Serviço de armação = kg (medida de massa).

Souza (2006) afirma que, as quantidades de serviços podem ser ramificadas de acordo com o interesse de estudo e análise, por exemplo:

- O estudo do serviço de formas pode ser separado em pilares, vigas e lajes;
- O estudo do serviço de armação pode ser feito por andares tipo.

A quantidade de serviço utilizada neste trabalho é a quantidade de aço em kg despendida na fabricação das armaduras, que serão ramificadas de acordo com o interesse (pilares, vigas e lajes), e serão melhores descritas no capítulo 3 deste trabalho.

2.1.5 Períodos de tempo do indicador de produtividade

Conforme Souza (2006) existem diferentes possibilidades de se coletar as entradas (H e h) e saídas (QS) para se obter um indicador (RUP):

- RUP diária: Calcula-se o indicador pela medição das entradas (homem x hora) e as saídas (quantidade de serviço) de cada dia de serviço, RUP_d;
- RUP cumulativa: Calcula-se o indicador pelo acúmulo da medição das entradas (homem x hora) e as saídas (quantidade de serviço), do primeiro dia até o dia de serviço desejado para o estudo, RUP_{cum};
- RUP cíclica: Calcula-se o indicador pela medição das quantidades de entrada (homem x hora) e saída (quantidade de serviço) de uma atividade que possui um ciclo típico de execução, como a execução de formas e armaduras para concreto armado de um pavimento tipo de uma edificação, RUP_{cic};
- RUP periódica: Calcula-se o indicador pela medição das quantidades de entrada (homem x hora) e saída (quantidade de serviço) de um período determinado (semana, mês, entre outros), RUP_{per}.

Porém, o indicador de produtividade relacionado à sensação de bom desempenho de RUP_d é a RUP potencial (RUP_{pot}). O cálculo de RUP_{pot} é definido como: “Matematicamente a RUP_{pot} é calculada como o valor da mediana das RUP_d inferiores ao valor da RUP_{cum} ao final de período de estudo.” (SOUZA, 2006, p. 39).

Souza (2006) diz que a RUP_{pot} é o valor ótimo de produtividade teoricamente alcançável ao se executar um serviço e a diferença entre a RUP_{cum} e a RUP_{pot} demonstra o quão distante está a produtividade executada (real) em relação à ideal. Com isto, o cálculo de perda percentual de produtividade da mão-de-obra (perda mo (%)) é definido como:

$$\text{perda mo (\%)} = \frac{\text{RUP}_{\text{cum}} - \text{RUP}_{\text{pot}}}{\text{RUP}_{\text{pot}}} \times 100 \quad (2)$$

Neste trabalho serão utilizadas a RUP_{diária}, RUP_{cumulativa} e a RUP_{cíclica}, e o método de como foram usados será melhor descrito no decorrer deste trabalho.

2.1.6 Fatores influenciadores

No entanto, mesmo com todas as padronizações para mensuração dos indicadores Souza (2006) afirma que há uma grande variação da produtividade dentro das empresas que se propuseram a estudar sua mão-de-obra. Para explicar esta situação Thomas; Yakoumis (1987) propõem o modelo de fatores:

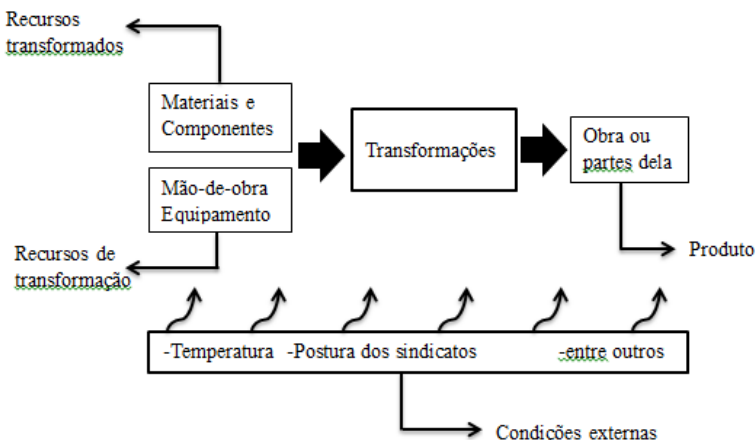
Não haveria motivos para variação de produtividade se todas as variáveis que compõem o serviço fossem controladas de forma uniforme. Contudo como a indústria da construção civil possui estabilidade muito menor quando comparada com a indústria seriada, por haver variações de um determinado serviço: de uma obra em relação à outra e de um dia em relação a outro na mesma obra. Estas características que induzem a variação de produtividade são determinadas como fatores (THOMAS; YAKOUMIS, 1987 apud SOUZA, 2006).

Souza (2006) diz que os fatores influenciadores de produtividade podem ser constatados da seguinte forma:

- Da obra em estudo: existência de frente de trabalho, condições climáticas de cada dia, entre outros.
- Da comparação da obra com outras obras: Tipo de transporte (grua com materiais paletizados em relação ao transporte de elevador com girica), valor da remuneração dos funcionários, entre outros.
- Da comparação entre diferentes regiões de localização de conjuntos de obras: quantidade de emprego de região para região, postura sindical de região para região, entre outros.

A Figura 3 mostra onde os fatores influenciadores da produtividade podem estar no processo de produção da construção civil:

Figura 3– Produção com indicação dos fatores influenciadores da produtividade



Fonte: Souza (2006, p. 44)

A partir da figura 3, Souza (2006) classificou e definiu os fatores potencialmente alteradores da produtividade em:

Condições normais: São condições contínuas na execução do produto em que a alteração de produtividade é de certa forma esperada. A condição normal é dividida por Souza (2006) em:

- Fatores ligados ao conteúdo: estão ligadas as propriedades do produto em execução e dos recursos transformados. Por exemplo: Uma parte da edificação em que tenha muitos recortes na alvenaria terá produtividade inferior no serviço de levantamento de alvenaria se comparado com uma parte da edificação que tenha uma parede reta de grande extensão (SOUZA, 2006).
- Fatores ligados ao contexto: estão ligadas aos recursos de transformação e as condições de contorno. Por exemplo: a produtividade da execução de reboco com uso de projeção mecânica será maior se comparado com a execução de reboco de forma manual, para o mesmo tipo de parede (SOUZA, 2006).

Condições anormais: São fatores que fogem de maneira intensa quanto às propriedades contínuas do conteúdo e do contexto. Por exemplo: a quebra de uma grua ou uma chuva torrencial. As condições anormais são separadas por Souza (2006) em:

- Efeitos de deterioração diretos: São as causas primárias. Por exemplo: eventos atmosféricos (chuvas, ventos fortes, etc.), trabalho fora da sequência programada, congestionamento do local de trabalho, necessidade de retrabalho, entre outros (SOUZA, 2006).
- Efeitos de deterioração indiretos: São os fatores que ajudam no surgimento das causas primárias. Por exemplo: aceleração da obra, excesso de horas extras, mais de um turno de trabalho, jornada semanal elevada, absenteísmo, rotatividade, alterações de projeto, alterações de programação (SOUZA, 2006).

2.1.7 Trabalhos a serem utilizados na comparação de produtividade

Os resultados do presente trabalho serão comparados com dois, dentre os muitos trabalhos de produtividade já publicados, quais sejam: Araújo; Souza (1999) e Kotzias (2011).

O primeiro trata da produtividade da mão-de-obra no serviço de armação da cidade de São Paulo e o trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011) será usado para comparar a produtividade da mão-de-obra no serviço de armação da mesma cidade que o presente TCC, Florianópolis/SC.

Existem, ainda, dois manuais orçamentários bastante difundidos e utilizados na indústria da construção civil brasileira para gerar orçamentos, onde

constam dados de produtividade da mão-de-obra, que são o SINAPI e a TCPO. No presente trabalho de conclusão de curso serão usados os dados da TCPO (2010) para a comparação de dados.

Os dados do SINAPI, Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil, são gerados pela parceria entre a Caixa e o IBGE, sendo que, a caixa é responsável pela parte de engenharia orçamentária (especificação de insumos, composições de serviço e projetos referenciais) e o IBGE é responsável pelo processamento mensal de dados de preços de insumos através da pesquisa mensal, metodologia e formação dos índices.

Já a TCPO, tabela de composição de preços para orçamentos, é uma publicação da editora PINI onde há mais de 5000 composições para análise de orçamentos, custos e indicadores de produtividade.

2.2 SERVIÇO DE ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

2.2.1 Conceitos fundamentais do concreto armado

Carvalho; Figueiredo Filho (2012) dizem que, o concreto é uma mistura entre agregado miúdo, agregado graúdo, cimento e água. Sendo que, a adição de agregados, principalmente o graúdo, é necessária para redução do custo do concreto já que o cimento é um componente muito caro.

Como elemento estrutural o concreto como único material não é a melhor opção uma vez que ele possui elevada resistência à compressão, porém baixa resistência à tração (aproximadamente 1/10 da resistência à compressão) e a tração é um tipo de esforço frequentemente presente na maioria dos elementos estruturais usuais. Portanto, para aumentar a resistência das peças estruturais é adicionado o aço na zona de tração (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012).

No entanto, o concreto armado só terá desempenho desejado se ambos os materiais, aço e concreto, atuarem mutuamente quando submetidos aos esforços solicitantes, o que é possível devido à força de aderência que existe entre os dois materiais. (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012).

Com isto, Carvalho; Figueiredo Filho (2012, p. 19) definem que: “**c) Concreto armado:** obtido por meio de associação entre concreto simples e a armadura convenientemente colocada (armadura passiva), de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes”.

2.2.2 Vantagens do concreto armado

Carvalho; Figueiredo Filho (2012, p. 19) descrevem as principais vantagens do concreto armado:

- O concreto moldado in loco dá uma ampla liberdade aos projetistas por se conseguir várias formas aos elementos estruturais;
- Boa resistência a grande parte dos esforços solicitantes;
- As estruturas de concreto armado são monolíticas o que facilita a transmissão de esforços solicitantes;
- A técnica de execução é bem dominada no Brasil;
- Elevada durabilidade quando comparado com outros materiais, se não for adicionado aditivos que corroem a armadura e se o cobrimento estiver conforme a norma;
- Alta resistência ao fogo quando comparado com aço e madeira, se respeitado o cobrimento conforme a norma;
- Alta resistência a choques, desgastes mecânicos, efeitos atmosféricos e vibrações.

2.2.3 Desvantagens do concreto armado

Carvalho; Figueiredo Filho (2012) descrevem as principais desvantagens do concreto armado:

- Elevado peso específico, elementos de grandes dimensões quando comparado com o aço, com isto, elevado peso próprio o que pode inviabilizar sua execução em ocasiões especiais ou elevando o custo de execução;
- O concreto moldado in loco necessita de formas e escoramento que necessitam permanecer na estrutura até o concreto alcançar resistência apropriada;
- Por ser bom condutor de calor e som, pode ser necessária a instalação de materiais que anulem estes problemas.

2.2.4 Elementos estruturais - definições

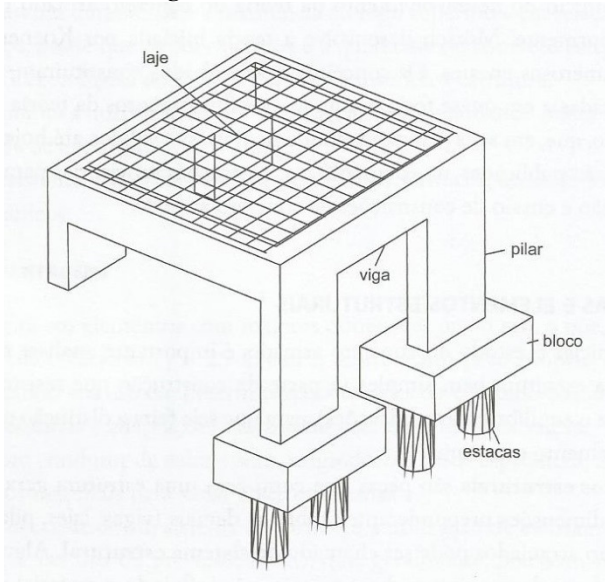
“Elementos estruturais são peças que compõem uma estrutura geralmente com uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais (vigas, lajes, pilares, etc.)” (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012, p. 21).

A análise do comportamento de uma estrutura real é complexa e por vezes impossível. Para o cálculo de construções de concreto armado é necessário utilizar a técnica de discretização, que separa a estrutura em elementos com comportamentos conhecidos de modelagem física e matemática, o que permite estudar a estrutura com resultados satisfatórios (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012).

Carvalho; Figueiredo Filho (2012) sugerem a discretização como: laje de concreto que suporta peso próprio (concreto e revestimentos) mais cargas acidentais (móveis e pessoas), vigas que recebem os esforços solicitantes das lajes mais o peso próprio (concreto, uma parede, entre outros), pilares que recebem os esforços solicitantes das vigas mais peso próprio, fundações que recebem os esforços dos pilares.

Apresenta-se a figura 4 para ilustrar os elementos estruturais:

Figura 4– Elementos estruturais



Fonte: Carvalho; Figueiredo Filho (2012, p. 22).

2.2.4.1 Nomenclaturas importantes para o estudo das armaduras utilizadas no concreto armado

Para o melhor entendimento deste trabalho será descrito a seguir, segundo Freire (2001), as principais nomenclaturas para o estudo do serviço de armação de estrutura de concreto armado:

“armação – Conjunto de atividades relativas à preparação e posicionamento do aço dentro da estrutura;” (FREIRE, 2001, p. 117).

“armadura – também conhecida como ferragem, é a associação de diversas peças de aço, formando um conjunto para um determinado componente estrutural. É o produto resultante do serviço de armação;” (FREIRE, 2001, p. 117).

“estribo – peças dispostas transversalmente ao elemento estrutural, com o objetivo de resistir aos esforços transversais decorrentes das forças de cisalhamento (no caso de vigas), auxiliar o concreto a resistir aos esforços de compressão (no caso de pilares) e auxiliar a montagem e transporte de armaduras (tanto para pilares quanto para vigas);” (FREIRE, 2001, p. 118).

“armadura positiva – também chamada de positivo, é a armadura situada na parte inferior das lajes e vigas, responsável por resistir à tração proveniente dos momentos positivos;” (FREIRE, 2001, p. 118).

“armadura negativa – também chamado de negativo, é a armadura situada na parte superior das lajes e vigas, responsável por resistir à tração proveniente dos momentos negativos;” (FREIRE, 2001, p. 118).

“armadura longitudinal – peças paralelas, dispostas no sentido da maior dimensão do elemento estrutural;” (FREIRE, 2001, p. 118).

“armadura transversal – peças paralelas, dispostas no sentido da menor dimensão do elemento estrutural” (FREIRE, 2001, p. 118).

2.2.5 Aço destinado à armadura de concreto armado

A Norma que padroniza todas as variáveis físicas do aço destinado à armadura de concreto armado é a NBR 7480 (2007): “Esta Norma estabelece os requisitos exigidos para encomenda, fabricação e fornecimento de barras e fios de aço destinados a armaduras para estruturas de concreto armado, com ou sem revestimento superficial”, NBR 7480 (2007, p. 1).

A NBR 7480 (2007) classifica como barras os materiais produzidos por laminação à quente com diâmetro igual ou superior a 6,3 mm e classifica como fios os materiais fabricados por trefilação (laminação a frio) com diâmetro inferior igual ou inferior a 10 mm.

As barras podem ser produzidas com duas resistências de escoamento CA-25 e CA-50, CA (concreto armado) e o número após o CA é a categoria que é resistência de escoamento em kN/cm^2 . Os fios devem ser produzidos na categoria CA-60. (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012).

Os fios e as barras destinados para o uso de concreto armado devem possuir teor de carbono entre 0,08% e 0,5% que os classificam como aço, uma vez que o nível de carbono para o material ser classificado como aço deve ser inferior a 2,04% (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2012).

As barras na categoria CA-25 devem ser obrigatoriamente lisas, as barras na categoria CA-50 devem ser obrigatoriamente providas de nervuras transversais oblíquas e os fios (CA-60) devem ser lisos, entalhados ou nervurados – com exceção dos fios com diâmetro igual a 10 mm que devem conter obrigatoriamente entalhes ou nervuras.

No anexo B da NBR 7480 (2007) constam as características de produção das barras e dos fios, as quais estão apresentadas nas Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1 – Características das barras

Diâmetro nominal ^a mm	Massa e tolerância por unidade de comprimento		Valores nominais	
	Massa nominal ^b Kg/m	Máxima variação permitida para massa nominal	Área de seção mm ²	Perímetro mm
6,3	0,245	±7%	31,2	19,8
8,0	0,395	±6%	50,3	25,1
10,0	0,617	±6%	78,5	31,4
12,5	0,963	±5%	122,7	39,3
16,0	1,578	±5%	201,1	50,3
20,0	2,466	±5%	314,2	62,8
22,0	2,984	±4%	380,1	69,1
25,0	3,853	±4%	490,9	78,5
32,0	6,313	±4%	804,2	100,5
40,0	9,865	±4%	1256,6	125,7

^aOutros diâmetros nominais podem ser fornecidos a pedido do comprador, mantendo-se as faixas de tolerância do diâmetro mais próximo.

^b A densidade linear de massa (em quilogramas por metro) é obtida pelo produto da área da seção nominal em metros quadrados por 7850 kg/m³

Fonte: NBR 7480 (2007, p. 10).

Tabela 2 – Características dos fios

Diâmetro nominal ^a mm	Massa e tolerância por unidade de comprimento		Valores nominais	
	Massa nominal ^b Kg/m	Máxima variação permitida para massa nominal	Área de seção mm ²	Perímetro mm
2,4	0,036	±6%	4,5	7,5
3,4	0,071	±6%	9,1	10,7
3,8	0,089	±6%	11,3	11,9
4,2	0,109	±6%	13,9	13,2
4,6	0,130	±6%	16,6	14,5
5,0	0,154	±6%	19,6	15,7
5,5	0,187	±6%	23,8	17,3
6,0	0,222	±6%	28,3	18,8
6,4	0,253	±6%	32,2	20,1
7,0	0,302	±6%	38,5	22,0
8,0	0,395	±6%	50,3	25,1
9,5	0,558	±6%	70,9	29,8
10,0	0,617	±6%	78,5	31,4

^a Outros diâmetros nominais podem ser fornecidos a pedido do comprador, mantendo-se as faixas de tolerância do diâmetro mais próximo.

^b A densidade linear de massa (em quilogramas por metro) é obtida pelo produto da área da seção nominal em metros quadrados por 7850 kg/m²

Fonte: NBR 7480 (2007, p. 11).

2.2.6 Fornecimento de aço destinado às peças estruturais de concreto armado

O aço geralmente é encontrado para compra no mercado na forma de: barras, fios, telas soldadas, pré-cortado mais pré-dobrado e pré-montado (SALIM NETO, 2009).

Aço fornecido em barras

O aço fornecido em barras é destinado para a obra que escolhe cortar, dobrar e montar as peças estruturais em uma central de armação na própria obra. É a forma mais usual de fornecimento no País visto que foi durante muito tempo a única opção de fornecimento do mercado. (SALIM NETO, 2009).

A figura 5 demonstra o aço na forma de barras:

Figura 5– Fornecimento de aço em barras



Fonte: Próprio autor

Entre as principais vantagens deste tipo de fornecimento são a rápida conferência no recebimento e uma menor área de estoque ocupada (SALIM NETO, 2009).

Telas soldadas

A norma que define os padrões de produção de telas soldadas para concreto armado é a NBR 7481 (1990) (SALIM NETO, 2009).

A NBR 7481 (1990, p. 01) define o material como: “armadura pré-fabricada, destinada a armar concreto, em forma de rede de malhas regulares, constituída de fios de aço longitudinais e transversais, sobrepostos e soldados em todos os pontos de contato (nós), por resistência elétrica (caldeamento).”.

As telas são destinadas para o uso de lajes de concreto armado (SALIM NETO, 2009).

