



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

WERLLEY TARGINO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DOS ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA NO SERVIÇO
DE ARMAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – LAJES, VIGAS E
PILARES**

Campina Grande - PB

2017

WERLLEY TARGINO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DOS ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA NO SERVIÇO
DE ARMAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – LAJES, VIGAS E
PILARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Campina Grande como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Prof. M.Sc. Macel Wallace Queiroz Fernandes.

Campina Grande - PB

2017

WERLLEY TARGINO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DOS ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA NO SERVIÇO
DE ARMAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – LAJES, VIGAS E
PILARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal do Campina Grande como requisito
parcial à obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil.

Campina Grande, 25 de agosto de 2017

Banca Examinadora

Orientador: Prof. M.Sc. Macel Wallace Queiroz Fernandes

Examinador Externo: Prof. M.Sc. Ádney José Duarte de Souza

Examinador Interno: Prof. D.Sc. Marcos Antônio de Souza Simplício

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, nosso Pai, por estar sempre presente em minha vida, me dando saúde, iluminando meus caminhos e revigorando minhas forças para seguir em frente. Sem Ele, que esteve à frente de todas as decisões tomadas nessa trajetória, eu não teria chegado até aqui.

Aos meus pais, Ubirlene Targino e Raniel Martins, por sempre acreditar e torcer pelo meu sucesso, e dar todo o suporte financeiro e emocional durante esses 5 anos de curso.

Aos meus irmãos, Ranielisson Targino e Jarlany Vasconcelos, e todos os demais familiares que sempre me incentivaram e me deram palavras de apoio, me ajudando bastante a manter o foco e ir em busca dos meus objetivos.

Meus agradecimentos aos amigos Carlos, Cleydson, Flávia, Giordano, Ivna, Laís, Luã e Thyago, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Aos meus professores e mestres, da Universidade Federal de Campina Grande, que compartilharam todo o conhecimento possível e foram grandes responsáveis pelo êxito na minha caminhada acadêmica.

Aos engenheiros responsáveis pelas obras estudadas, que abriram às portas para que a pesquisa fosse realizada em seu campo de trabalho.

A todos que contribuíram de alguma forma para esse trabalho, o meu muito obrigado!

RESUMO

O processo de orçamentação de obras empregado por pequenas e médias empresas normalmente utilizam, em suas composições de custos, índices de consumo retirado das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) da Editora PINI. Tais índices geralmente são baseadas nas características das empresas construtoras que atuam nas regiões sul e sudeste, bem como nos recursos naturais disponíveis nestas regiões, não abrangendo, as técnicas construtivas e a disponibilidade de mão de obra, material e equipamentos de outras regiões. Nesse cenário, tendem a surgir diferenças entre os custos orçados e o efetivo consumo no canteiro de obras, em orçamentos elaborados nas demais regiões do país. Este trabalho objetiva apresentar uma análise da produtividade da mão de obra no serviço de armação em lajes, vigas e pilares de concreto armado, fazendo uma comparação dos índices de mão de obra coletados em obras da cidade de Campina Grande – PB, com os previstos na TCPO 14. Para o estudo foram escolhidas duas obras, na fase de superestrutura, onde foram coletados dados do serviço executado e das horas trabalhadas, sendo assim possível calcular a produtividade e realizar uma análise de custos de mão de obra. De posse dos valores de campo, foi realizada uma comparação com as composições de custos presentes no TCPO 14 para o serviço de armação. Os resultados dessa análise específica indicam que o serviço executado na obra possui uma produtividade bem superior aos indicados na TCPO 14. Concluiu-se, a partir disto, que as empresas estudadas não estão tendo prejuízos com a mão de obra nesses serviços. Porém, se houver um investimento maior na medição da produtividade no canteiro de obras, é possível obter dados, que retratem mais fielmente a realidade da obra e da empresa, a partir de índices de mão de obra próprios, já que foi observada grande variação em relação ao TCPO 14.

Palavras-Chave: Mão de obra, Produtividade, Orçamento, RUP, Composição de Custos.