A NBR 7481 (1990) normaliza a produção das telas em diâmetro (mm) de 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,5; 4,8; 5,0; 5,3; 5,6; 6,0; 6,3; 6,5 e 7,0. No

entanto, a unidade de comercialização recomendada pela NBR 7481 (1990) é o metro quadrado.

Aço fornecido pré-cortado e pré-dobrado

O aço fornecido pré-cortado e pré-montado, conforme Salim Neto (2009, p.25), “É entregue para o construtor em peças de aço na quantidade e formato desejado. A entrega é feita com antecedência, necessitando estocarem-se as peças a serem montadas e as armaduras já montadas.”.

A figura 6 e a figura 7 demonstram o aço pré-cortado e pré-montado:

Figura 6 – Estoque de barras longitudinais de aço pré-cortadas e pré-dobradas



Fonte: Próprio autor

Figura 7 – Estoque de estribos pré-cortados e pré-dobrados



Fonte: Próprio autor

Segundo Salim Neto (2009), as principais vantagens de usar aço pré-cortado e pré-dobrado é o maior grau da industrialização no serviço de armação o que reduz a exposição dos trabalhadores às intempéries e o serviço é feito por uma empresa especializada, o que leva a um menor desperdício de insumos.

Aço fornecido pré-montado

De acordo com Salim Neto (2009), este aço é fornecido pré-cortado, pré-dobrado e pré-montado da fábrica contratada pelo solicitante, sendo o tipo mais recente de fornecimento de aço para venda no mercado. A figura 8 demonstra um estoque de vigas pré-montadas:

Figura 8 – Estoque de vigas pré-montadas



Fonte: Próprio autor

Salim Neto (2009) descreve que, as principais vantagens deste tipo de fornecimento é o maior controle dos insumos do serviço de armação para estruturas de concreto armado uma vez que a produção é majoritariamente fabril o que reduz ainda mais o desperdício.

2.2.7 Processamento do serviço de armação

Segundo Freire (2001), é nesta fase do serviço de armação para estruturas de concreto armado que ocorre transformação das barras e fios em elementos estruturais que atenderão aos esforços de solicitação, conforme projeto estrutural, portanto, é nesta etapa que as barras e fios são cortados e dobrados .

2.2.7.1 Sequência de processamento para barras e fios

1) Corte

Neste momento as barras e fios de aço são cortados de acordo com o projeto estrutural, respeitando comprimento e bitola do elemento estrutural. O maquinário normalmente usado nos canteiros de obras são serras elétricas (policorte) e tesourões manuais (FREIRE, 2001).

A figura 9 e figura 10 demonstram a serra elétrica e o tesourão de corte, respectivamente:

Figura 9 – Serra elétrica



Fonte: Próprio autor

Figura 10 - Tesourão



Fonte: Próprio autor

Para o manuseio da serra elétrica é necessário que haja uma bancada para poder apoiar a serra e também as barras de aço – que são posicionadas perpendicularmente a serra e o seu tamanho é marcado com prego ou riscos de giz para se efetuar o corte. Sendo que, a policorte demanda somente um operador e geralmente são cortadas várias barras ao mesmo tempo (FREIRE, 2001).

A figura 11 demonstra a execução do corte de várias barras de aço ao mesmo tempo em uma serra elétrica:

Figura 11 – Execução do serviço de corte de barras de aço



Fonte: Próprio autor

Por outro lado, o tesourão é um equipamento que corta uma barra ou um fio por vez, portanto, é uma máquina manual indicada para trabalhos de pequeno porte e aços de bitola reduzidos, o que reduz a quantidade de aço cortado (FREIRE, 2001).

2) Dobra

O ato de dobrar o aço é realizado para atender a forma geométrica especificada no projeto estrutural e para alcançar tal objetivo normalmente são usadas ferramentas de dobra de aço como: bancadas com pinos e chave de dobra (FREIRE, 2001).

A figura 12 e a figura 13 demonstram uma bancada de madeira com pinos e chave de dobra, respectivamente:

Figura 12 – Dobragem utilizando bancada com pinos



Fonte: Próprio autor

Figura 13 – Chave de dobra



Fonte: Próprio autor

Os pinos são pequenas pontas de barras de aço que devem ter dimensões e espaçamentos adequados para não fissurar o aço na dobragem. A bancada são tábuas de madeira bem largas com espessura aproximada de 5 cm onde são fixados os pinos (FREIRE, 2001).

A figura 14 demonstra a execução do serviço de dobra utilizando bancada de madeira com pinos e chave de dobra:

Figura 14 – Dobragem utilizando bancada com pinos e chave de dobra



Fonte: Próprio autor

Existem também dobradeiras mecânicas que possuem alta produtividade, porém, geralmente os canteiros de obras utilizam do sistema manual (FREIRE, 2001).

A figura 15 demonstra uma dobradeira mecânica:

Figura 15 – Dobradeira mecânica



Fonte: Próprio autor

3) Pré-montagem e montagem

Terminado o serviço de corte e dobra das peças, inicia-se o processo de montagem, sempre respeitando o projeto estrutural (espaçamento, bitola de aço, entre outros). As peças são amarradas com arame recozido pelo trabalhador com auxílio de torquês (FREIRE, 2001).

A figura 16 demonstra o início do serviço de montagem:

Figura 16 – Início do serviço de montagem

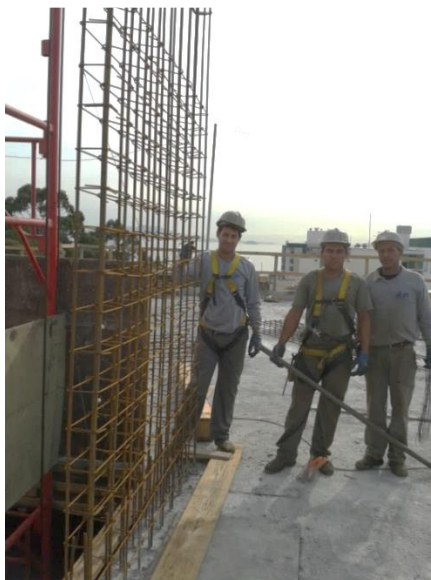


Fonte: Próprio autor

Se a montagem se tratar de uma laje o processo acontece no local definitivo, caso contrário, as armaduras são apoiadas sobre cavaletes de aço para amarrá-las com arame recozido, processo chamado de pré-montagem, para posteriormente transportar os elementos estruturais pré-montados ao local definitivo e efetuar a montagem da peça (FREIRE, 2001).

A figura 17 demonstra o final do serviço de montagem:

Figura 17 – Final do serviço de montagem

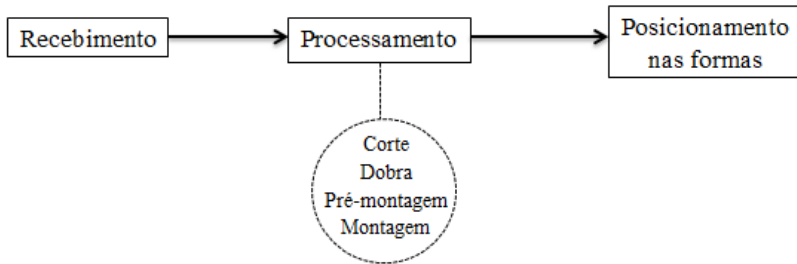


Fonte: Próprio autor

O último passo antes da colocação da forma é posicionar os espaçadores da armadura que garante o cobrimento do concreto, evitando a patologia de corrosão do aço. Nos canteiros de obra geralmente são utilizados dois materiais para espaçadores: plástico e uma placa feita de argamassa de areia e cimento. Os espaçadores de argamassa são mais propensos a corrosão da armadura do que os de plástico visto que normalmente o traço da argamassa do espaçador não é igual ao concreto, não respeita a relação água/cimento recomendada de projeto (FREIRE, 2001).

Após a descrição do processo, Freire (2001) apresenta um fluxograma simplificado do serviço de armação para estruturas de concreto armado, conforme figura 18.

Figura 18 – Fluxograma esquemático do serviço de armação



Fonte: Freire (2001, p. 121).

Como será visto, a empresa estudada realiza as atividades de corte, dobra e pré-montagem em uma central de armação, fora dos canteiros de obra, e a atividade de montagem acontece, obrigatoriamente, na obra.

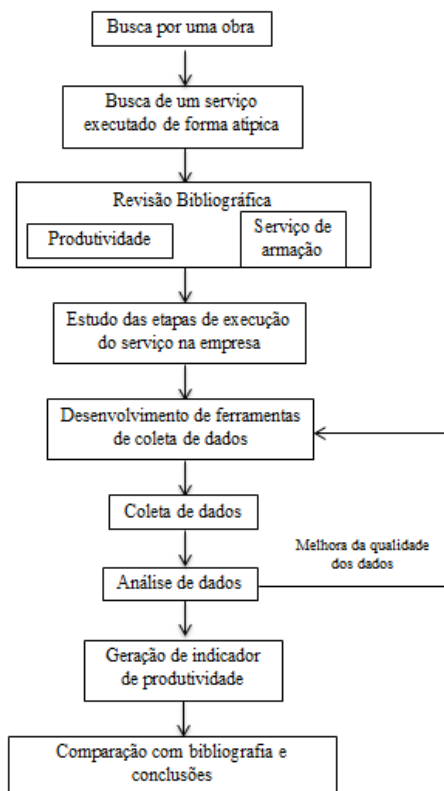
3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo será descrito o método utilizado para o desenvolvimento do presente trabalho de conclusão de curso. Primeiramente serão apresentadas as etapas da pesquisa, posteriormente a descrição do estudo de caso.

3.1 ETAPAS DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos para o presente TCC, foi criada uma estratégia de desenvolvimento de estudo da produtividade, conforme fluxograma a seguir.

Figura 19 – Fluxograma das etapas de pesquisa



Fonte: Próprio autor

3.2 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso do presente TCC foi realizado em uma empresa construtora da cidade de Florianópolis, a qual tem a característica de possuir uma central de produção de armaduras, onde são fabricadas as armaduras pré-montadas para fornecê-las às suas respectivas obras.

A fim de preservar a identidade da empresa, ao longo do texto, esta será chamada de empresa Z.

3.2.1 Caracterização da empresa do estudo de caso

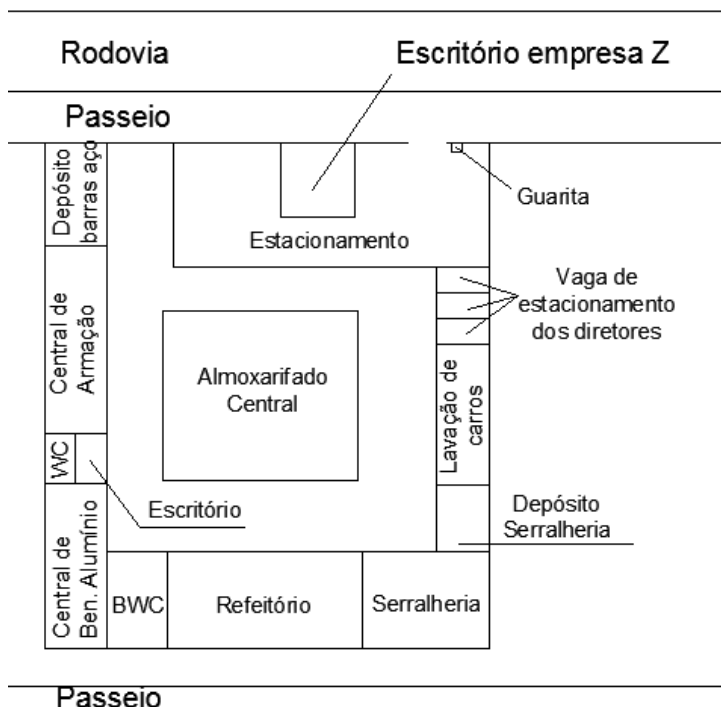
A empresa Z é uma empresa que atua há cerca de 30 anos no mercado da grande Florianópolis/SC, período o qual foram construídos mais de 100 edifícios comerciais e residenciais, ou seja, foram erguidos mais de 400.000m². Seus empreendimentos são de médio e alto padrão e possuem rigoroso controle de qualidade já que possuem o certificado de qualidade ISO 9001 e PBQP-H nível A.

A empresa Z possui sede administrativa em São José (SC), abrigando setores administrativo, financeiro, e de recursos humanos. Nesta mesma sede se encontram os seguintes ambientes de trabalho:

- Almoxarifado central;
- Depósito de barras de aço para armação de estruturas de concreto armado;
- Central de armação;
- Escritório do encarregado da armação;
- Fábrica de beneficiamento de esquadria de alumínio;
- Serralheria;
- Depósito para materiais da serralheria;
- Refeitório;
- Banheiros;
- Espaço destinado à lavagem de carros;
- Vagas de estacionamento dos diretores;
- Estacionamento destino aos funcionários e as pessoas que visitem a empresa Z;
- Guarita onde ficam os vigias.

Para melhor visualização foi feito um croqui da sede da empresa Z, conforme figura 20:

Figura 20 – Croqui espaço administrativo pertencente à empresa Z



Fonte: Próprio autor

3: A Empresa Z atualmente possui 3 obras em execução, conforme tabela

Tabela 3 – Obra em execução na empresa Z

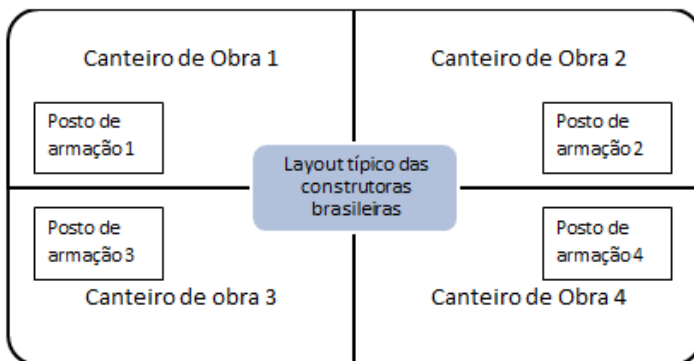
	Obra 1	Obra 2	Obra 3
Local	Estreito, Florianópolis, SC.	Centro, Florianópolis, SC.	Centro, Florianópolis, SC
Tipologia	Edifício Residencial Multifamiliar + 4 lojas no térreo	Edifício Residencial Multifamiliar	Edifício Residencial Multifamiliar
Numero de torres	2	2	2
Numero de pav. tipos	9	15	15
Tipo de mão-de-obra	Somente o serviço de concreto armado é terceirizado	Própria	Própria
Fase em que se encontra a obra (no 1º sem/15)	Execução dos serviços de concreto armado	Serviços de acabamento	Serviços de concreto armado

Fonte: Próprio autor

A empresa Z possui quadro de funcionários majoritariamente composto pela mão-de-obra própria. Porém para a Obra 1 foi contratada a mão-de-obra terceirizada para os serviços de concreto armado.

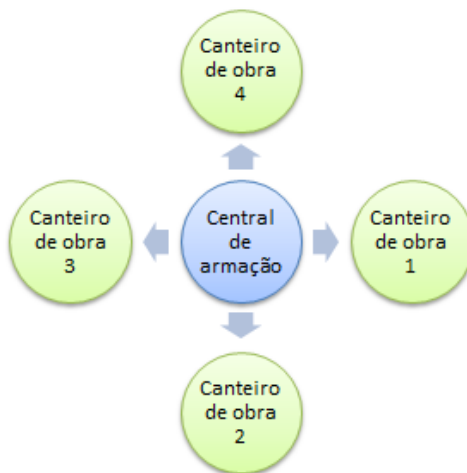
3.2.2 Caracterização da produção de armaduras na empresa Z

A estrutura para produção das armaduras na empresa Z difere da estrutura mais frequentemente encontrada nos canteiros de obra do País. Geralmente, a postura adotada pelas empresas é a que está na figura 21.

Figura 21 – Distribuição dos postos de armação por canteiro de obra no Brasil

Fonte: Próprio autor

Já a empresa Z possui um sistema diferenciado de armação que consiste em uma central de armação fixa e centralizada que fornece armaduras pré-montadas para todas as obras em execução, conforme apresentado na figura 22.

Figura 22 – Sistema da central de armação da empresa Z

Fonte: Próprio autor

Esta estruturação atípica da produção é que motivou o presente autor (que é estagiário da empresa Z) a investigar se a produtividade da mão-de-obra da empresa Z no serviço de armação para estruturas de concreto armado é o melhor ou pior que os sistemas comumente implantados no País.

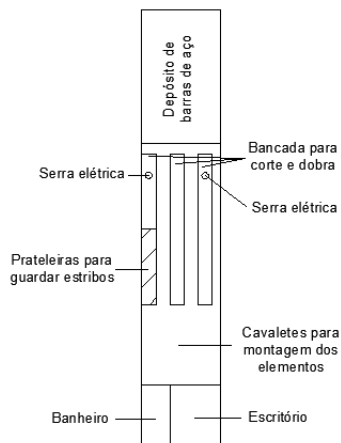
3.2.3 Descrição do local de estudo: a central de armação

O ambiente de estudo é a central de armação com localização em São José/SC, conforme figura 20, a qual possui os seguintes maquinários e acessórios para produção de armaduras.

- 3 bancadas de madeira (figura 12);
- 2 serras elétricas (figura 9);
- Jogos de pinos e chaves para dobra (figura 12);
- Prateleiras de madeira para guardar estribos (figura 7);
- Uma torquês por funcionário (figura 16);
- Cavaletes de aço (figura 16);
- 1 dobradeira mecânica (figura 15).

Para melhor entendimento do processo de produção é apresentado um croqui da vista superior da central de armação, conforme figura 23.

Figura 23 – Croqui da vista superior da central de armação



Fonte: Próprio autor

A bancada de madeira da esquerda é utilizada pela mão-de-obra própria, a do centro é dividida entre todos e a bancada da direita pertence à mão-de-obra terceirizada. As prateleiras são utilizadas somente pela mão-de-obra própria e os cavaletes são divididos entre todos.

A figura 24 é uma foto da central de armação onde foram coletados os dados:

Figura 24 – Central de armação



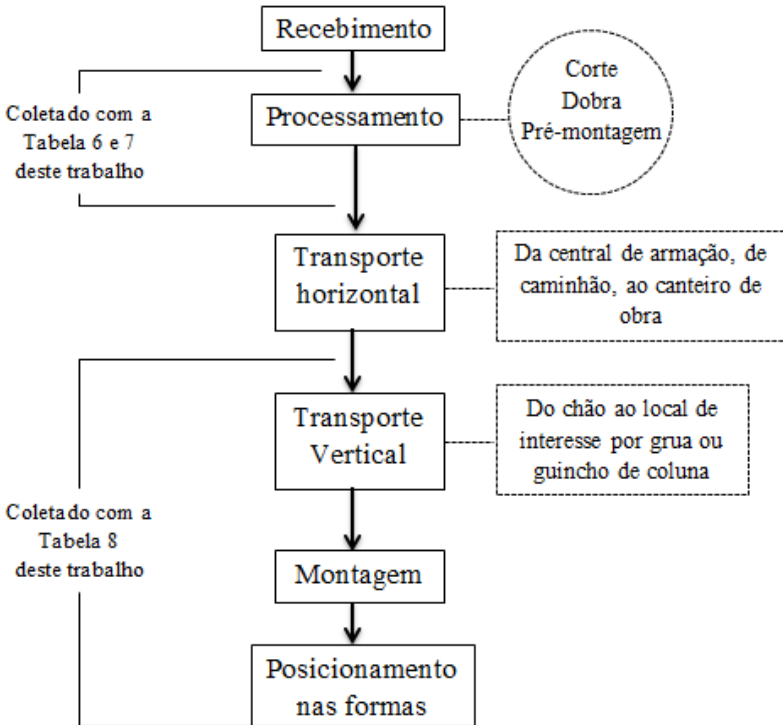
Fonte: Próprio autor

3.2.3.1 Mão-de-obra da central de armação

A central de armação da empresa Z conta com 17 funcionários, sendo 12 deles mão-de-obra própria e 5 deles mão-de-obra terceirizada. Os dados de produtividade foram levantados separadamente para ambos os casos.

A seguir será apresentado um fluxograma do serviço de armação na empresa Z (figura 25).

Figura 25 - Fluxograma esquemático do serviço de armação na empresa Z



Fonte: Adaptado de Freire (2001)

É importante salientar que os operários que produzem as armaduras na central são os mesmos que vão ao canteiro fazer a instalação das armaduras nas fôrmas (processamento final).

O pedido das armaduras é feito via celular pelos mestres de obras ao encarregado da armação e quanto mais atrasada estiver uma determinada obra maior é a prioridade da central de armação em executar os pedidos desta obra.

3.2.3.2 Horário de trabalho da central de armação

A mão-de-obra própria, de segunda-feira a quinta-feira, possui horário de serviço das 07:00 até 08:45, pausa para o lanche de 15 minutos, retorno ao trabalho das 09:00 até 12:00, pausa para almoço de uma hora e retorno ao serviço novamente das 13:00 até 17:00 horas. Isto resulta a uma carga diária de 8,75 horas de trabalho.

No entanto, sexta-feira a mão-de-obra própria trabalha uma hora a menos, portanto o dia de trabalho possui 7,75 horas com a seguinte distribuição de horário: começo às 07:00 até 08:45, pausa para o lanche de 15 minutos, retorno ao trabalho das 09:00 até 12:00, pausa para

o almoço de uma hora e retorno ao serviço das 13:00 até 16:00.

Já a mão-de-obra terceirizada trabalha de segunda-feira a quinta-feira no seguinte horário: das 07:00 até 12:00, pausa para almoço de uma hora e retorno ao serviço das 13:00 até 17:00 horas. O que resulta a uma carga diária de 9 horas de trabalho.

Porém, sexta-feira a mão-de-obra terceirizada também trabalha uma hora a menos, com isto, o dia de serviço equivale a 8 horas com o horário de trabalho das 07:00 até 12:00, pausa para o almoço de uma hora e retorno ao serviço das 13:00 até 16:00.

Cabe lembrar que nos indicadores gerados somente foi contabilizado o tempo que o trabalhador estava de fato disponível para o trabalho.

3.2.4 Programação da coleta

Além do tempo destinado à análise inicial do funcionamento da central de armação, os dados foram coletados diariamente pelo autor do dia 14/03/2015 ao dia 13/04/2015, 21 dias úteis, sempre anotando a quantidade de homens presentes no local de trabalho, anormalidades, horas trabalhadas e quantidade de serviço produzida por dia (em kg de aço), durante o horário de serviços dos funcionários.

3.2.5 Entendimento do processo de produção na central de armação

O processamento do aço se dá de forma distinta dentro da central de armação a depender se a mão-de-obra que está processando é própria ou terceirizada.

3.2.5.1 Processo de produção da mão-de-obra própria

O aço é comprado na forma de barras e fios sendo cortados e dobrados na central de armação. No caso da mão-de-obra própria há uma sequência de serviço que é cortar e dobrar as peças para que elas sejam armazenadas em quantidade suficiente para efetuar o serviço de pré-dobragem.

A figura 26 demonstra como era o estoque de estribos na central de armação feitos pela mão-de-obra própria:

Figura 26 – Estoque de estribos a serem utilizados pela mão de obra própria



Fonte: Próprio autor

Os elementos estruturais são pré-montados e transportados conforme a necessidade das obras e por último é executado a montagem dos elementos estruturais, conforme projeto estrutural, no canteiro de obras.

3.2.5.2 Processo de produção da mão-de-obra terceirizada

No processo da mão-de-obra terceirizada, o aço de um elemento estrutural é cortado, dobrado e pré-montado, não havendo a estocagem de estribos, como no caso da mão de obra própria. O transporte, neste caso, só é realizado quando todas as vigas do pavimento estão prontas ou quando todos os pilares de um pavimento estão prontos. Para finalmente os elementos estruturais chegarem ao canteiro de obra e executar o serviço de montagem.

3.2.6 Coleta da quantidade de serviço produzida na central

Como os processos de produção eram diferentes entre a mão-de-obra própria e da terceirizada, coletou-se de forma diferenciada as quantidades de serviços produzidas diariamente, conforme o que segue.

3.2.6.1 Coleta da quantidade de serviço: mão-de-obra própria

A quantidade de serviço (kg de aço) foi coletada separadamente para cada etapa executiva (corte e dobra ou pré-montagem) visto que o processo de produção geralmente possui ciclos em que há predominância no serviço de corte e dobra e outros períodos que há predominância no serviço de pré-montagem para a mão-de-obra própria.

A quantidade de serviço anotada foi dividida em kg de aço cortado e dobrado só foi possível com a ajuda do encarregado do serviço de armação, o qual anotou a quantidade de barras que eram usadas para cada dia de serviço.

A outra quantidade de serviço levantada era referente ao serviço de pré-montagem dos elementos estruturais, onde eram anotadas separadamente as quantidades de vigas e pilares pré-montados no projeto ou ao colocar placa de identificação nos elementos pré-montados para posteriormente calcular a quantidade de serviço de aço pré-montado em kg.

A figura 27 demonstra a placa de identificação dos elementos estruturais:

Figura 27– Placa de identificação dos elementos estruturais



Fonte: Próprio autor

3.2.6.2 Coleta da quantidade de serviço: mão-de-obra terceirizada

Neste caso a quantidade de serviço anotada diariamente foi referente às etapas de corte, dobra e pré-montagem, uma vez que os armadores seguiam o processo de cortar, dobrar e pré-montar o mesmo elemento estrutural. Portanto, o indicador referente à mão-de-obra-terceirizada será o de corte mais dobra mais pré-montagem e o processo de coleta também era feito com a ajuda do encarregado em que o mesmo anotava os elementos estruturais executados no projeto ou pela inserção da placa de identificação no elemento estrutural, conforme figura 27, e posteriormente pelo projeto era calculada a massa de aço usado no dia.

3.2.7 Desenvolvimento de ferramentas de coleta de dados

A ferramenta de coleta de dados da produtividade da mão-de-obra é a tabela de coleta de dados, que deve conter espaço para preencher pelo menos as informações essenciais para confecção deste tipo de trabalho que é: quantidade

de homens, hora e quantidade de serviço (kg de aço). A primeira tabela desenvolvida antes de fazer o estudo da central de armação é apresentada a seguir (tabela 4):

Tabela 4 – Primeira tabela de coleta de dados

Data:	
Local:	
Observador:	
Horário de trabalho:	
Número de armadores trabalhando no dia	
Anormalidade no horário de trabalho:	

	Quant. CD	Quant. Pré-Montada	Quant. CD em kg	Quant. montada em kg
Pilares				
Vigas				
Laje				
demaís estruturas				

Observações:

Fonte: Próprio autor

A coleta da quantidade de serviço é separada por elemento estrutural (laje, viga e pilar) uma vez que a TCPO (2010) faz a distinção de produtividade da mão-de-obra por elemento estrutural. No entanto, ao estudar a central de armação e as bibliografias anteriores de produtividade de armação para estruturas de concreto armado percebeu-se que seria necessário incluir uma coluna para o diâmetro das barras de aço uma vez que é um fator influenciador da produtividade. Com isto, atualizou-se a tabela de coleta de dados, conforme tabela 5:

Tabela 5 – Atualização da tabela de coleta de dados do beneficiamento da barra a pré-montagem

Data:							
Local:							
Observador:							
Horário de trabalho:							
Número de armadores trabalhando no dia							
Anomalia de no horário de trabalho:							
Ø	Estrutura	Nº de barras CD	Compr. barra CD	Massa CD	Nº de barras Mont.	Compr. Pré-Mont.	Massa Pré-Mont.
...

Observações:

Fonte: Próprio autor

A coleta de dados começou com a presença somente da mão-de-obra própria e com a execução somente do serviço de corte e dobra. Com a chegada da mão-de-obra terceirizada e início do serviço de pré-montagem, chegou-se à conclusão que para garantir a qualidade dos dados seria necessário a separação da mão-de-obra e da quantidade de aço pré-montado da quantidade de aço cortado mais dobrado.

Porém, para obter a quantidade de aço pré-montado em quilogramas somente era possível com auxílio do projeto estrutural, pois o que de fato era anotado diariamente no momento da coleta era o nome do elemento estrutural. Com isto, ocorreu uma nova adaptação da tabela de coleta de dados, conforme tabela 6.

Tabela 6 – Tabela definitiva da coleta de dados do beneficiamento da barra a pré-montagem

Data:	
Observador:	
Local:	
Horário de trabalho:	
Número de armadores trabalhando no dia	
Anormalidade no horário de trabalho:	

Aço Cortado e Dobrado					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
...

Aço Pré-Montado				
Peça	Massa	Ø (mm)	Massa (kg)	%
	(kg)			
...

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	
Total de homens =	
Hh =	
Total de kg CD =	
Total de kg pré-m. =	

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	
Total de homens =	
Hh =	
Total de kg pré-m. =	

Observações:

Fonte: Próprio autor

No momento da coleta, para saber qual mão-de-obra produziu determinado elemento estrutural, foi utilizada caneta azul para mão-de-obra própria e cor de grafite para a mão-de-obra terceirizada.

No entanto, o projeto estrutural não continha a massa de aço por diâmetro de barra ou fio, mas sim o comprimento total de aço por diâmetro de barra ou fio, conforme figura 28. Portanto, para chegar à massa de aço por diâmetro de barra ou fio, bastou calcular o comprimento total, conforme bitola, e multiplicar pela respectiva massa nominal, tabela 1 e tabela 2 deste trabalho.

Figura 28 – Listagem dos elementos estruturais conforme o projeto estrutural

	AÇO	PÓS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO	
					UNIT (cm)	TOTAL (cm)
	V411	(X8)				
	50A	1	6.3	16	285	4560
	50A	2	10	16	175	2800
	50A	3	6.3	16	290	4640
8	50A	4	16	16	705	11280
8	50A	5	16	8	260	2080
	50A	6	10	16	175	2800
	50A	7	12.5	32	800	25600
	50A	8	12.5	16	300	4800
	60B	9	5	640	138	88320
	50A	10	6.3	96	738	70848
	V412	(X8)				
8	50A	1	6.3	16	210	3360
	50A	2	10	24	190	4560
	50A	3	10	16	155	2480
	50A	4	10	16	120	1920
	50A	5	12.5	16	460	7360

Fonte: Próprio autor

Com o decorrer da pesquisa mais uma tabela de coleta de dados foi criada para a mão-de-obra própria, que consistiu na separação das horas trabalhadas por corte mais dobra e pré-montagem para cada funcionário, conforme tabela 7, e assim obter indicadores de produtividade para o serviço de corte mais dobra e o serviço de pré-montagem.

Tabela 7 – Tabela de coleta da separação de horas por serviço executado por homem

Data:

Local da Coleta:

Responsável pela coleta:

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando

Observações:

Fonte: Próprio autor

Contudo, com estas tabelas (processamento de barra ou fio até a pré-montagem) ainda não se consegue chegar a um indicador de produtividade comparável com a bibliografia existente visto que são expressos em função do processamento da barra ou fio até a montagem final.

O que estava faltando para este trabalho ficar compatível aos trabalhos já publicados é coletar a etapa da pré-montagem até a montagem, que consiste no transporte vertical e encaixe dos elementos estruturais no devido lugar, conforme projeto estrutural.

Para a mão-de-obra terceirizada, entretanto, o processo de montagem só é realizado quando todas as vigas de um pavimento estão pré-montadas ou se todos os pilares de um pavimento estiverem pré-montados.

Com isto, foi criada uma tabela de coleta de dados para montagem de elementos estruturais em termos de produtividade cíclica, já que a coleta de dados em termos de produtividade diária seria inviabilizada pelo método executivo da mão-de-obra terceirizada, conforme tabela 8:

Tabela 8 – Tabela para coleta de dados para etapa entre a pré-montagem e montagem final

Mão-de-obra:	
Estrutura:	
Número de trabalhadores:	
Data de início:	
Horário de início:	
Data de término:	
Horário de término:	
Quantidade total de serviço:	
Saída de algum trabalhador?	
Quantidade total de horas:	
Observações:	

Fonte: Próprio autor

4 ANÁLISE DE DADOS

Uma vez que o processamento do aço se dava de forma distinta para a mão-de-obra própria e terceirizada, a análise dos dados também será dividida nestas duas categorias.

4.1 ANÁLISE DOS DADOS DE PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA TERCEIRIZADA (MOT)

A fim de subsidiar a análise e comparação de dados de produtividade da mão-de-obra terceirizada, faz-se necessário tecer algumas observações importantes sobre o que foi considerado nos levantamentos:

- O encarregado participava efetivamente na execução do serviço, portanto, o mesmo será contabilizado na tabela de coleta de dados (na central de armação e na obra 1);
- Não foi contabilizado o tempo de transporte horizontal (por caminhão) dos elementos estruturais da central de armação para o canteiro de obras;
- O estudo foi durante a execução do 1º pavimento ao 3º pavimento, na obra 1 (coleta de montagem);
- Os dados são considerados para os serviços feitos em central e a montagem *in loco* na forma, como será visto os resultados serão somados para comparar com outras bibliografias;
- A forma de pagamento dos operários terceirizados era por salário mensal, sem considerar meta cumprida ou tarefa realizada;
- A tipologia estrutural do edifício para o qual estava produzindo as armaduras no período de coleta dos dados era estrutura de concreto armado reticulada com laje pré-moldada com vigota protendida e tavela (obra 1), conforme figura 29;

Figura 29 – Laje pré-moldada executada pela MOT



Fonte: Próprio autor

- O transporte vertical, na obra 1, dos elementos estruturais era feito por guincho de coluna motorizado, conforme figuras 30 e 31.

Figura 30 – Guincho motorizado para transporte de elementos estruturais



Fonte: Próprio autor

Figura 31 – Guincho de coluna



Fonte: Próprio autor

Com relação à análise de dados, foram feitas duas abordagens: uma de forma mais ampla (chamada de análise geral) em que não serão separados os dados coletados por elemento estrutural visto que não são todas as bibliografias consultadas que fazem esta separação.

A outra análise foi feita separando-se cada dado coletado pelo respectivo elemento estrutural (viga ou pilar), chamada neste trabalho de análise restritiva. Este tipo de análise é interessante uma vez que a laje do tipo pré-montada possui majoritariamente armaduras de vigas, que possui produtividade pior quando comparado com pilares e lajes.

4.1.1 Análise Geral

Separando os dados coletados para a mão-de-obra terceirizada (MOT) e calculando os indicadores de produtividade diário (RUPd) e cumulativo (RUPcum), chegou-se aos dados apresentados na tabela 9:

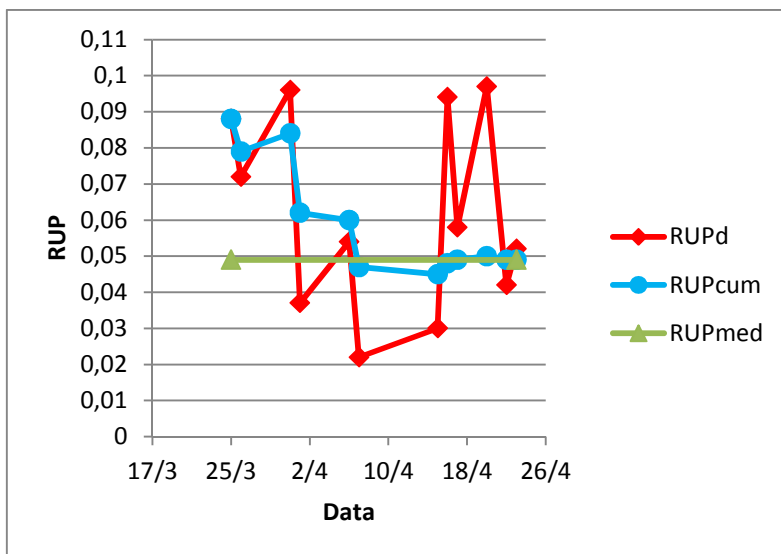
Tabela 9 - Dados coletados para MOT até pré-montagem e cálculo de indicadores

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUPcum (Hh/kg)	Elemento estrutural	Ø ≥ 16 mm (% de massa)	Anormalidades
25/03/2015	512,45	45	0,088	512,45	45	0,088	Viga	33,00%	Troca de empreiteiro
26/03/2015	625,42	45	0,072	1137,87	90	0,079	Pilar	65,50%	
31/03/2015	470,93	45	0,096	1608,8	135	0,084	Pilar	28,30%	
01/04/2015	1460,04	54	0,037	3068,84	189	0,062	Pilar	49,84%	
06/04/2015	829,5	45	0,054	3898,34	234	0,060	Viga	27,00%	
07/04/2015	2088,82	45	0,022	5987,16	279	0,047	Viga	40,80%	
15/04/2015	888,15	27	0,030	6875,31	306	0,045	Viga	53,20%	
16/04/2015	477,19	45	0,094	7352,5	351	0,048	Viga	51,70%	
17/04/2015	828,13	48	0,058	8180,63	399	0,049	Pilar	82,50%	
20/04/2015	184,82	18	0,097	8365,45	417	0,050	Pilar	0,00%	Feriado facultativo
22/04/2015	1062,4	45	0,042	9427,85	462	0,049	Pilar	25,80%	
23/04/2015	871,44	45	0,052	10299,29	507	0,049	Viga	16,50%	

Fonte: Próprio autor

Na coleta de dados houve uma preocupação em separar o peso de aço pelo respectivo diâmetro, pois este é um fator influenciador da produtividade, conforme TCPO (2010). Por este motivo, criou-se a coluna de diâmetros maiores e iguais a 16 mm em porcentagem de massa.

Com a tabela 9 em mãos, plotou-se o gráfico da figura 32 para melhorar a visualização dos indicadores de produtividade:

Figura 32–Gráfico de RUPd e RUPcum da MOT até a pré-montagem

Fonte: Próprio autor

Cabe lembrar que, RUP de alto valor representa uma RUP pior e RUP de baixo valor representa uma RUP melhor. Ao serem analisados os três primeiros valores dos dias (25/03, 26/03, 31/03), percebe-se que são valores muito ruins, o que provavelmente, seja explicado pela troca do empreiteiro.

Há uma variação abrupta de produtividade do dia 16/04/2015, produção de armaduras de viga, para o dia 17/04/2015, produção de armaduras de pilar, pela variação de elemento estrutural que se produz de um dia para o outro, o que acarreta a uma alta variação de densidade de aço.

A RUPd relativa ao dia 20/04/2015 foi o pior valor encontrado para a mão-de-obra terceirizada. No entanto, acredita-se que o fato deste dia ser um feriado facultativo leva a uma maior desmotivação dos funcionários somado ao fato que é um dia em que foram produzidas armaduras de baixa densidade de aço, fator de produtividade que piora o indicador de produtividade do serviço de armação.