ABSTRACT

The budgeting process used by small and medium-sized construction companies usually uses consumption indexes drawn from the Table of Price Compositions for Budgets (TCPO, by the abbreviation in Portuguese) in their cost compositions. These indexes are generally based on the characteristics of the construction companies operating in the South and Southeast regions of Brazil, as well as, on the natural resources available in these regions not covering construction techniques and the availability of labor, material and equipment from other regions. In this scenario, differences between the budgeted costs and the actual consumption at the construction site tend to appear in budgets elaborated in the other regions of the country. This research aims to present an analysis of labor productivity in the framework service in slabs, beams and pillars made of reinforced concrete comparing labor indexes collected in constructions at the city of Campina Grande - PB, with those foreseen in TCPO 14. For the study, two constructions in the superstructure phase were chosen, then data about performed service and worked hours were collected making it possible to calculate the productivity and perform an analysis of labor costs. With field values, a comparison was made with the cost compositions present in TCPO 14 for the framework service. The results of this specific analysis indicate that the service performed at the construction site has a well superior productivity than those indicated in TCPO 14. It was concluded from this, that the companies studied are not suffering from labor losses in these services. However, if there is a greater investment in the measurement of productivity at the construction site, it is possible to obtain data, which more accurately portrays the reality of the work and the company, based on the indices of own labor, since a great variation was observed in relation to TCPO 14.

Key words: labor; productivity; budgeting; composition of prices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de transformação dos recursos de mão de obra em serviços	15
Figura 2 - Diâmetros comerciais das barras de aço	19
Figura 3 – Exemplo de armadura de uma viga de concreto armado	20
Figura 4 – Exemplo de armadura de um pilar de concreto armado	21
Figura 5 – Exemplo de armadura e forma de uma laje nervurada de concreto armado	22
Figura 6 - Faixa de valores de produtividade de mão de obra para armação de pilares	28
Figura 7 - Faixa de valores de produtividade de mão de obra para a armação de vigas	29
Figura 8 - Faixa de valores de produtividade de mão de obra para armação de lajes	30
Figura 9 - Fluxograma esquemático do serviço de armação	31
Figura 10 - Fluxograma das atividades realizadas na pesquisa	32
Figura 11 - Planilha de acompanhamento de serviços de armação – vigas ou pilares	35
Figura 12 - Planilha de acompanhamento de serviços de armação - Lajes	36
Figura 13 - Planilha de índices de mão de obra - vigas ou pilares	39
Figura 14 - Planilha de índices de mão de obra – Lajes	40
Figura 15 - Dados coletados para vigas - Obra 1	42
Figura 16 - Dados coletados para pilares - Obra 1	43
Figura 17 - Dados coletados para Lajes - Obra 1	44
Figura 18 - Dados coletados para vigas - Obra 2	45
Figura 19 - Dados coletados para pilares - Obra 2	46
Figura 20 - Dados coletados para lajes - Obra 2	47
Figura 21- Dados de Índices de mão de obra obtidos para vigas - Obra 1	49
Figura 22 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para pilares - Obra 1.....	50
Figura 23 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para lajes - Obra 1	51
Figura 24 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para vigas - Obra 2.....	52
Figura 25 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para pilares - Obra 2.....	53
Figura 26 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para lajes - Obra 2.....	54
Figura 27 - Classificação da dispersão dos dados - Obra 1	59
Figura 28 - Classificação da dispersão dos dados - Obra 2.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características das obras estudadas	41
Tabela 2 - Custo dos trabalhadores horistas	56

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Encargos sociais e trabalhistas para horistas e mensalistas	26
Quadro 2 - Composição de mão de obra para armação de pilares	27
Quadro 3 - Composição de mão de obra para armação de vigas	28
Quadro 4 - Composição de mão de obra para armação de lajes	29
Quadro 5 - Produtividade média de mão de obra para as Obras 1 e 2	55
Quadro 6 - Produtividade média de mão de obra para o TCPO 14.....	56
Quadro 7 - Custo total de mão de obra/kg para o TCPO 14	57
Quadro 8 - Custo total de mão de obra/kg para a Obra 1	57
Quadro 9 - Custo total de mão de obra/kg para a Obra 2.....	58
Quadro 10 - Análise comparativa da produtividade da mão de obra: TCPO 14 X Obra 1	60
Quadro 11 - Análise comparativa da produtividade da mão de obra: TCPO 14 X Obra 2.....	61
Quadro 12 - Análise comparativa dos custos de mão de obra: TCPO 14 X Obra 1	62
Quadro 13 - Análise comparativa dos custos de mão de obra: TCPO 14 X Obra 2	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. JUSTIFICATIVA	13
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. Objetivo geral	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	15
2.1.1. Mensurando Produtividade.....	16
2.2. IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE ESTATÍSTICA	17
2.3. O CONCRETO ARMADO	18
2.3.1. As armaduras para a estrutura de concreto armado	18
2.3.2. Elementos estudados	20
2.4. ORÇAMENTO.....	22
2.4.1. Os diferentes tipos de Orçamentos	23
2.4.2. Etapas da orçamentação.....	24
2.4.3. Composição de Custos Unitários.....	24
2.4.4. Custo de Mão de Obra	25
2.5. TCPO 14.....	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1. MATERIAIS	31
3.2. MÉTODOS.....	31
3.2.1. Determinação do objeto de estudo.....	32
3.2.2. Escolha das obras usadas como campo de estudo	32
3.2.3. Coleta de dados.....	33
3.2.4. Tratamento dos dados	37
4. RESULTADOS	41
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDO.....	41
4.2. DADOS COLETADOS.....	41
4.3. ÍNDICES DE MÃO DE OBRA	48
4.4. PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA	55
4.5. CUSTOS DE MÃO DE OBRA.....	56
5. ANÁLISES.....	59