Para efeito de comparação será adotado o valor mediano da RUPcum, valor de estabilização usado por Araújo; Souza (1999). Portanto, RUPcum = 0,049 Hh/kg ou RUPcum = 49 Hh/t

Contudo, a análise de dados do presente trabalho de conclusão de curso foi feita até etapa de pré-montagem. Para chegar a um indicador de produtividade comparável a bibliografia existente falta adicionar o indicador de produtividade da etapa entre a pré-montagem até a montagem final. Para isto é apresentada a tabela de coleta de dados de montagem, coletados *in loco* (por pavimento ou ciclo) e apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Produtividade da MOT de montagem das armaduras nas fôrmas

Ciclo	QS (kg)	Hh cíclica	RUP cíclica (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum (Hh/kg)	RUP Cum	elemento estrutural
18/03 até 24/03	3457	180	0,052	3457	180	0,052	Viga
10/03 até 11/03	3065,5	56	0,018	6522,5	236	0,036	Pilar
02/04 até 02/04	3065,5	38,75	0,013	9588	274,75	0,029	Pilar
08/04 até 15/04	3457	270	0,078	13045	544,75	0,042	Viga
20/04 até 20/04	2095	22,5	0,011	15140	567,25	0,037	Pilar

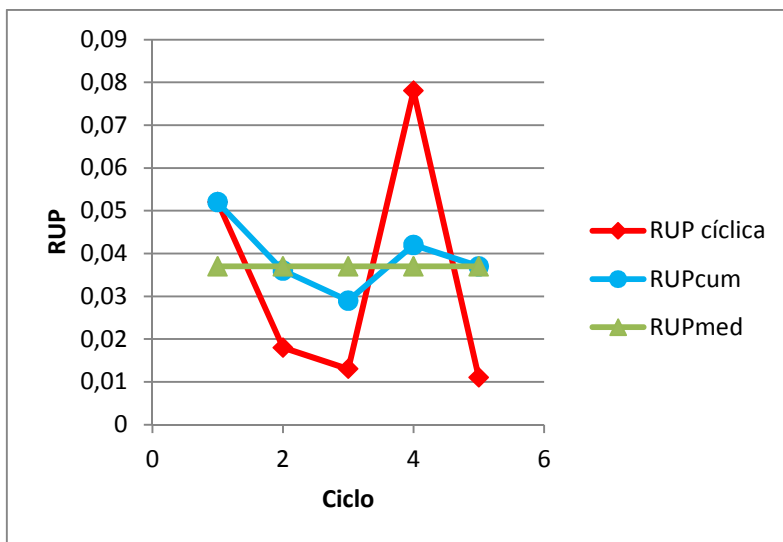
Fonte: Próprio autor

Ao se observar a produtividade cíclica, percebe-se que o primeiro ciclo, 18/03 até 24/03, obteve valor de produtividade ruim, o que pode estar associado à falta de planejamento das atividades diárias por parte do empreiteiro (inclusive levando à sua demissão, durante este mesmo ciclo).

Outro ciclo que também teve uma produtividade ruim foi o quarto ciclo, 08/04 até 15/04, o que pode ser atribuído ao constante retrabalho no serviço de armação, devido à ocorrência de problemas executivos, como por exemplo: falta de espaçamento de cobrimento das armaduras, vigas desalinhadas e a falta de barras de aço longitudinal e transversal nas vigas como pedia o projeto estrutural.

Plotando o gráfico, é possível visualizar melhor os pontos fora do usual, conforme figura 33:

Figura 33 - Gráfico de RUP_{cíclica} e RUP_{cum} da MOT para montagem



Fonte: Próprio autor

Para efeito de comparação vai ser adotado o valor mediano da RUP_{cum}, valor de estabilização usado para amenizar os picos de valores que acontecem na produtividade no serviço de armação para estruturas de concreto armado (ARAÚJO; SOUZA, 1999). Portanto, RUP_{cum} = 0,037 Hh/kg ou RUP_{cum} = 37 Hh/t.

Somando o indicador gerado até pré-montagem com o indicador gerado do serviço de montagem: RUP_{cum} = 0,049 + 0,037 = 0,086 Hh/kg. Com isto, a indicador de produtividade da central de armação para a mão-de-obra terceirizada na análise geral é RUP = 0,086Hh/kg ou RUP = 86 Hh/t.

4.1.2 Análise restritiva

O objetivo da análise restritiva é verificar a influência de cada elemento estrutural nos indicadores de produtividade (viga e pilar).

4.1.2.1 Análise de dados para viga

Separando os dados anteriores da mão-de-obra terceirizada (obra 1) somente para o elemento estrutural de viga constrói-se a seguinte tabela 11:

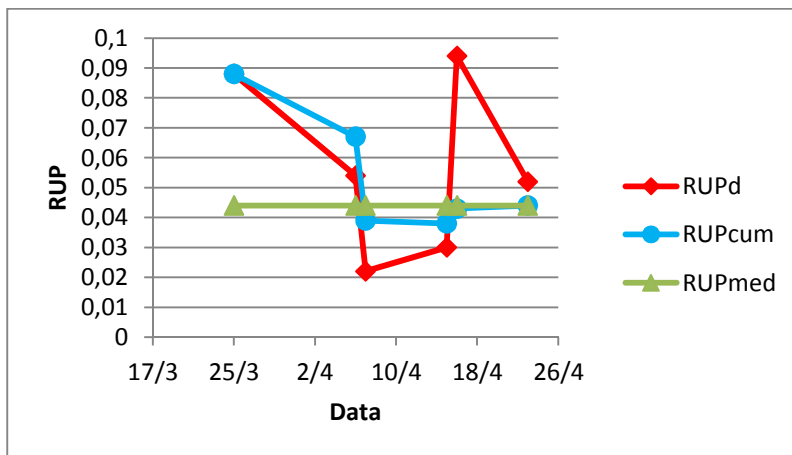
Tabela 11 - Dados coletados para MOT até pré-montagem e cálculo de indicadores para Viga

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUPcum (Hh/kg)	Elemento estrutural	$\emptyset \geq 16$ mm (% de massa)
25/03/2015	512,45	45	0,088	512,45	45	0,088	Viga	33,00%
06/04/2015	829,5	45	0,054	1341,95	90	0,067	Viga	27,00%
07/04/2015	2088,82	45	0,022	3430,77	135	0,039	Viga	40,80%
15/04/2015	888,15	27	0,030	4318,92	162	0,038	Viga	53,20%
16/04/2015	477,19	45	0,094	4796,11	207	0,043	Viga	51,70%
23/04/2015	871,44	45	0,052	5667,55	252	0,044	Viga	16,50%

Fonte: Próprio autor

Gerando gráfico para interpretação dos dados, conforme figura 34:

Figura 34 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOT até a pré-montagem para Vigas



Fonte: Próprio autor

O motivo para o primeiro dia, 25/03/2015, gerar um pico de produtividade está relacionado com a demissão do empreiteiro. Com isto, os funcionários tiveram que se readaptar ao estilo de execução da empresa Z.

O pior valor de produtividade, 16/04/2015, está relacionado com a baixa densidade de estribos e alta quantidade de estribos já que o projetista

estrutural escolhe por manter o diâmetro dos estribos em 6,3 mm e variar a quantidade de peças transversais, fatores influenciadores da produtividade que serão vistos adiante neste trabalho.

Para efeito de comparação vai ser adotado o valor mediano da RUPcum, valor de estabilização usado para amenizar os picos de valores que acontecem na produtividade no serviço de armação para estruturas de concreto armado (ARAÚJO; SOUZA, 1999). $RUP_{cum} = 0,044$ Hh/kg para pré-montagem de vigas.

Contudo, a análise de dados foi feita até etapa de pré-montagem. Para isto é apresentada a tabela de coleta de dados da montagem final de vigas:

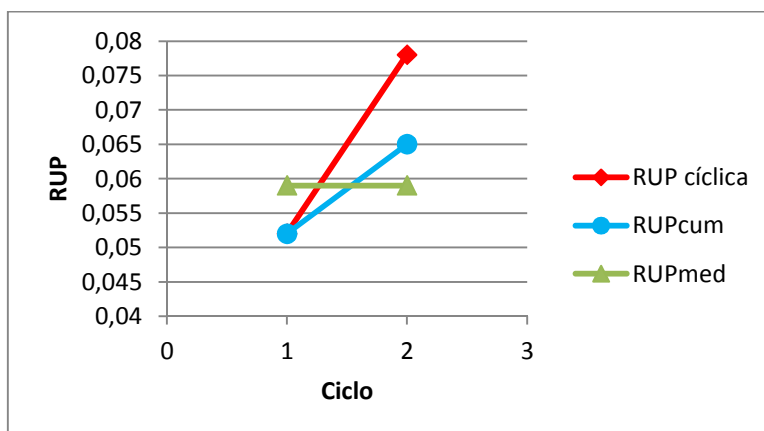
Tabela 12 - Dados coletados para MOT de montagem e cálculo de indicadores de Vigas

Ciclo	QS (kg)	Hh cíclica	RUP cíclica (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUP Cum (Hh/kg)	Elemento estrutural
18/03 até 24/03	3457	180	0,052	3457	180	0,052	Viga
08/04 até 15/04	3457	270	0,078	6914	450	0,065	Viga

Fonte: Próprio autor

Gerou-se o gráfico (figura 35) para melhor visualização dos dados da tabela 12:

Figura 35- Gráfico de RUP cíclica e RUPcum da MOT para montagem de Vigas



Fonte: Próprio autor

O valor mediano da $RUP_{cum} = 0,059Hh/kg$ para o serviço de montagem de vigas.

Com isto, a $RUP_{cum} = 0,044 + 0,059 = 0,103Hh/kg$ para o serviço de armação para vigas, do beneficiamento da barra ou fio até a montagem final da mão-de-obra terceirizada.

4.1.2.2 Análise de dados para pilar

Separando os dados somente para o elemento estrutural de pilar chega-se à seguinte tabela:

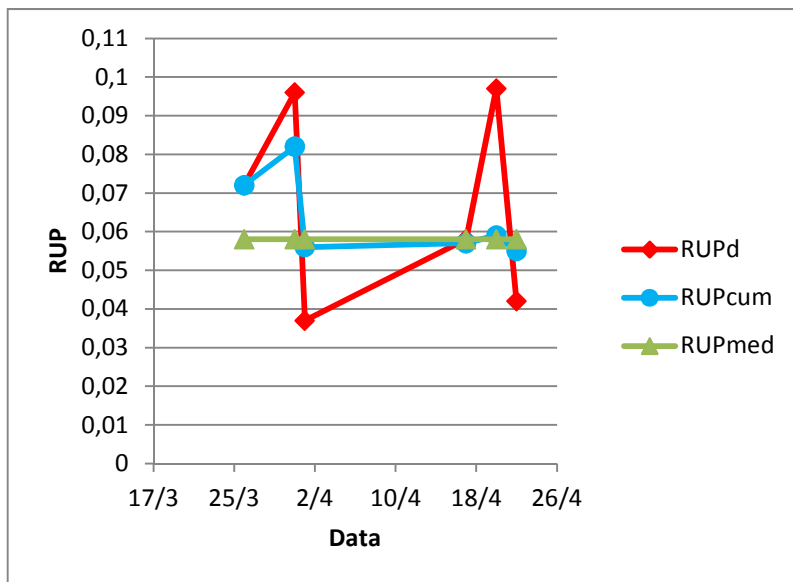
Tabela 13 - Dados coletados para MOT até pré-montagem e cálculo de indicadores para Pilar

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUPcum (Hh/kg)	Elemento estrutural	$\emptyset \geq 16$ mm (% de massa)
26/03/2015	625,42	45	0,072	625,42	45	0,072	Pilar	65,50%
31/03/2015	470,93	45	0,096	1096,35	90	0,082	Pilar	28,30%
01/04/2015	1460,04	54	0,037	2556,39	144	0,056	Pilar	49,84%
17/04/2015	828,13	48	0,058	3394,52	192	0,057	Pilar	82,50%
20/04/2015	184,82	18	0,097	3569,34	210	0,059	Pilar	0,00%
22/04/2015	1062,4	45	0,042	4631,74	255	0,055	Pilar	25,80%

Fonte: Próprio autor

Gerando o gráfico para interpretação dos dados, conforme figura 36:

Figura 36 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOT até a pré-montagem para Pilar



Fonte: Próprio autor

Pelo gráfico fica evidenciado que os valores de pico da RUPd ocorre quando a densidade de aço para aqueles dias, 31/03/2015 e 20/04/2015, são muito baixos o que mostra como a produtividade no serviço de armação é variável com a densidade do aço no dia da análise.

O valor da mediana da RUPcum=0,058Hh/kg para pré-montagem de pilar.

Contudo, a análise de dados foi feita até etapa de pré-montagem. Para isto é apresentada a tabela de coleta de dados de montagem final de pilares:

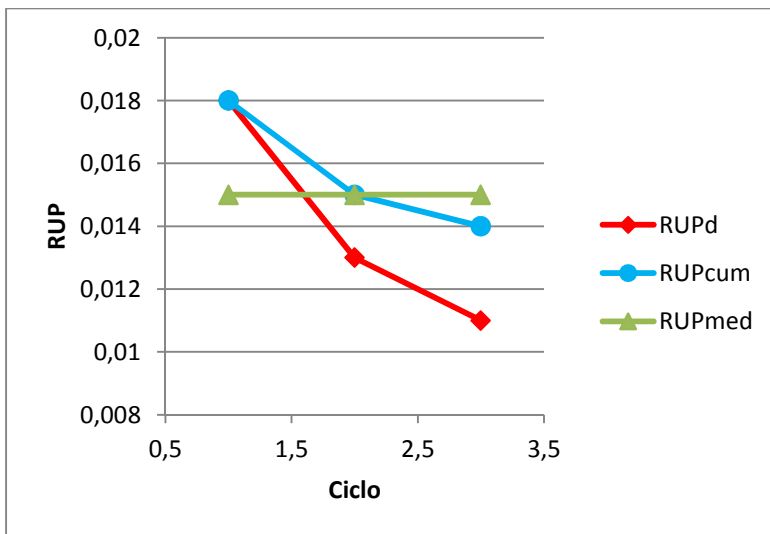
Tabela 14 -Dados coletados para MOT de montagem e cálculo de indicadores de **Pilar**

Ciclo	QS (kg)	Hh cíclica	RUP cíclica (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUP Cum (Hh/kg)	Elemento estrutural
10/03 até 11/03	3065,5	56	0,018	3065,5	56	0,018	Pilar
02/04 até 02/04	3065,5	38,75	0,013	6131	94,75	0,015	Pilar
20/04 até 20/04	2095	22,5	0,011	8226	117,25	0,014	Pilar

Fonte: Próprio autor

Gerou-se o gráfico (figura 37) dos dados contidos na tabela 14 para interpretar o gráfico:

Figura 37 - Gráfico de RUP cíclica e RUPcum da MOT para montagem de **Pilar**



Fonte: Próprio autor

O valor da mediana da RUPcum = 0,015Hh/kg para o serviço de montagem de pilar.

Com isto, a RUPcum = 0,058 + 0,015 = 0,073Hh/kg para o serviço de armação de aço para pilar da barra ou fio até a montagem final.

Para melhor visualização dos resultados obtidos para a mão-de-obra terceirizada, consultar o capítulo 5.2 (tabela 27).

4.2 ANÁLISE DOS DADOS DE PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA (MOP)

Para ser possível a análise dos dados, os mesmos foram separados pela atividade: corte e dobra, global e pré-montagem, para então, calcular as RUPs diárias e cumulativas e comparar com as bibliografias existentes. A fim de subsidiar a análise e comparação de dados de produtividade da mão-de-obra própria, faz-se necessário fazer algumas considerações sobre o que foi considerado nos levantamentos:

- O encarregado participa efetivamente na execução do serviço e já está contabilizado na tabela de coleta de dados (na central de armação);
- Não foi contabilizado o tempo de transporte horizontal (por caminhão) dos elementos estruturais da central de armação para o canteiro de obras;
- O sistema estrutural das obras executadas pela mão de obra própria (obra 2 e obra 3) era em estrutura de concreto armado reticulado, sendo as lajes em concreto armado com enchimento em bloco de concreto celular autoclavado;
- O transporte vertical de elementos estruturais será considerado o mesmo da obra 1, guincho de coluna motorizado, conforme figuras 30 e 31, pois não houve tempo hábil para coletar os dados para estas obras (transporte vertical com grua) a fim de permitir a comparação dos dados;
- A mão-de-obra própria estava executando armadura para blocos de fundação, para os primeiros pilares e para as primeiras vigas.

4.2.1 Indicador de produtividade global

Este indicador foi gerado pela soma da quantidade de serviço (kg de aço) das atividades de corte, dobra e pré-montagem, que foi quociente da multiplicação do total de horas e homens presentes na central de armação de cada dia, chamada neste trabalho de indicador de produtividade global, conforme equação 3:

$$RUP_{global} = \frac{(Homem \times hora)_{total}}{QS_{corte/dobra} + QS_{pré-montado}} \quad (3)$$

Esta medida foi adotada porque no início da coletada de dados (24/03/2015 até 09/04/2015) o levantamento da quantidade de serviço foi separado pelo tipo de serviço (corte, dobra e pré-montagem), mas não foram

coletadas as horas de serviço de corte e dobra separada das horas de serviço de pré-montagem para cada funcionário, e assim gerar indicadores de produtividade de corte mais dobra e pré-montagem.

Na tabela 15 estão apresentados os dados coletados e o cálculo dos indicadores de produtividade:

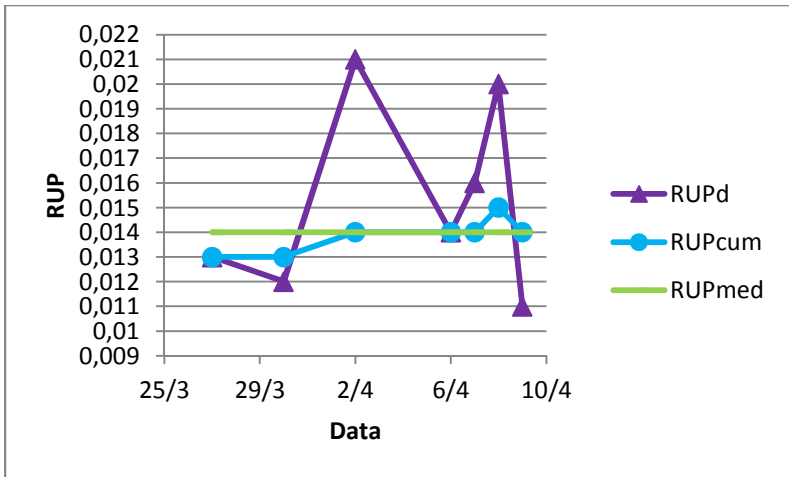
Tabela 15 - Dados coletados para MOP global até pré-montagem e cálculo de indicadores

Data	QS (kg)	Hh Diáno	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUPcum (Hh/kg)	Ø ≥ 16 mm (% de massa)	Anormalidade
27/03/2015	7149,8	93	0,013	7149,8	93	0,013	56,32%	
30/03/2015	8409,2	105	0,012	15559,0	198	0,013	72,68%	
02/04/2015	3302,1	70	0,021	18861,1	268	0,014	55,49%	
06/04/2015	5068,0	70	0,014	23929,1	338	0,014	63,06%	
07/04/2015	4434,6	70	0,016	28363,7	408	0,014	50,38%	
08/04/2015	3572,9	70	0,020	31936,6	478	0,015	49,45%	Falha de comunicação
09/04/2015	6088,4	70	0,011	38025,0	548	0,014	53,20%	

Fonte: Próprio autor

Produzindo o gráfico para melhor visualização dos dados gerados, conforme figura 38:

Figura 38 -Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP global até a pré-montagem



Fonte: Próprio autor

Há o valor de pico no dia 02/04/2015, porém não existe anormalidade escrita para este fato.

O segundo valor mais alto demonstrado pelo gráfico (08/04/2015) é correspondente à anormalidade anotada no dia da coleta: falta de entendimento e comunicação entre o encarregado de armação e um dos mestres de obras, por uma falha encontrada no projeto estrutural.

Para efeito de comparação foi adotado o valor mediano da RUPcum, valor de estabilização usado para amenizar os picos de valores que acontecem na produtividade no serviço de armação para estruturas de concreto armado (ARAÚJO; SOUZA, 1999). Portanto, o valor de RUPcum = 0,014 Hh/kg para a MOP até a pré-montagem.

As lajes produzidas pela mão-de-obra própria são de concreto armado com bloco de concreto celular autoclavado, porém serão consideradas como lajes de vigota protendida e tavela, pois não houve tempo hábil para coletar os dados de montagem deste sistema para estas obras. Com isto, o valor de produtividade de montagem será considerado igual ao da mão-de-obra terceirizada, que é 0,037 Hh/kg para montagem final na análise geral.

$RUP_{cum} = 0,014 + 0,037 = 0,051$ Hh/kg para a MOP da barra ou fio até a montagem final para a análise global.

4.2.2 Indicador de produtividade para o serviço de corte e dobra

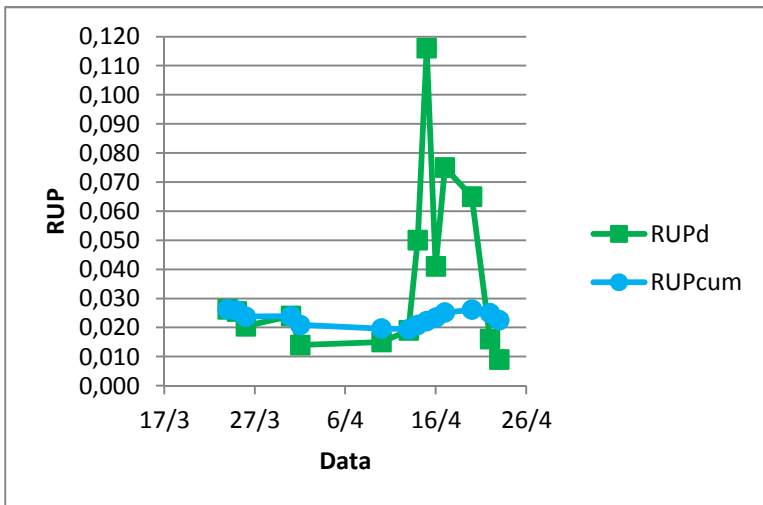
Separando os dados por mão-de-obra própria (MOP) e para atividade de corte e dobra chega-se às produtividades apresentadas na tabela 16:

Tabela 16 – Dados coletados para MOP e serviço de corte e dobra

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	Elemento estrutural	$\phi \geq 16$ mm (% de massa)	Anormalidades
24/03/2015	1668,05	43,75	0,026	Pilar	100%	-
25/03/2015	1718,59	43,75	0,025	Pilar	86,0%	-
26/03/2015	2139,41	43,75	0,020	Pilar	80,1%	-
31/03/2015	1441,22	35	0,024	Viga	90,5%	-
01/04/2015	3078,4	43,75	0,014	Viga	10,9%	-
10/04/2015	2616,02	38,75	0,015	Laje	0%	-
13/04/2015	2805,36	52,5	0,019	Laje	0%	-
14/04/2015	758,42	38,25	0,050	Viga	81,3%	-
15/04/2015	225,44	26,25	0,116	Pilar	58,8%	-
16/04/2015	1077,44	43,75	0,041	Pilar	87,1%	-
17/04/2015	617,7	46,5	0,075	Pilar	69,86%	-
20/04/2015	469,7	30,25	0,065	Pilar	60,5%	Feriado facultativo
22/04/2015	2238,65	35	0,016	Viga	58,0%	-
23/04/2015	3837,33	35	0,009	Viga	51,8%	-

Fonte: Próprio autor

Com a tabela 16 plota-se o gráfico (figura 39) para melhor análise de dados:

Figura 39 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para corte e dobra

Fonte: Próprio autor

As variações que ocorrem do dia 13/04/2015, 14/04/2015 e 15/04/2015 estão relacionados com variação de elemento estrutural que é executado de um dia para o outro (laje, viga e pilar, respectivamente). Vale lembrar que, esta variação de execução de elemento estrutural traz consigo a variação de densidade de aço.

Já a variação que ocorre do dia 16/04/2015 para o dia 17/04/2015 acontece pela variação de aço para um mesmo elemento estrutural (pilar), em que uma elevada densidade de aço gera melhores indicadores (16/04/2015) e baixas densidades de aço gera piores indicadores de produtividade (17/04/2015).

No dia 20/04/2015 há um valor de pico da RUPd e a anormalidade anotada é o feriado facultativo porque ficou evidente a falta de motivação dos funcionários para o trabalho somado ao fato que é um dia de baixa densidade de aço, o que gera piores indicadores de produtividade.

4.2.2.1 Indicador de produtividade para Laje

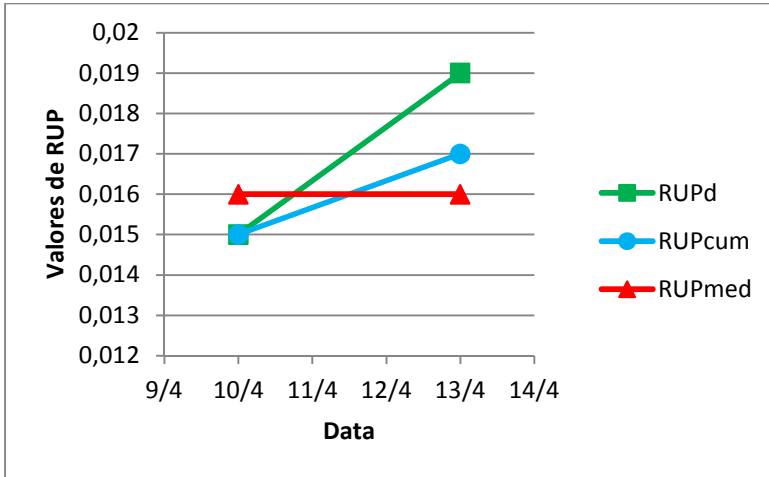
Como a TCPO (2010) separa os dados por elemento estrutural para o serviço de corte e dobra, o mesmo será feito neste trabalho para ser possível a comparação de dados, sendo o primeiro elemento escolhido a laje. Com isto, calcula-se os indicadores de produtividade diário (RUPd) e cumulativo (RUPcum), conforme tabela 17.

Tabela 17 – Cálculo de RUPd e RUPcum de Laje para MOP

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUP Cum (Hh/kg)	Ø ≥ 16 mm (% de massa)
10/04/2015	2616,02	38,75	0,015	2616,02	38,75	0,015	0%
13/04/2015	2805,36	52,5	0,019	5421,38	91,25	0,017	0%

Fonte: Próprio autor

Apresenta-se na forma de gráfico (figura 40) para melhor visualização:

Figura 40 – Gráfico de RUPd e RUPcum de Laje para MOP

Fonte: Próprio autor

O valor da mediana de RUPcum = 0,016 para o serviço de corte e dobra de aço para laje da mão-de-obra própria.

4.2.2.2 Indicador de produtividade para Pilar

Separando agora os dados para o serviço de corte e dobra de aço de pilar da mão-de-obra própria e efetuando o cálculo dos indicadores de produtividade diário (RUPd) e cumulativo (RUPcum), chega-se a seguinte tabela:

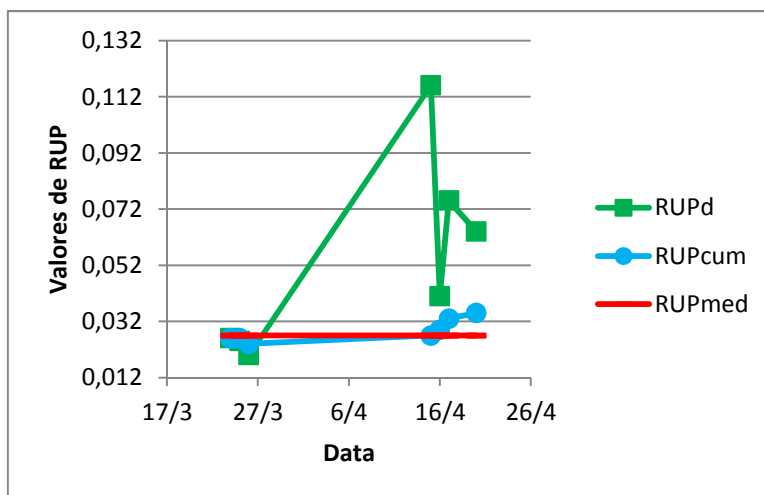
Tabela 18 - Cálculo de RUPd e RUPcum de Pilar para MOP

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUP Cum (Hh/kg)	$\phi \geq 16$ mm (% de massa)
24/03/2015	1668,05	43,75	0,026	1668,05	43,75	0,026	100%
25/03/2015	1718,59	43,75	0,025	3386,64	87,5	0,026	86%
26/03/2015	2139,41	43,75	0,020	5526,05	131,25	0,024	80,10%
15/04/2015	225,44	26,25	0,116	5751,49	157,5	0,027	58,80%
16/04/2015	1077,44	43,75	0,041	6828,93	201,25	0,029	87,10%
17/04/2015	617,7	46,5	0,075	7446,63	247,75	0,033	69,86%
20/04/2015	469,7	30,25	0,064	7916,33	278	0,035	60,50%

Fonte: Próprio autor

Produz-se o gráfico (figura 41) para melhorar a visualização dos dados:

Figura 41 – Gráfico de RUPd e RUPcum de Pilar para MOP



Fonte: Próprio autor

O valor mediano de RUPcum = 0,027 para o serviço de corte e dobra de aço para pilar da mão-de-obra própria.

4.2.2.3 Indicador de produtividade para viga

Separando os dados para o serviço de corte e dobra de viga da mão-de-obra própria e calculando os indicadores de produtividade diário (RUPd) e cumulativo (RUPcum), chega-se a seguinte tabela:

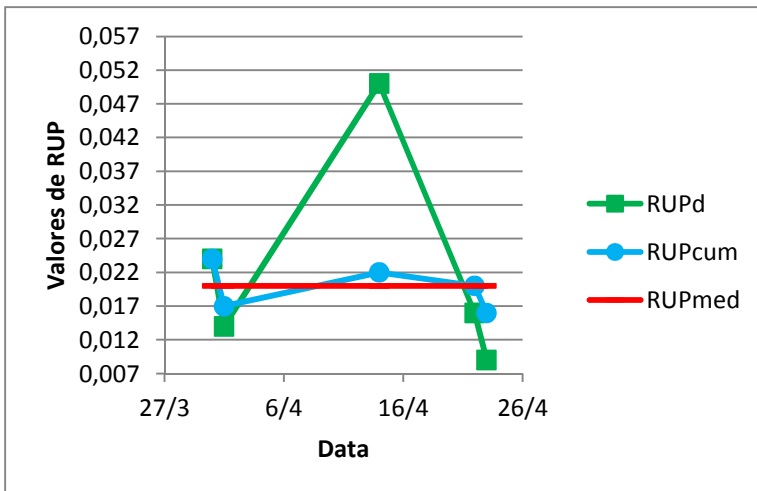
Tabela 19 – RUPd e RUPcum de Viga para MOP

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUP Cum (Hh/kg)	$\varnothing \geq 16$ mm (% de massa)
31/03/2015	1441,22	35	0,024	1441,22	35	0,024	90,50%
01/04/2015	3078,4	43,75	0,014	4519,62	78,75	0,017	10,90%
14/04/2015	758,42	38,25	0,050	5278,04	117	0,022	81,30%
22/04/2015	2238,65	35	0,016	7516,69	152	0,020	58,00%
23/04/2015	3837,33	35	0,009	11354,02	187	0,016	46,50%

Fonte: Próprio autor

Plotando a tabela 18 para melhor análise de dados, conforme figura 42:

Figura 42 – Gráfico de RUPd e RUPcum de Viga para MOP



Fonte: Próprio autor

Os valores de pico de produtividade, 31/03/2015 e 14/04/2015, não respeitam a proporcionalidade de produtividade e densidade de aço, mas se deve ter cuidado já que neste trabalho o que consta é uma densidade total (aço

longitudinal mais aço transversal). E como já foi explanado, o projetista estrutural mantém uma baixa densidade e o que muda é a quantidade de estribos, provavelmente este deve ser o motivo de se ter indicadores ruins uma vez que são fatores influenciadores da produtividade.

O valor mediano de $RUP_{cum} = 0,020$ para o serviço de corte e dobra de aço para viga da mão-de-obra própria.

4.2.3 Análise geral do indicador de produtividade para o serviço de pré-montagem

Com a coleta separada da quantidade de serviço, homens e horas somente para o serviço de pré-montagem da armação, gerou-se um indicador de produtividade exclusivamente para este processo, conforme tabela abaixo:

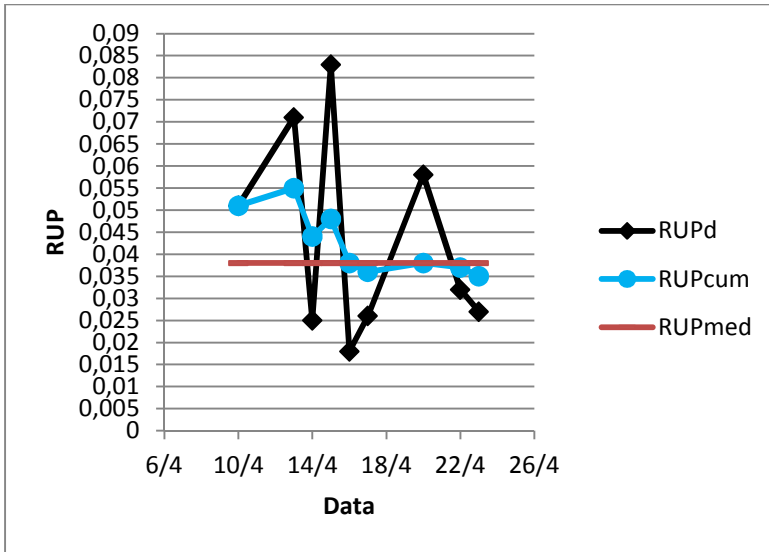
Tabela 20 – Dados coletados para MOP para o serviço de pré-montagem e cálculo de indicadores

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUPcum (Hh/kg)	Elemento estrutural	$\phi \geq 16$ mm (% de massa)	Anormalidade
10/04/2015	908,9	46,5	0,051	908,9	46,5	0,051	Viga	74,2%	
13/04/2015	245,38	17,5	0,071	1154,28	64,0	0,055	Pilar	0,0%	
14/04/2015	710,3	17,5	0,025	1864,58	81,5	0,044	Viga	81,7%	
15/04/2015	209,8	17,5	0,083	2074,38	99,0	0,048	Pilar	60,5%	
16/04/2015	999,15	17,5	0,018	3073,53	116,5	0,038	Pilar	88,10%	
17/04/2015	600,84	15,5	0,026	3674,37	132,0	0,036	Pilar	84,5%	
20/04/2015	450,5	26,25	0,058	4124,87	158,25	0,038	Pilar	60,8%	Feriado facultativo
22/04/2015	818,3	26,25	0,032	4943,17	184,5	0,037	Viga	64,4%	
23/04/2015	1614,4	43,75	0,027	6557,57	228,25	0,035	Viga	46,5%	

Fonte: Próprio autor

Plotando os dados no gráfico para melhor visualização e entendimento dos resultados obtidos, conforme figura 43:

Figura 43 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para o serviço de pré-montagem



Fonte: Próprio autor

Nos dias 10/04, 13/04, 14/04 e 15/04 ocorreram outros valores de pico da RUPd e não há anormalidades anotadas para estes dias, mas este fato pode ser justificado pela elevada alternância do elemento estrutural que se está executando em cada dia, o que causa uma variação de densidade de aço também.

No dia 20/04/2015 há um valor de pico da RUPd e a anormalidade anotada é o feriado facultativo porque ficou evidente a falta de motivação dos funcionários para o trabalho somado a baixa densidade de aço para o dia em questão.

Para efeito de comparação vai ser adotado o valor mediano da RUPcum, valor de estabilização usado para amenizar os picos de valores que acontecem na produtividade no serviço de armação para estruturas de concreto armado (ARAÚJO; SOUZA, 1999). Portanto, $RUPcum = 0,038$ para a MOP do processamento da barra de aço até a pré-montagem para a análise geral.

A RUP de montagem da mão-de-obra própria será considerada igual à RUP de montagem da mão-de-obra terceirizada, aproximação necessária porque não houve tempo hábil para a coleta de dados para as obras 2 e 3. Portanto, $RUPcum = 0,037$ Hh/kg para montagem final na análise geral.

Com isto, $RUP_{cum} = 0,038 + 0,037 = 0,075Hh/kg$ para a MOP do processamento da barra ou fio até a montagem final.

4.2.3.1 Análise restritiva do indicador de produtividade para pilar

Separando os dados somente para os pilares, obtém-se a tabela 7:

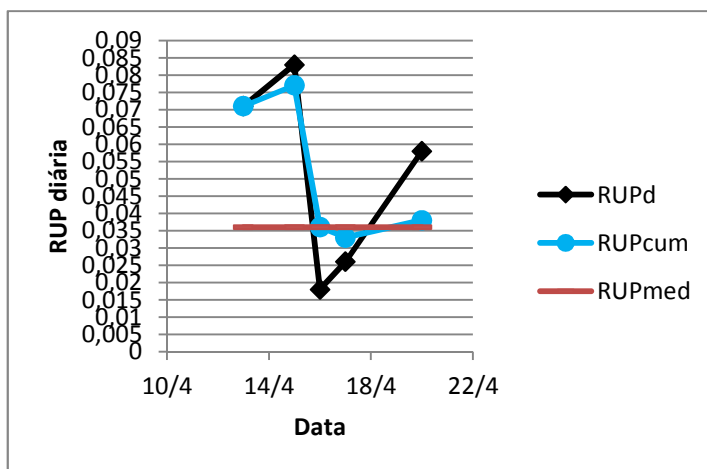
Tabela 21 -Dados coletados para MOP para o serviço de pré-montagem e cálculo de indicadores para Pilar

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUPcum (Hh/kg)	Elemento estrutural	$\emptyset \geq 16$ mm (% de massa)	Anormalidade
13/04/2015	245,38	17,5	0,071	1154,28	64,0	0,071	Pilar	0,0%	
15/04/2015	209,8	17,5	0,083	2074,38	99,0	0,077	Pilar	60,5%	
16/04/2015	999,15	17,5	0,018	3073,53	116,5	0,036	Pilar	88,10%	
17/04/2015	600,84	15,5	0,026	3674,37	132,0	0,033	Pilar	84,5%	
20/04/2015	450,5	26,25	0,058	4124,87	158,25	0,038	Pilar	60,8%	Feriado facultativo

Fonte: Próprio autor

Plotando os dados no gráfico para melhor visualização e entendimento dos resultados obtidos, conforme figura 44:

Figura 44 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para o serviço de pré-montagem de Pilar



Fonte: Próprio autor

Pelo gráfico somente para o serviço de execução de pilar, pode-se observar que a variação de valores ocorre principalmente pela alta variação da densidade de aço visto que nos dias 13/04/2015 e 15/04/2015 ocorrem indicadores de produtividade ruins devido à baixa densidade de aço, 16/04/2015 e 17/04/2015 são dias de bons indicadores de produtividade porque há alta densidade de aço e o dia 20/04/2015 volta a ficar ruim o indicador de produtividade pela baixa densidade de aço.

O valor mediano de $RUP_{cum} = 0,036 \text{ Hh/kg}$ para o serviço de pré-montagem da MOP para pilar.

A RUP de montagem da mão-de-obra própria será considerada igual à RUP de montagem da mão-de-obra terceirizada, aproximação necessária porque não houve tempo hábil para a coleta de dados das obras 2 e 3. Portanto, $RUP_{cum} = 0,015 \text{ Hh/kg}$ para o serviço de montagem final de pilar.

$RUP_{cum} = 0,036 + 0,015 = 0,051 \text{ Hh/kg}$ para a MOP da barra ou fio até a montagem final.