5.1. DISPERSÃO DOS DADOS.....	59
5.2. COMPARAÇÃO DAS PRODUTIVIDADES: CAMPO X TCPO.....	60
5.3. COMPARAÇÃO DOS CUSTOS: CAMPO X TCPO	62
6. CONCLUSÕES.....	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXO A: Modelo de documento de autorização de pesquisa	68
ANEXO B: Quadro de aço das vigas das Obras 1 E 2	69
ANEXO C: Quadro de aço dos pilares das Obras 1 e 2	74
ANEXO D: Quadro resumo de aço das lajes das Obras 1 e 2.....	77

1. INTRODUÇÃO

As empresas do ramo da construção civil estão sempre buscando melhorias no seu processo de produção a fim de se destacar em relação às concorrentes e atender da melhor forma possível as necessidades de mercado existentes. Com a diminuição do ritmo das atividades no setor ocorrida nos últimos anos, é normal que essa concorrência seja ainda maior, no entanto, sai na frente quem consegue diminuir o custo da obra, acelerar o seu processo, mantendo-se a alta qualidade esperada. Fazer um acompanhamento das atividades desenvolvidas é de grande relevância para atingir tais metas.

A mão-de-obra é um recurso de bastante relevância participante da execução de obras de construção civil, pois, além de representar grande parcela do custo total da obra, está lidando com seres humanos, que têm uma série de necessidades que deveriam ser supridas. A medição da produtividade pode ser um instrumento importante para a gestão da mão-de-obra.

Conhecer os indicadores de produtividade de uma obra é fundamental para a gestão da produção na construção, já que estes são utilizados tanto no orçamento (influenciando nos custos da obra), quanto no planejamento (influenciando no tempo da obra).

A construção civil geralmente requer altos investimentos em um único produto final e o conhecimento do custo de um empreendimento se faz necessário já na fase inicial de concepção, mesmo antes de se ter concluído o projeto ou anteprojeto (LOSSO, 1995).

Segundo Mattos (2006), um orçamento é determinado somando-se os custos diretos (mão-de-obra de operários, material, equipamento), os custos indiretos (equipes de supervisão e apoio, despesas gerais do canteiro de obras, taxas, etc.) e por fim os impostos e lucro para se chegar ao preço de venda.

Os processos de orçamentação utilizados atualmente na indústria da construção civil, principalmente em pequenas e médias empresas, são baseados em índices de consumo de materiais e mão-de-obra, retirados de tabelas de composição de preços pré-definidas, a exemplo o TCPO. Neste trabalho, será analisada a produtividade da mão de obra no serviço de armação, em estruturas de concreto armado - lajes, vigas e pilares, em duas obras da cidade de Campina Grande orçadas com base no TCPO, mostrando os índices coletados em campo para cada serviço e comparando-os com os dados teóricos das composições unitárias. Com isso, pode-se analisar se a aplicação dessa ferramenta é viável para os serviços de mão de obra estudados.

1.1. Justificativa

A atenção para a indústria da construção civil justifica-se pela sua importância no desenvolvimento econômico e social do Brasil. Esse setor gera uma grande quantidade de empregos, a maior parte para a população sem qualificação, sendo seu ponto forte o efeito de multiplicador da economia.

O planejamento é a peça chave para uma orçamentação coerente e obtenção da lucratividade esperada. É uma estimativa de cálculo de uma obra ou até mesmo de serviços a serem prestados.

Calcular com precisão o valor de um investimento é primordial para a tomada de decisão a respeito da viabilidade econômica de qualquer projeto. Do ponto de vista empresarial é importante a visualização de todos os custos de um empreendimento (MEULAM, 2008).

De acordo com Mattos (2006), uma orçamentação malfeita, certamente gerará imperfeições e possíveis frustrações de custo e prazo. Aliás, geralmente erra-se para menos, mas errar para mais não é muito bom.

As tabelas de composição de preços pré-definidas utilizadas para orçar obras (TCPO), são insensíveis às variações regionais e tecnológicas. Dessa forma, tais orçamentos trazem a incerteza de que os valores estimados sejam compatíveis com os valores reais. A adoção desses indicadores gerais pode ser responsável por falhas no processo orçamentário.