4.2.3.2 Análise restritiva do indicador de produtividade para viga

Separando os dados somente para as vigas, obtém-se a seguinte tabela:

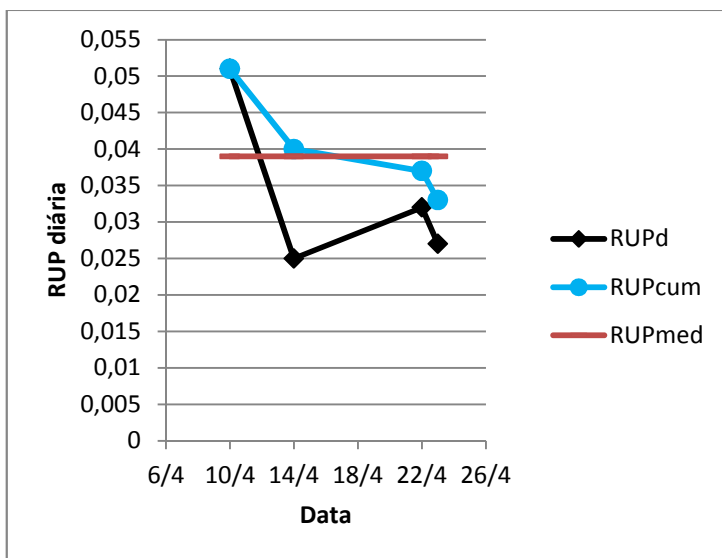
Tabela 22 -Dados coletados para MOP para o serviço de pré-montagem e cálculo de indicadores para Viga

Data	QS (kg)	Hh Diário	RUPd (Hh/kg)	QS Cum	Hh Cum	RUPcum (Hh/kg)	Elemento estrutural	$\phi \geq 16 \text{ mm}$ (% da massa)	Anormalidade
10/04/2015	908,9	46,5	0,051	908,9	46,5	0,051	Viga	74,2%	
14/04/2015	710,3	17,5	0,025	1864,58	81,5	0,040	Viga	81,7%	
22/04/2015	818,3	26,25	0,032	4943,17	184,5	0,037	Viga	64,4%	
23/04/2015	1614,4	43,75	0,027	6557,57	228,25	0,033	Viga	46,5%	

Fonte: Próprio autor

Plotando os dados no gráfico para melhor visualização e entendimento dos resultados obtidos, conforme figura 45:

Figura 45 - Gráfico de RUPd e RUPcum da MOP para o serviço de pré-montagem de Viga



Fonte: Próprio autor

O valor mediano de RUPcum = 0,039 para o serviço de pré-montagem de aço de vigas.

A RUP de montagem da mão-de-obra própria será considerada igual à RUP de montagem da mão-de-obra terceirizada, aproximação necessária porque não houve tempo hábil para a coleta de dados das obras 2 e 3. Portanto, RUPcum = 0,059 Hh/kg para o serviço de montagem final de viga.

$RUPcum = 0,039 + 0,059 = 0,98Hh/kg$ para a MOP da barra ou fio até a montagem final das vigas.

Para melhor visualização dos resultados obtidos para a mão-de-obra própria, consultar o capítulo 5.4 (tabela 32).

5 COMPARAÇÃO DAS RUPS OBTIDAS COM OUTROS AUTORES

Os dados serão comparados com três bibliografias separadamente para a mão-de-obra própria e terceirizada. Para então, escrever as considerações finais da análise de dados.

5.1 CONSIDERAÇÕES DAS BIBLIOGRAFIAS EXISTENTES

Os dados serão comparados com três bibliografias: TCPO (2010), Araújo; Souza (1999) e Kotzias (2011).

5.1.1 TCPO (2010) - manual orçamentário

“O esforço da mão-de-obra, nesse caso, é despendido nas atividades de corte e dobramento das peças da armadura, além das relativas à pré-montagem e montagem final da estrutura”. (TCPO, 2010, p.175).

As figuras 46, 47 e 48 são as faixas de produtividade apresentadas pela TCPO (2010) para comparação de dados.

Figura 46 – Armação dos **pilares**, produtividade dos operários (Hh/t)



Fonte: (TCPO, 2010, p. 175)

Figura 47 - Armação das **vigas**, produtividade dos operários (Hh/t)



Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

Figura 48 – Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t)

Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

Na TCPO (2010) também se encontra uma tabela que indica os principais fatores influenciadores da produtividade no serviço de armação, conforme tabela a seguir.

Tabela 23 – Fatores influenciadores da produtividade no serviço de armação

Diâmetro das barras longitudinais elevado	Diâmetro das barras longitudinais pequeno
Quantidade de peças transversais da armadura não muito elevada	Grande quantidade de peças transversais
Diâmetro elevado das peças transversais	Diâmetro baixo das peças transversais.
Facilidade de descarregamento do aço pré-cortado/dobrado	Condições não favoráveis para o descarregamento
Há pré-montagem de armadura em central na obra	Montagem é toda no local final da armadura
Proximidade entre locais de estocagem e de processamento	Locais de estocagem e de processamento distantes
Equipamento de transporte vertical adequado (grua e minigrua)	Equipamento de transporte vertical não favorável
Há possibilidade de realocação de armadores durante dias ociosos do ciclo	Equipe fixa durante o ciclo
Paga-se tarefa atraente	Trabalho sem incentivo
Organização do local de corte e dobramento	Local do corte e dobra desorganizado
Máquinas de corte e dobra eficientes	Equipamentos de corte e dobra deficientes
Serviço em condições favoráveis: Ciclos curtos; poucos retrabalhos; fatores climáticos favoráveis; baixa rotatividade de; operários satisfeitos.	Serviço em condições desfavoráveis: ciclos longos; muito retrabalho; fatores climáticos desfavoráveis; alta rotatividade de; operários insatisfeitos

Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

Na TCPO (2010) há também uma tabela para produtividade (valores medianos) de corte e dobra de elementos para a armadura de estrutura de concreto armado produzidas em obra, conforme tabela 24.

Tabela 24 – Indicadores para o serviço de corte e dobra

Componente	Unidade	Produtividade
Pilar	Hh/t	8
Viga	Hh/t	17
Laje	Hh/t	10
Escada	Hh/t	20

Fonte: TCPO (2010, p. 177).

5.1.2 Estudo de produtividade no serviço de armação na cidade de São Paulo desenvolvido por Araújo; Souza (1999).

Este é um trabalho feito pelo convênio firmado entre o departamento de engenharia civil da EPUSP, o SECOVI-SP e oito construtoras do estado de São Paulo (ARAÚJO; SOUZA, 1999).

O trabalho realizado pelos professores Ubiraci Espenelli Lemes de Souza e Luís Otávio Cocito de Araújo (1999) será interessante para comparar a produtividade da mão-de-obra no serviço de armação da cidade de São Paulo em relação à cidade de Florianópolis.

Considerações feitas pelos autores:

- 305 dias úteis estudados (RUPd), o que se aproxima de uma média pois tem a maior probabilidade de estudar a edificação do início ao fim.
- Local: São Paulo
- Mão-de-obra terceirizada ou subempreitada
- Inclui-se encarregado quando participa do serviço
- Distinção de transporte vertical para cada obra
- Separação entre fornecimento do aço (barras ou pré-cortado mais pré-dobrado).

A tabela 25 apresenta os dados contidos nesta bibliografia:

Tabela 25 – Valores de RUP cumulativa para o serviço de armação com aço cortado/dobrado no canteiro

Fonte	RUP cumulativa (Hh/t)
SP 45	70
SP 62	100
SP 73	70

Fonte: (ARAÚJO; SOUZA, 1999, p. 9).

5.1.3 Trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011):

O trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011) será usado para comparar a mão-de-obra entre as empresas de uma mesma cidade, Florianópolis/SC.

Considerações do autor:

- Guincho motorizado de coluna;
- Laje protendida;
- Local: Florianópolis/SC;
- Mão-de-obra terceirizada;
- Fornecimento de aço em barras;
- Encarregado que participa do serviço;
- Estudo da armação do 13º pavimento, 14º pavimento e ático.

A tabela 26 apresenta os dados contidos nesta bibliografia:

Tabela 26 – Valor mediano das RUPcíclicas para o serviço de armação cortado/dobrado no canteiro

Elemento estrutural	Mediana RUPcíclicas por pavimento
Geral	36Hh/t
Laje	35Hh/t
Pilar	50Hh/t
Viga	27Hh/t

Fonte: Kotzias (2011)

5.2 MÃO-DE-OBRA TERCEIRIZADA

Neste trabalho obteve-se os seguintes resultados das medianas das RUPcum para mão-de-obra terceirizada, conforme tabela 27:

Tabela 27 - Valores de RUP cumulativa para o serviço de armação com aço cortado/dobrado em central da MOT

Elemento estrutural	RUP cumulativa (Hh/t)
Geral	86
Pilar	73
Viga	103

Fonte: Próprio autor

5.2.1 Análise Geral

Comparando primeiro com a TCPO (2010), conforme figura 49:

Figura 49 -Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t) - MOT



Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

O valor ultrapassou o máximo registrado na TCPO (2010) o que representa uma produtividade da mão-de-obra muito ruim, no entanto, deve-se observar que os dados são referentes somente aos elementos estruturais de viga e pilar, os quais possuem indicadores de produtividade piores quando comparado com a laje, portanto, este valor é de certo modo compreensível.

Comparando com demais bibliografias a RUP em Hh/t, com auxílio da tabela 28:

Tabela 28 – Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOT geral

Kotzias (2011)	Araújo; Souza (1999) SP 45 e SP 73	<u>Presente</u> <u>ICC - MOT</u>	Araújo; Souza (1999) SP 62
36 Hh/t	70 Hh/t	86 Hh/t	100 Hh/t

Fonte: Próprio autor

O resultado para a mão-de-obra terceirizada de modo geral deste trabalho de conclusão de curso fica em um resultado intermediário quando comparado com São Paulo, valores que se aproximam de uma média, mas é muito pior quando comparado com a mesma cidade (Florianópolis/SC). Lembrando que as bibliografias existentes também são mão-de-obra terceirizada.

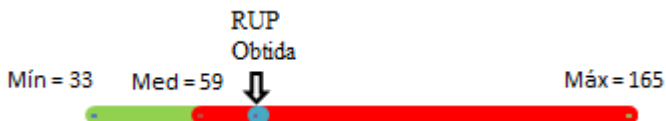
Porém, deve-se levar em conta que no trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011) foi analisado o serviço de armação do 13^o pavimento tipo, 14^o pavimento tipo e o ático, provavelmente há um efeito de aprendizado maior, além de que a laje é do tipo protendida.

Levando em conta que a mão-de-obra deste trabalho de conclusão de curso se encontrava nos primeiros pavimentos tipo (aprendizado menor), houve mudança do encarregado de armação e que a laje do tipo vigota protendida com tavela, o que exige uma alta demanda de vigas (produtividade pior) e uma baixa demanda de panos de laje (produtividade melhor) – o resultado se encontra num valor compreensível.

5.2.2 Análise restritiva para Pilar

Comparando com a TCPO (2010), conforme figura 50:

Figura 50 - Armação dos pilares, produtividade dos operários (Hh/t) – MOT



Fonte: (TCPO, 2010, p. 175)

Ao fazer a análise por elemento estrutural, o resultado obtido não é tão ruim quanto o anterior e chega próximo do valor tido como mediano pela TCPO (2010).

Comparando com as demais bibliografias a RUP em Hh/t, com auxílio da tabela 29:

Tabela 29 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Pilar

Kotzias (2011)	<u>Presente TCC - MOT</u>
50Hh/t	73Hh/t

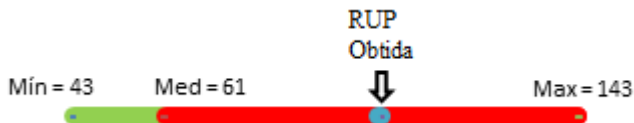
Fonte: (Próprio autor)

A comparação entre os resultados indica que o efeito de aprendizado pode ser importante nos indicadores de produtividade da mão-de-obra já que o trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011) foi analisado o serviço de armação do 13º pavimento, 14º pavimento e o ático e a mão-de-obra terceirizada do presente trabalho de conclusão de curso estava executando os primeiros pavimentos tipo.

5.2.3 Análise restritiva para Viga

Comparando com a TCPO (2010), conforme figura 51:

Figura 51 - Armação das vigas, produtividade dos operários (Hh/t) – MOT



Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

Mais uma vez, o resultado quando comparado somente por elemento estrutural, neste caso viga, não é tão ruim quanto visto de forma geral.

Comparando com as demais bibliografias a RUP em Hh/t, com auxílio da tabela 30:

Tabela 30 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Viga

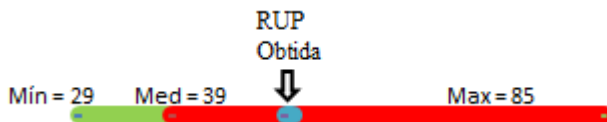
Kotzias (2011)	<u>Presente TCC - MOT</u>
23Hh/t	103Hh/t

Fonte: (Próprio autor)

Porém, quando comparado entre mesmas cidades e elemento estrutural, neste caso viga, o resultado é quase cinco vezes pior do que a bibliografia existente. O que pode indicar que no serviço de armação de vigas da mão-de-obra terceirizada deste trabalho não é tão boa, entretanto, deve-se ter cuidado já que o tipo de laje é diferente entre si e o efeito aprendizado na mão-de-obra estudada por Kotzias (2011) estava acentuado visto que o edifício estava na execução dos últimos pavimentos.

5.3 MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA PRODUTIVIDADE GLOBAL

O resultado obtido para este caso foi $RUP_{cum} = 51$ Hh/t ao comparar com a TCPO (2010), conforme figura 52:

Figura 52 - Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t) – MOP global

Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

O resultado para este caso já foi melhor que a mão-de-obra terceirizada deste trabalho, provavelmente: pela motivação de se trabalhar na empresa Z. Além de que, na MOP global há elementos que levam a uma produtividade melhor como a laje.

O valor obtido chegou perto do valor mediano da TCPO (2010) e provavelmente o resultado seria melhor se fosse considerado o sistema de transporte vertical do tipo grua e sistema executivo de laje do tipo CCA.

Pode-se ver na tabela 31 a comparação da RUP em Hh/t com a bibliografia:

Tabela 31 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP geral

Kotzias (2011)	<u>Presente TCC</u> <u>MOP Global</u>	Araújo; Souza (1999) SP 45 e SP 73	Presente TCC MOT	Araújo; Souza (1999) SP 62
36 Hh/t	51 Hh/t	70 Hh/t	86 Hh/t	100 Hh/t

Fonte: (Próprio autor)

O resultado para a mão-de-obra própria em central de armação é melhor do que a mão-de-obra terceirizada em central de armação e do que os dados de São Paulo, porém, quando comparado com Kotzias (2011) o resultado foi ligeiramente pior, mas não é significativa devido à aproximação de transporte vertical e do tipo de laje executada já comentada neste trabalho.

Somando-se ao fato que a obra em execução pela mão-de-obra própria está no subsolo ou nos primeiros pavimentos de garagem. Pavimentos que não são repetitivos e contem elementos estruturais que são de difícil execução como vigas de transição.

Ao contrário do trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011) que foi analisado o serviço de armação do 13º pavimento, 14º pavimento e o ático, o que leva a um efeito de aprendizado maior.

Pode-se concluir que a produtividade de aço em central de armação pela mão-de-obra própria alcançou valores esperados devido todas as considerações citadas.

5.4 MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA ANÁLISE GERAL E RESTRITIVA

Este trabalho obteve os seguintes resultados das medianas de RUPcum para mão-de-obra própria, conforme tabela 32:

Tabela 32 - Valores de RUP cumulativa para o serviço de armação com aço cortado/dobrado em central da MOP

Elemento estrutural	RUP cumulativa (Hh/t)
Geral	75
Pilar	51
Viga	98

Fonte: Próprio autor

5.4.1 Análise Geral

Comparando primeiro com a TCPO (2010), conforme figura 53:

Figura 53 - Armação de estrutura de concreto armado (Hh/t) – MOP geral



Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

O valor obtido está próximo do valor máximo registrado pela TCPO (2010), mas é justificável visto que os elementos estruturais são majoritariamente vigas e pilares o que realmente possuem uma produtividade da mão-de-obra pior quando comparado com os outros elementos estruturais como a laje. Além de que possui a aproximação já descrita neste trabalho de conclusão de curso.

Comparando com as demais bibliografias a RUP em Hh/t, com auxílio da tabela 33:

Tabela 33 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP geral

Kotzias (2011)	Araújo; Souza (1999) SP 45 e SP 73	<u>Presente TCC</u> <u>MOP Geral</u>	Presente TCC MOT	Araújo; Souza (1999) SP 62
36 Hh/t	70 Hh/t	73 Hh/t	86 Hh/t	100 Hh/t

Fonte: Próprio autor

Os valores da mão-de-obra própria geral deste trabalho são praticamente iguais aos mais baixos encontrados em São Paulo, mais baixos que a mão-de-obra terceirizada deste trabalho de conclusão de curso, no entanto, não é maior quando comparada com Kotzias (2011).

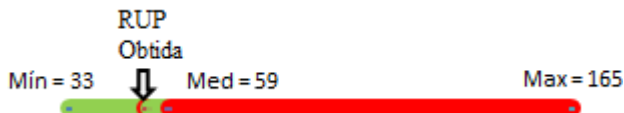
Entretanto, o trabalho de conclusão de curso de Kotzias (2011) foi analisado o serviço de armação do 13º pavimento, 14º pavimento e o ático, o que leva a um grande efeito de aprendizado dos funcionários.

Pode-se concluir que a produtividade de aço em central de armação pela mão-de-obra própria está num patamar esperado, principalmente devido inexistência de laje na composição dos dados.

5.4.2 Análise restritiva para Pilar

Comparando com a TCPO (2010), conforme figura 54:

Figura 54 - Armação dos pilares, produtividade dos operários (Hh/t) - MOP



Fonte: (TCPO, 2010, p. 175)

O resultado é coerente e esperado visto que neste caso o aço é de diâmetro elevado, o que leva a melhores valores de produtividade da mão-de-obra, e provavelmente seria ainda melhor se fosse considerado o transporte vertical e tipo de laje para esta mão-de-obra.

Comparando com as demais bibliografias a RUP em Hh/t, com auxílio da tabela 34:

Tabela 34 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Pilar

Kotzias (2011)	<u>Presente TCC</u> <u>- MOP</u>	Presente TCC - MOT
50 Hh/t	51Hh/t	73 Hh/t

Fonte: Próprio autor

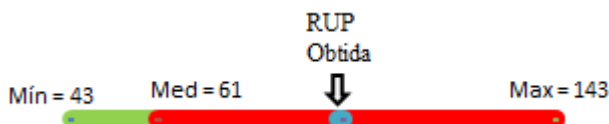
Os resultados são praticamente iguais a Kotzias (2011), porém neste caso os funcionários apresentavam maior efeito de aprendizado porque o estudo foi feito para o serviço de armação do 13º pavimento tipo, 14º pavimento tipo e o ático.

Entretanto, os resultados são melhores quando comparados com a mão-de-obra terceirizada o que é esperado, pois geralmente a mão-de-obra própria possui maior motivação para o trabalho.

5.4.3 Análise restritiva para Viga

Comparando com a TCPO (2010), conforme figura 55:

Figura 55 -Armação de vigas, produtividade dos operários (Hh/t) – MOP



Fonte: (TCPO, 2010, p. 176)

Pela TCPO (2010) e as condições já descritas neste trabalho (transporte vertical, tipo de laje executada para aproximação de cálculo) o resultado está em um patamar esperado, devido à dificuldade de execução de vigas do subsolo e garagem, vigas fora do padrão como as vigas de transição.

Comparando com as demais bibliografias a RUP em Hh/t, com auxílio da tabela 35:

Tabela 35 - Comparação de RUPs (Hh/t) entre bibliografias existentes com a MOP para Viga

Kotzias (2011)	<u>Presente TCC</u> <u>- MOP</u>	Presente TCC - MOT
23Hh/t	98 Hh/t	103 Hh/t

Fonte: Próprio autor

A mão-de-obra própria foi ligeiramente melhor que a mão-de-obra terceirizada do presente trabalho de conclusão de curso e muito pior que Kotzias (2011).

Entretanto, a comparação neste caso é complicada visto que a mão-de-obra própria executou vigas que não seguem um padrão, as quais são mais complexas de serem executadas, portanto, possui baixo efeito de aprendizado.

Já as vigas nos demais casos são vigas de pavimento tipo o que há um efeito de aprendizado e são menos complexas de serem executadas como vigas de transição.

5.5 MÃO-DE-OBRA PRÓPRIA; ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE CORTE E DOBRA

Comparando a produtividade da mão-de-obra para o serviço de corte e dobra com a TCPO (2010):

Tabela 36 - Comparação de RUPs (Hh/t) da MOP com a TCPO (2010) para o serviço de corte e dobra

Elemento estrutural	Presente TCC - MOP	TCPO (2010)
Pilar	27 (Hh/t)	8 (Hh/t)
Viga	20 (Hh/t)	17 (Hh/t)
Laje	16 (Hh/t)	10 (Hh/t)

Fonte: Próprio autor

Os valores de produtividade dos elementos estruturais de viga e laje se encontram próximos dos valores medianos da TCPO (2010), porém deveriam estar um pouco abaixo porque a mão-de-obra própria estava executando aço de diâmetro elevado o que leva a uma melhor produtividade, no entanto, deve-se levar em conta que por serem elementos estruturais fora do padrão apresentam baixo efeito de aprendizado da mão-de-obra o que leva a uma produtividade pior.

Já o valor do indicador de produtividade está fora da região esperada para o elemento estrutural e ao diâmetro do aço, que neste estudo é elevado.

5.6 Considerações finais sobre a análise dos dados

Com auxílio da tabela 23, conclui-se que na central de armação a empresa Z fornece condições favoráveis no ambiente de trabalho para que os funcionários atinjam uma boa produtividade no serviço de armação de estrutura de concreto armado como:

- Facilidade de descarregamento do aço pré-cortado/dobrado;
- Proximidade entre locais de estocagem e de processamento;
- Organização do local de corte e dobramento;
- Máquinas de corte e dobra eficientes;
- Fatores climáticos favoráveis, já que não há interferência climática porque o local é totalmente coberto e com área suficiente para todos os trabalhadores e serviços;
- Há pré-montagem de armadura em central na obra.

5.6.1 Mão-de-obra terceirizada

Com auxílio da tabela 23 conclui-se que a produtividade da mão-de-obra terceirizada obteve resultados inferiores quando comparados com outras bibliografias devido à:

- Equipe fixa durante o ciclo de trabalho;
- Equipamento de transporte vertical não favorável (Guincho de coluna);
- Trabalho sem incentivo;
- Muito retrabalho
- Alta rotatividade.

A figura 56 ilustrará melhor os fatores influenciadores da produtividade para a mão-de-obra terceirizada.

Figura 56 – Fatores influenciadores da mão-de-obra terceirizada

Diâmetro das barras longitudinais elevado	✓
✗	Grande quantidade de peças transversais
✗	Diâmetro baixo das peças transversais.
Facilidade de descarregamento do aço pré-cortado/dobrado	✓
Há pré-montagem de armadura em central na obra	✓
Proximidade entre locais de estocagem e de processamento	✓
✗	Equipamento de transporte vertical não favorável
✗	Equipe fixa durante o ciclo
✗	Trabalho sem incentivo
Organização do local de corte e dobramento	✓
Máquinas de corte e dobra eficientes	✓
✗	Serviço em condições desfavoráveis: ciclos longos; muito retrabalho; fatores climáticos desfavoráveis; alta rotatividade; operários insatisfeitos

Fonte: Adaptado de TCPO (2010)

5.6.2 Mão-de-obra própria

Com auxílio da tabela 23, observa-se que a produtividade da mão-de-obra obteve resultados superiores quando comparado com algumas bibliografias porque:

- Há possibilidade de realocação de armadores durante dias ociosos do ciclo;
- Baixa rotatividade;
- Operários satisfeitos.

A figura 57 ilustrará melhor os fatores influenciadores da produtividade para a mão-de-obra terceirizada.

Figura 57 – Fatores influenciadores da mão-de-obra própria

Diâmetro das barras longitudinais elevado	✓
✗	Grande quantidade de peças transversais
✗	Diâmetro baixo das peças transversais.
Facilidade de descarregamento do aço pré-cortado/dobrado	✓
Há pré-montagem de amadura em central na obra	✓
Proximidade entre locais de estocagem e de processamento	✓
Equipamento de transporte vertical adequado (grua e minigrua)	✓
Há possibilidade de realocação de armadores durante dias ociosos do ciclo	✓
✗	Trabalho sem incentivo
Organização do local de corte e dobramento	✓
Máquinas de corte e dobra eficientes	✓
Serviço em condições favoráveis: Ciclos curtos; poucos retrabalhos; fatores climáticos favoráveis; baixa rotatividade; operários satisfeitos.	✓

Fonte: Adaptado de TCPO (2010)

6 CONCLUSÃO

6.1 CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS

- Entender a forma de execução das armaduras para estrutura de concreto armado, do beneficiamento da barra ou fio até a montagem final do elemento estrutural (viga, laje, pilar), em uma central que fornece os elementos pré-montados para os canteiros de obras;

Este item foi cumprido conforme capítulo 3 e resumidamente nele consta o seguinte:

A empresa estudada fabrica as armaduras de forma atípica quando comparada com a maioria das empresas do Brasil. Porque a central de armadura da empresa Z escolhe por ter uma central de armação fixa e centralizada, que distribui as armaduras pré-montadas para todos os canteiros de obra, enquanto a maioria das outras construtoras escolhem por ter um posto de armação por obra.

A central de armação da empresa Z recebia o aço na forma de barras ou fios realizava o beneficiamento até a pré-montagem, neste estágio a armadura era transportada por caminhão até os canteiros de obra, onde as armaduras eram transportadas por guincho de coluna ou grua para o local de interesse, para realizar a montagem final.

- Levantar a produtividade na execução de armaduras na central de armação;

Foram levantados 21 dias úteis de dados, com auxílio das tabelas 6,7 e 8, e os levantamentos são encontrados no apêndice A, B e C deste trabalho para consulta. Nestes apêndices se encontram as horas, homens e quantidades de serviço levantadas diariamente na central de armação.

- Gerar indicadores de produtividade e comparar com outros autores e manuais orçamentários.

Depois de levantados os dados foram geradas as RUPs (indicadores de produtividade) que se encontram nas tabelas do capítulo 4, com gráficos e análise de dados. Com isto, as RUPs da mão-de-obra terceirizada e própria foram comparadas entre si e bibliografias existentes, que se encontram no capítulo 5 deste trabalho.

- Identificar os fatores influenciadores da produtividade no serviço de armação para estruturas de concreto armado;

Foram vistos durante todo trabalho os fatores influenciadores da produtividade, do capítulo 1 ao 5, sendo os principais deles:

No estudo do serviço de armação para estruturas de concreto armado verificou-se a devida limpeza e organização da central de armação, o que contribui para a produtividade da mão-de-obra, pois fornece locais adequados para se armazenar estribos (prateleiras com etiquetas de identificação) e as barras longitudinais (chão coberto de brita para não contaminar o material com solo).

O ambiente de trabalho também continha todo o maquinário necessário e em quantidade suficiente para todos os funcionários no canteiro de obras para conseguir uma pré-montagem adequada dos elementos estruturais (vigas, pilares e lajes) e fornecê-las o mais rapidamente aos canteiros de obra, além de conter cobertura (telhado) suficiente para abrigar a todos e assim a produtividade não ficar suscetível às intempéries.

Portanto, o espaço físico fornecia todas as condições para atingir uma alta produtividade, com isto, a variação da produtividade da central de armação é em maior parte ocasionado pelo fator humano (falta de motivação e alta rotatividade).

A logística no processo do serviço de armação era diferente para cada tipo de mão-de-obra e isto se deve ao fato que a mão-de-obra própria tinha a possibilidade de realocação dos funcionários com maior facilidade quando comparado com a mão-de-obra terceirizada, e a realocação dos trabalhadores é um fator que contribui para a produtividade no serviço de armação.

Como esperado, o diâmetro das barras é um fator influenciador da produtividade no serviço de armação, no entanto, não era esperado que os pavimentos tipos por conterem elementos estruturais repetitivos levassem a uma melhor produtividade e que os primeiros elementos estruturais como blocos e vigas de subsolo levassem a uma pior produtividade pela complexidade de execução dos mesmos.

6.2 SUGESTÃO PARA A EMPRESA

Testar novas tecnologias de execução de laje para identificar quais lajes possuem o melhor custo benefício no aproveitamento da mão-de-obra e materiais.

Como o diâmetro das peças transversais e a quantidade das mesmas mostrou-se um fator influenciador da produtividade que não está contribuindo

para a produtividade deve-se pedir para o projetista estrutural usar estribos com maior diâmetro porque isto leva a uma menor quantidade de estribos na estrutura. Com isto, a produtividade provavelmente melhorará.

6.3 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Para melhor entendimento da produtividade do serviço de armação é recomendado um estudo com mais dias úteis, e deste modo, compreender a variação de produtividade do início da superestrutura e a variação de produtividade do final da superestrutura e apontar de fato quais são os fatores influenciadores de cada fase da obra.

Outra questão a ser estudada é a produtividade no serviço de armação para cada tipo de laje, e assim, poder comparar dados que sejam os mais semelhantes possíveis.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2007, p.18.

_____. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 7481**: Tela de aço soldada – Armadura para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 1990.

_____. **NBR 10520**: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 14724**: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ARAUJO, Luís Otávio Cocito de. **Método para a proposição de diretrizes para a melhoria da produtividade da mão-de-obra na produção de armaduras**. São Paulo, 2005. 503p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de armação**. Artigo técnico. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho, 1º, Recife, 1999.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. São Carlos: EdUFSCAR, 3ª edição, 2012.

FREIRE, Tomás Mesquita. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações: caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo**. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 mar. 2015.

KOTZIAS, Rodrigo Vieira. **Análise da produtividade em serviços de execução de estruturas de concreto armado**. Florianópolis, 2011. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obra**. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SALIM NETO, Jamil José. **Diretrizes de projeto para melhorar a produtividade na montagem de componentes pré-cortados e pré-dobrados de aço para estruturas de concreto armado de edifícios**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da Mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo: PINI, 1ª edição, 2006.

SINAPI. Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil. Disponível em < <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi>>. Acesso em: 07 de abril de 2015.

TCPO. **Tabela de composições de preços para orçamentos**. São Paulo: PINI, 13ª edição, 2010.

APÊNDICE A – DADOS LEVANTADOS NO BENEFICIAMENTO DA BARRA ATÉ A FASE DE PRÉ-MONTAGEM

Data:	24/03/2015 (TER)
Observador:	Marcelo Euck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00-17:00
Número de armadores trabalhando no dia	05Moprópria
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
20	12	25	924,72	55,4%	Pilar
20	12	20	591,84	35,5%	Pilar
5	12	16	151,49	9,1%	Pilar
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/

Aço Pré-Montado				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	5
Hh =	43,75
Total de kg CD =	1668,048
Total de kg Pré-M. =	////

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	////
Total de homens =	////
Hh =	////
Total de kg Pré-M. =	////

Observações:

Data:	25/03/2015 (QUA)
Observador:	Marcelo Fuck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	05MãoPrópria+05MoTerceirizada
Anormalidade no horário de trabalho:	///////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
25	12	25	1155,9	67,3%	Pilar
17	12	16	321,912	18,7%	Pilar
10	12	12,5	115,56	6,7%	Pilar
5	12	10	37,02	2,2%	Pilar
30	12	6,3	88,2	5,1%	Pilar
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/

Aço Pré-Montado - MOT				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
V472	101,15	16	168,96	33,0%
V452	1,54	12,5	98,65	19,3%
V454	3,84	10	58,49	11,4%
V422	12,18	8	70,82	13,8%
V459	9,35	6,3	47,18	9,2%
V423	29,50	5	68,36	13,3%
V411	145,71	/	/	/
V440	101,15	/	/	/
V441	48,95	/	/	/
V418	3,14	/	/	/
V455	2,15	/	/	/
V424	22,75	/	/	/
V427	14,23	/	/	/
V419	12,18	/	/	/
V415	4,62	/	/	/
/	/	/	/	/

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	5
Hh =	43,75
Total de kg CD =	1718,592
Total de kg Pré-M =	///////

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-M =	512,45

Observações:

Data:	26/03/2015 (QUI)
Observador:	Marcelo Fyck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00-17:00
Número de armadores trabalhando no dia	05 Mão-própria + 05 Motorceirizada
Anormalidade no horário de trabalho:	//////////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
28	12	16	530,208	24,8%	Pilar
11	12	12,5	127,116	5,9%	Pilar
3	12	10	22,212	1,0%	Pilar
60	12	6,3	176,4	8,2%	Pilar
54	12	5	99,792	4,7%	Pilar
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/

Aço Pré-Montado - MOT				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
P7	36,7693	16	264,5044	42,3%
P6	36,7693	12,5	104,1581	16,7%
P3	48,199	10	32,38016	5,2%
P1	47,6617	8	0	0,0%
P12	62,6835	6,3	0	0,0%
P10	95,0282	5	79,17756	12,7%
P17	73,7633	/	/	/
P5	88,0972	/	/	/
P13	73,7633	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	5
Hh =	43,75
Total de kg CD =	2139,408
Total de kg Pré-M =	//////

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-M =	625,41824

Observações:

Data:	27/03/2015(Sex)	
Observador:	Marcelo Fuck	
Local:	Central de armação / Campinas / São José	
Horário de trabalho:	07:00~16:00	
Número de armadores trabalhando no dia	12 Mão-de-obra-própria	
Anormalidade no horário de trabalho:	/////	

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
/	/	20	1827,2	32,5%	Laje
/	/	16	894,8	15,7%	Laje
/	/	12,5	1257,6	22,4%	Laje
/	/	10	1450,4	25,8%	Laje
/	/	8	196,8	3,5%	Laje
/	/	6	4	0,1%	Laje
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/

Aço Pré-Montado - MOP				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
P1	41,88	25	898,98	58,8%
P2	28,08	20	318,80	20,9%
P3	69,05	16	96,64	6,3%
P7	520,77	12,5	21,61	1,4%
P16	441,86	10	0,00	0,0%
P20	427,38	8	74,44	4,9%
/	/	6,3	97,78	6,4%
/	/	5	20,76	1,4%
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/
/	/	/	/	/

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	7,75
Total de homens =	12
Hh =	93
Total de kg CD =	5620,80
Total de kg Mont. =	1529,02

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	/////
Total de homens =	/////
Hh =	/////
Total de kg Pré-M =	/////

Observações:

Data:	30/03/2015 (SEG)
Observador:	Marcelo Fuck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	12 Monrópica
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	% Massa	Estrut.
20	12	12,5	231,12	20,9%	
5	12	10	37,02	3,3%	
100	12	8	474	42,8%	
5	12	6,3	14,7	1,3%	
30	12	5	55,44	5,0%	

Aço Pré-Montado - MOP			
Estrutura	Ø (mm)	Massa (kg)	% Massa
Pilar	20	1481,2	20,3%
Pilar	16	925,36	12,7%
Pilar	12,5	225,39	3,1%
Pilar	10	59	0,8%
Pilar	8	635,56	8,7%
Pilar	6,3	368,22	5,0%
Pilar	5	197,24	2,7%

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	12
Hh =	105
Total de kg CD =	1108,2
Total de kg Pré-M =	7300,99

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	////
Total de homens =	////
Hh =	////
Total de kg Pré-M =	////

Observações:

Data:	31/03/2015 (TER)		
Observador:	Marcelo Euck		
Local:	Central de armação / Campinas / São José		
Horário de trabalho:	07:00~17:00		
Número de armadores trabalhando no dia	04 MoE + 05 MoT		
Anormalidade no horário de trabalho:	////		

Aço Cortado e Dobrado - MOP						
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø		Massa (kg)	%	Estrut.
		(mm)	(kg)			
9	12	25	416,124	28,9%	Viga-estrutura laje	
30	12	20	887,76	61,6%		
5	12	10	37,02	2,6%		
10	12	8	47,4	3,3%		
18	12	6,3	52,92	3,7%		

Aço Pré-Montado - MOT					
Peça	Massa (kg)	Ø		Massa (kg)	%
		(mm)	(kg)		
P9	124,23	25	0,00	0,0%	
P27	24,99	20	0,00	0,0%	
P29	24,84	16	133,31	28,3%	
P25	49,75	12,5	78,10	16,6%	
P21	58,05	10	133,57	28,4%	
P14	44,79	8	0,00	0,0%	
P16	44,79	6,3	35,36	7,5%	
P28	24,99	5	90,59	19,2%	
P30	24,84				
P31	24,84				
P32	24,84				

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	4
Hh =	35
Total de kg CD =	1441,224
Total de kg Mont. =	

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-M =	470,93

Observações:

Data:	01/04/2015 (QUA)
Observador:	Marcelo Fyck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00-17:00
Número de armadores trabalhando no dia	05 MoB + 06 MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
/	/	16	336	10,9%	Laje
/	/	12,5	846,4	27,5%	Laje
/	/	10	864,8	28,1%	Laje
/	/	8	900	29,2%	Laje
/	/	5	131,2	4,3%	Laje

Aço Pré-Montado - MOT						
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%		
Pilar	/	20	185,8	12,7%		
	/	16	228,17	15,6%		
	/	12,5	243,74	16,7%		
	/	10	24,05	1,6%		
	/	8	0	0,0%		
	/	6,3	127,82	8,8%		
	/	5	121,23	8,3%		
	/	/	/	/	/	
	V400	88,49	25	169,53	11,6%	
	V404	3,47	20	68,06	4,7%	
V414	437,27	16	76,14	5,2%		
		12,5	28,70	2,0%		
		10	36,03	2,5%		
		8	46,26	3,2%		
		6,3	38,10	2,6%		
		5	66,40	4,5%		

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	5
Hh =	43,75
Total de kg CD =	3078,4
Total de kg Pré-M =	

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	6
Hh =	54
Total de kg Pré-M =	1460,04

Observações:

Data:	02/04/2015(Qui)
Observador:	Marcelo Fuck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	08MoB
Anormalidade no horário de trabalho:	Identificado falha de projeto vigas

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
38	12	20	1124,50	42,3%	Viga / Laje
23	12	16	265,79	10,0%	
37	12	12,5	273,95	10,3%	
54	12	10	399,82	15,0%	
116	12	8	549,84	20,7%	
15	12	6,3	44,10	1,7%	

Aço Pré-Montado - MOP				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
V54	367,27	25	0,00	0,0%
V67	167,513	20	425,98	66,1%
V70	109,36	16	16,10	2,5%
		12,5	42,18	6,5%
		10	111,09	17,2%
		8	48,80	7,6%
		6,3	0,00	0,0%
		5	0,00	0,0%

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	8
Hh =	70
Total de kg CD =	2657,99
Total de kg Pré-M =	644,14

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	
Total de homens =	
Hh =	
Total de kg Pré-M =	

Observações:

Data:	06/02/2015 (SEG)	
Observador:	Marcelo Euck	
Local:	Central de armação / Campinas / São José	
Horário de trabalho:	07:00-17:00	
Número de armadores trabalhando no dia	08 MoB + 05 MoT	
Anormalidade no horário de trabalho:	////	

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø	Massa	%	Estrut.
		(mm)	(kg)		
		25	0	0,0%	
41	12	20	1213,27	42,6%	Laje
26	12	16	492,34	17,3%	Laje
37	12	12,5	427,57	15,0%	Laje
32	12	10	236,93	8,3%	Laje
33	12	8	156,42	5,5%	Laje
107	12	6,3	314,58	11,0%	Laje
4	12	5	7,39	0,3%	Laje

Aço Pré-Montado - MOP					
Peça	Massa (kg)	Ø	Massa	%	
		(mm)	(kg)		
V236	1173,81	25	325,96	14,7%	
V237	778,31	20	1078,71	48,6%	
V238	55,9584	16	85,53	3,9%	
V340	211,36	12,5	197,87	8,9%	
		10	38,41	1,7%	
		8	456,15	20,6%	
		6,3	36,83	1,7%	
MOT		MOT			
V401	39,87	25	0,00	0,0%	
V403	43,9	20	328,96	39,7%	
V405	43,9	16	143,31	17,3%	
V406	60,28	12,5	65,04	7,8%	
V407	59,84	10	32,24	3,9%	
V408	59,84	8	90,47	10,9%	
V409	215,32	6,3	129,41	15,6%	
V410	215,32	5	40,06	4,8%	
V432	65,9				
V444	25,33				

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	8
Hh =	70
Total de kg CD =	2848,5
Total de kg Pré-M =	2219,45

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-M =	829,50

Observações:

Data:	07/04/2015(TER)
Observador:	Marcelo Fuck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	03MoD + 05MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP						
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.	
	12	25	0	0,00%	Viga + Laje	
14	12	20	414,288	14,43%		
42	12	16	795,312	27,70%		
67	12	12,5	774,252	26,97%		
70	12	10	518,28	18,05%		
34	12	8	161,16	5,61%		
21	12	6,3	61,74	2,15%		
79	12	5	145,992	5,09%		
/	/	/	/	/		/
/	/	/	/	/		/
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	
/	/	/	/	/	/	

Aço Pré-Montado - MOP				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
V210	6,2634	25	0,00	0,0%
V208	202,879	20	833,71	53,3%
V202	159,501	16	190,69	12,2%
V215	479,833	12,5	147,90	9,5%
V207	14,267	10	45,02	2,9%
V214	7,5106	8	97,08	6,2%
V218	174,157	6,3	242,21	15,5%
V234	21,19	5	6,94	0,4%
V235	497,95			
Viga	MOT		MOT	
		25	136,718	6,5%
		20	325,224	15,6%
		16	391,3411	18,7%
		12,5	239,1119	11,4%
		10	282,8685	13,5%
		8	218,9433	10,5%
	6,3	240,9291	11,5%	
	5	253,6823	12,1%	

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	8
Hh =	70
Total de kg CD =	2871,024
Total de kg Pré-M =	1563,55

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-M =	2088,82

Observações:

Data:	08/04/2015 (Qua)	
Observador:	Marcelo Eyck	
Local:	Central de armação / Campinas / São José	
Horário de trabalho:	07:00-17:00	
Número de armadores trabalhando no dia	08MoP	
Anormalidade no horário de trabalho:	Falha de comunicação entre mestres	

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
36	12	20	1065,31	34,8%	Viga
8	12	16	113,616	3,7%	Viga
40	12	12,5	462,24	15,1%	Viga
52	12	10	385,008	12,6%	Viga
66	12	8	312,84	10,2%	Viga
130	12	6,3	382,2	12,5%	Viga
34	12	5	62,832	2,1%	Viga

Aço Pré-Montado - MOP				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
V201	188,49	20	202,47	39,6%
		16	107,78	21,1%
		12,5	23,80	4,7%
		10	51,12	10,0%
		8	0,00	0,0%
		6,3	126,23	24,7%
		5	0,00	0,0%

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	8
Hh =	70
Total de kg CD =	3061,464
Total de kg Pré-M =	511,39

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	////
Total de homens =	////
Hh =	////
Total de kg Pré-M =	////

Observações:

Data:	09/04/12(Qui)	
Observador:	Marcelo Euck	
Local:	Central de armação / Campinas / São José	
Horário de trabalho:	07:00-17:00	
Número de armadores trabalhando no dia	08MOP/ 1 pela manhã	
Anormalidade no horário de trabalho:	Falha na comunicação entre os mestres	

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
18	12	20	532,656	23,4%	Viga
42	12	16	795,312	35,0%	Viga
11	12	12,5	127,116	5,6%	Viga
24	12	10	177,696	7,8%	Viga
50	12	8	237	10,4%	Viga
128	12	6,3	376,32	16,6%	Viga
14	12	5	25,872	1,1%	Viga

Aço Pré-Montado - MOP				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
		20	1038,54	27,2%
		16	621,79	16,3%
		12,5	293,31	7,7%
		10	448,42	11,7%
		8	473,32	12,4%
		6,3	633,25	16,6%
		5	56,84	1,5%

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	8
Hh =	70
Total de kg CD =	2271,972
Total de kg Pré-M =	3816,46

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	///
Total de homens =	///
Hh =	///
Total de kg Pré-M =	///

Observações:

Data:	10/04/2015(Sex)
Observador:	Marcelo Fuchs
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~16:00
Número de armadores trabalhando no dia	11 MoP / 5 CD + 6 Mont
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
	12	25		0,0%	Laje
	12	20	0	0,0%	Laje
	12	16	0	0,0%	Laje
26	12	12,5	300,456	11,5%	Laje
157	12	10	1162,43	44,4%	Laje
156	12	8	739,44	28,3%	Laje
15	12	6,3	44,1	1,7%	Laje
200	12	5	369,6	14,1%	Laje

Aço Pré-Montado - MOP					
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	
		25	0	0,0%	
		20	519,96	57,2%	
		16	154,9	17,0%	
Viga		12,5	116,17	12,8%	
		10	48,71	5,4%	
		8	7,2	0,8%	
		6,3	37	4,1%	
		5	25	2,8%	

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	7,75
Total de homens =	10
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	2616,024
Total de kg Pré-M =	908,94

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	///
Total de homens =	///
Hh =	///
Total de kg Pré-M =	///

Observações:

Data:	13/04/2015(SEG)
Observador:	Marcelo Euck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	08Mop
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
	12	25	0	0,0%	Laje e Bloco
	12	20	0	0,0%	
	12	16	0	0,0%	
40	12	12,5	462,24	16,5%	
157	12	10	1162,43	41,4%	
156	12	8	739,44	26,4%	
47	12	6,3	138,18	4,9%	
164	12	5	303,072	10,8%	

Aço Pré-Montado - MOP				
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%
P307	32,5478	25	0,00	0,0%
P308	32,5478	20	0,00	0,0%
P303	45,0707	16	0,00	0,0%
P304	45,0707	12,5	152,23	62,0%
P319	45,0707	10	81,00	33,0%
P320	45,0707	8	0,00	0,0%
		6,3	0,00	0,0%
		5	12,15	5,0%

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	8
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	2805,36
Total de kg Pré-Mo =	245,38

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	///
Total de homens =	///
Hh =	///
Total de kg Pré-Mo =	///

Observações:

Data:	14/03/2015(TER)
Observador:	Marcelo Fyck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00-17:00
Número de armadores trabalhando no dia	03MOP/3 Saíram depois do meio dia
Anormalidade no horário de trabalho:	

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
8	12	25	369,888	48,8%	Viga
	12	20	0	0,0%	Viga
13	12	16	246,168	32,5%	Viga
12	12	12,5	138,672	18,3%	Viga
	12	10	0	0,0%	Viga
	12	8	0	0,0%	Viga
	12	6,3	0	0,0%	Viga
2	12	5	3,696	0,5%	Viga

Aço Pré-Montado - MOP					
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	
VE 07	710,334	25	338,18	47,6%	
		20	0,00	0,0%	
		16	242,54	34,1%	
		12,5	127,66	18,0%	
		10	0,00	0,0%	
		8	0,00	0,0%	
		6,3	0,00	0,0%	
		5	1,96	0,3%	

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	8
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	758,424
Total de kg Pré-M =	710,33

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	///
Total de homens =	///
Hh =	///
Total de kg Pré-M =	///

Observações:

Data:	15/04/2015(QUA)
Observador:	Marcelo Fuck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	05MoD+03MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP						
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.	
		25	0	0,0%	Pilar	
		20	0	0,0%		
3	12	16	132,552	58,8%		
5	12	12,5	57,78	25,6%		
		10	0	0,0%		
		8	0	0,0%		
		6,3	0	0,0%		
19	12	5	35,112	15,6%		
/	/	/	/	/		/

Aço Pré-Montado - MOP					
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	
P303	36,3532	25	0,00	0,0%	Pilar
P304	36,3532	20	0,00	0,0%	
P307	32,1926	16	126,87	60,5%	
P308	32,1926	12,5	49,31	23,5%	
P309	36,3532	10	0,00	0,0%	
P320	36,3532	8	0,00	0,0%	
		6,3	0,00	0,0%	
		5	33,62	16,0%	
MOT		MOT			
V414	437,266	25	169,532	19,1%	Pilar
V423	29,5033	20	249,5592	28,1%	
V464	210,689	16	53,4153	6,0%	
V448	210,689	12,5	147,3988	16,6%	
		10	31,4053	3,5%	
		8	80,09415	9,0%	
		6,3	52,283	5,9%	
		5	104,4613	11,8%	

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	5
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	225,444
Total de kg Pre-M =	209,80

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	0
Total de homens =	3
Hh =	27
Total de kg Pre-M =	888,15

Observações:

Data:	16/04/2015(QUI)
Observador:	Marcelo Fuchs
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	02 MoB + 05 MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	///

Aço Cortado e Dobrado						
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.	
						8
9	12	20	266,328	24,7%		
16	12	16	302,976	28,1%		
2	12	12,5	23,112	2,1%		
12	12	10	88,848	8,2%		
		8	0	0,0%		
		6,3	0	0,0%		
14	12	5	25,872	2,4%		
/	/	/	/	/	/	

Aço Pré-Montado						
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.	
						VE8
P32	41,9222	20	237,38	23,8%		
P35	54,6889	16	302,91	30,3%		
P38	15,2693	12,5	12,33	1,2%		
P38	80,8625	10	81,79	8,2%		
P32	50,8483	8	0,00	0,0%		
P35	80,8625	6,3	0,00	0,0%		
		5	24,67	2,5%		
/	/	/	/	/	/	
		25	125,45	26,3%		
		20	0,00	0,0%		
		16	121,43	25,4%		
		12,5	59,03	12,4%		
		10	44,89	9,4%		
		8	48,41	10,1%		
		6,3	61,61	12,9%		
		5	16,37	3,4%		

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	2
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	1077,024
Total de kg Pré-M =	999,15

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-M =	477,19

Observações:

Data:	17/04/2015(Sex)
Observador:	Marcelo Fyck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00-16:00
Número de armadores trabalhando no dia	08 MoB + 06 MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa		Estrut.
			(kg)	%	
6	12	25	277,416	35,80	Pilar
3	12	20	207,144	26,73	Pilar
3	12	16	56,808	7,33	Pilar
3	12	12,5	34,668	4,47	Pilar
		10	0	0,00	Pilar
		8	0	0,00	Pilar
6	12	6,3	17,64	2,28	Pilar
13	12	5	24,024	3,10	Pilar
/	/	/	/	/	/

Aço Pré-Montado - MOP					
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa		%
			(kg)	%	
P35	80,8625	25	273,64	45,5%	
P30	157,719	20	205,32	34,2%	
P28	41,028	16	46,71	7,8%	
P38	40,4312	12,5	34,28	5,7%	
P33	96,6149	10	0,00	0,0%	
P32	50,8483	8	0,00	0,0%	
P31	133,341	6,3	17,42	2,9%	
		5	23,47	3,9%	
MOT		MOT			
P1	P13	25	0,00	0,0%	
P9	P17	20	326,70	39,5%	
P11	P23	16	356,15	43,0%	
P6	P26	12,5	39,06	4,7%	
P7	P24	10	0,00	0,0%	
P8	P25	8	0,00	0,0%	
P12		6,3	55,23	6,7%	
P10		5	50,99	6,2%	

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	7,75
Total de homens =	8
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	617,7
Total de kg Pré-M =	600,84

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	8
Total de homens =	6
Hh =	48
Total de kg Pré-M =	828,13

Observações:

Data:	20/04/2015(SEG)
Observador:	Marcelo Fyck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	01 MoB + 02 MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	

Aço Cortado e Dobrado - MOP						
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.	
		25	0	0,0%	Pilar	
		20	0	0,0%		
15	12	16	284,04	60,5%		
5	12	12,5	57,78	12,3%		
6	12	10	44,424	9,5%		
6	12	8	28,44	6,1%		
3	12	6,3	8,82	1,9%		
25	12	5	46,2	9,8%		
/	/	/	/	/		/

Aço Pré-Montado - MOP					
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	
P23	82,1614	25	0,0	0,0%	MOT
P39	209,579	20	0,0	0,0%	
P40	54,894	16	273,9	60,8%	
P1	33,616	12,5	54,9	12,2%	
P2	26,7297	10	41,3	9,2%	
P3	43,492	8	26,2	5,8%	
		6,3	8,2	1,8%	
		5	46,0	10,2%	
P14	44,79	25	0,00	0,0%	MOT
P19	56,20	20	0,00	0,0%	
P20	83,83	16	0,00	0,0%	
		12,5	136,70	74,0%	
		10	0,00	0,0%	
		8	0,00	0,0%	
		6,3	0,00	0,0%	
		5	48,12	26,0%	

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	3
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	469,704
Total de kg Pré-M =	450,5

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	2
Total de homens =	9
Hh =	18
Total de kg Pré-M =	184,82

Observações:

Data:	22/04/2015(QUA)
Observador:	Marcelo Euck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00-17:00
Número de armadores trabalhando no dia	07 MoR+05 MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	////

Aço Cortado e Dobrado - MOP					
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.
3	12	25	138,708	6,2%	Viga
20	12	20	591,84	26,4%	
30	12	16	568,08	25,4%	
14	12	12,5	161,784	7,2%	
58	12	10	429,432	19,2%	
29	12	8	137,46	6,1%	
48	12	6,3	141,12	6,3%	
38	12	5	70,224	3,1%	
/	/	/	/	/	/

Aço Pré-Montado - MOP				
Peça	Massa	Ø (mm)	Massa	%
	(kg)		(kg)	
V300	188,151	25	0,0	0,0%
V302	491,659	20	282,6	34,5%
VCO	138,502	16	244,8	29,9%
4				
		12,5	0,0	0,0%
		10	137,0	16,7%
		8	38,6	4,7%
		6,3	92,0	11,2%
		5	23,3	2,8%
MOT		MOT		
Pilares = 20 Vigas = 3		25	0	0,0%
		20	4,3	0,4%
		16	269,9132	25,4%
		12,5	250,24	23,6%
		10	210,6078	19,8%
		8	16,36683	1,5%
	6,3	110,7312	10,4%	
	5	200,2366	18,8%	

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	3
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	2238,648
Total de kg Pré-MO =	818,3

Observações:

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	0
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-MO =	1062,40

Data:	23/04/2015(QUI)
Observador:	Marcelo Fuck
Local:	Central de armação / Campinas / São José
Horário de trabalho:	07:00~17:00
Número de armadores trabalhando no dia	09 MoB+ 05 MoT
Anormalidade no horário de trabalho:	///

Aço Cortado e Dobrado - MOP						
Nº de barras	Compr. Barra (m)	Ø (mm)	Massa (kg)	%	Estrut.	
VC38	1292,647	25	0	0,0%	Viga	
VC28	404,3013	20	1876,9	48,9%		
VC37	1347,465	16	111,344	2,9%		
VC9	792,9171	12,5	616,821	16,1%		
		10	83,4431	2,2%		
		8	1148,83	29,9%		
		6,3	0	0,0%		
		5	0	0,0%		
/	/	/	/	/		/

Aço Pré-Montado - MOP						
Peça	Massa (kg)	Ø (mm)	Massa (kg)	%		
V327	302,85	25	132,2	8,2%	Vigas = 11	
V330	338,58	20	297,8	18,4%		
V345	59,87	16	321,6	19,9%		
V300	202,70	12,5	152,5	9,4%		
V301	96,26	10	285,9	17,7%		
V302	614,16	8	97,2	6,0%		
		6,3	281,1	17,4%		
		5	46,1	2,9%		
MOT		MOT				
		25	0,00	0,0%		
		20	333,50	0,0%		
		16	93,28	16,5%		
		12,5	78,70	26,9%		
		10	67,05	16,2%		
		8	89,24	2,1%		
		6,3	164,77	25,3%		
		5	44,87	12,9%		

Mão-de-Obra própria	
Horas trabalhadas =	8,75
Total de homens =	9
Hh =	Nova tabela
Total de kg CD =	3837,33068
Total de kg Pré-M =	1614,4

Observações:

Mão-de-Obra Terceirizada	
Horas trabalhadas =	9
Total de homens =	5
Hh =	45
Total de kg Pré-M =	871,44

APÊNDICE B – COLETA DA SEPARAÇÃO DE HORAS POR SERVIÇO EXECUTADO POR HOMEM

Data: 13/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Cesário	8,75	
Jeferson		8,75
Rafael	8,75	
Fredimar	8,75	
Lorival	8,75	
Valtair	8,75	
Vilmar		8,75
Roberto	8,75	

Observações:

Data: 14/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Cesário	8,75	
Jeferson		8,75
Rafael	4	
Fredimar	4	
Lorival	8,75	
Valtair	4	
Vilmar		8,75
Roberto	8,75	

Observações:

Data: 15/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Vilmar		8,75
Cesário	8,75	
Jeferson		8,75
Lorival	8,75	
Roberto	8,75	

Observações:

Data: 16/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Cesário	8,75	
Jeferson		8,75
Rafael	8,75	
Valtair	8,75	
Lorival	8,75	
Roberto	8,75	
Vilmar		8,75

Observações:

Data: 17/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Cesário	7,75	
Jeferson		7,75
Rafael	7,75	
Fredimar	7,75	
Valtair	7,75	
Vilmar		7,75
Lorival	7,75	
Roberto	7,75	

Observações:

Data: 20/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Cesário	8,75	
Jeferson		8,75
Fredimar		8,75
Valtair	4	
Vilmar		8,75
Lorival	8,75	
Roberto	8,75	

Observações:

Data: 22/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Cesário	8,75	
Jeferson		8,75
Fredimar		8,75
Valtair	8,75	
Vilmar		8,75
Lorival	8,75	
Roberto	8,75	

Observações:

Data: 23/04/2015

Local da Coleta: Central de armação / São José

Responsável pela coleta: Roberto

Funcionário	Horas Cortando e Dobrando	Horas Pré-Montando
Cesário	8,75	
Jeferson		8,75
Rafael		8,75
Fredimar		8,75
Valtair	8,75	
Vilmar		8,75
Lorival	8,75	
Roberto	8,75	
João		8,75

Observações:

APÊNDICE C – COLETA DE DADOS PARA ETAPA ENTRE A PRÉ-MONTAGEM E MONTAGEM

Mão-de-obra:	Terceirizada
Estrutura:	Viga
Número de trabalhadores:	5
Data de início:	18/03/2015
Horário de início:	07:00
Data de término:	24/03/2015
Horário de término:	17:00
Quantidade total de serviço:	3457 kg
Saída de algum trabalhador?	Não
Quantidade total de horas:	36
Observações:	23 feriado de Florianópolis

Mão-de-obra:	Terceirizada
Estrutura:	Pilar
Número de trabalhadores:	4
Data de início:	10/03/2015
Horário de início:	07:00
Data de término:	11/03/2015
Horário de término:	12:00
Quantidade total de serviço:	3065,5 kg
Saída de algum trabalhador?	Não
Quantidade total de horas:	14
Observações:	

Mão-de-obra:	Terceirizada
Estrutura:	Pilar
Número de trabalhadores:	5
Data de início:	02/04/2015
Horário de início:	07:00
Data de término:	02/04/2015
Horário de término:	15:45
Quantidade total de serviço:	3065,5 kg
Saída de algum trabalhador?	Não
Quantidade total de horas:	7,75
Observações:	

Mão-de-obra:	Terceirizada
Estrutura:	Viga
Número de trabalhadores:	5
Data de início:	08/04/2015
Horário de início:	07:00
Data de término:	15/04/2015
Horário de término:	17:00
Quantidade total de serviço:	3457 kg
Saída de algum trabalhador?	Não
Quantidade total de horas:	54
Observações:	Retrabalhos

Mão-de-obra:	Terceirizada
Estrutura:	Viga
Número de trabalhadores:	3
Data de início:	20/04/2015
Horário de início:	07:00
Data de término:	20/04/2015
Horário de término:	15:30
Quantidade total de serviço:	2095 kg
Saída de algum trabalhador?	Não
Quantidade total de horas:	7,5
Observações:	