Diante do exposto, achou-se necessário fazer uma análise da produtividade de mão de obra, afim de fazer um estudo comparativo entre os índices de consumo do TCPO 14 e os efetivos índices de consumo nos canteiros de obra. Assim verificamos a eficácia da aplicabilidade dessa ferramenta quanto a mão de obra na região. O estudo foi direcionado para a fase de superestrutura de duas obras na cidade de Campina Grande - PB, devido à importância desta fase de execução e à relevância dos seus custos no orçamento total da obra.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Fazer uma análise dos índices de produtividade de mão de obra em duas obras da cidade de Campina Grande, afim de comparar os dados obtidos em campo com os teóricos definidos nas composições unitárias do livro TCPO 14, usado como ferramenta para orçamento e planejamento das obras.

1.2.2. Objetivos específicos

- Obter dados de produtividade e custo de mão de obra para o serviço de armação de lajes vigas e pilares de concreto armado;
- Fazer um estudo comparativo entre as produtividades e os custos de mão de obra obtidos, com as composições unitárias do TCPO 14;
- Fazer uma análise estatística de dispersão dos dados coletados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

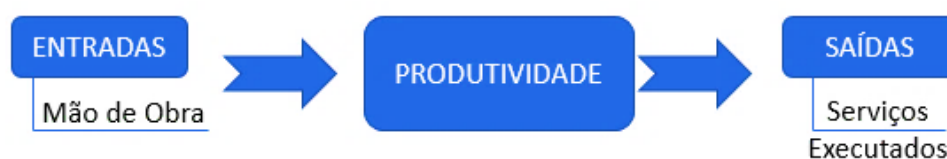
2.1. Produtividade na construção civil

Podemos definir produtividade como sendo “a taxa de produção de uma pessoa ou equipe ou equipamento, ou seja, a quantidade de unidades de trabalho produzida em um intervalo de tempo especificado, normalmente hora” (MATTOS, 2010, p.77).

De forma análoga, para Kellogg (1981), a produtividade é a relação entre as saídas e as entradas de um processo produtivo.

O presente trabalho, está direcionado para o recurso físico “mão de obra”, logo este é tido como sendo a entrada do processo, e a saída é o serviço executado na obra, como mostra o esquema da Figura 1 abaixo:

Figura 1 - Processo de transformação dos recursos de mão de obra em serviços



Fonte: Adaptado de MINGIONE (2016)

De acordo com Souza (2000), em situações usuais, há dois principais grupos de fatores que afetam diretamente a produtividade da mão-de-obra: o primeiro relaciona-se ao trabalho que precisa ser feito, levando em conta os componentes físicos do mesmo, especificações exigidas, detalhes de projeto entre outros. Já o outro grupo de fatores está relacionado ao ambiente de trabalho e como ele é organizado e gerenciado.

Quando se estuda a transformação de entradas em saídas, a detecção de quais fatores têm influência significativa sobre a eficiência deste processo e a posterior análise destes fatores, apresentam-se como ponto de extrema importância no estudo. Estes fatores “potenciais” influenciadores da produtividade, como já foi comentado, podem ser relacionados tanto ao conteúdo quanto ao contexto do trabalho em execução (SOUZA, 2000).

2.1.1. *Mensurando Produtividade*

Para Souza (2000), a forma mais direta de se medir a produtividade diz respeito à quantificação da mão-de-obra necessária (entrada) para se produzir determinada quantidade de serviço (saída). O indicador utilizado, denominado índice de produtividade, consumo ou razão unitária de produção (RUP) é, pois, calculado através da Equação (1):

$$\text{RUP} = \frac{\text{Entradas}}{\text{Saídas}} = \frac{\text{homens-hora (Hh)}}{\text{Quantidade de serviço (Qs)}} \quad (1)$$

A produtividade é dada pelo inverso do índice, ou seja, quanto maior o valor da RUP pior é a produtividade e vice-versa. Por exemplo, se o índice de um armador é 0,066 h/kg, sua produtividade é aproximadamente 15 kg/h. Dados em termos de produtividade são mais claros e fáceis de se analisar do que dados em termos de RUP.

No que se refere às entradas, o cálculo do número de homens-hora demandados é, genericamente, fruto da multiplicação do número de homens envolvidos pelo período de tempo de dedicação ao serviço. Os dados podem ser coletados através de cartões de ponto, de observações contínuas ou por meio de informações conseguidas com o encarregado do serviço.

Os dados de saída, quantidade de serviço (QS), podem ser coletados através da medição física da quantidade realmente executada. Alguns serviços, como os de estudo desse trabalho, dependem de mais de uma etapa de processamento, dessa forma torna-se necessário dividir a tarefa em questão, em subtarefas, para que possamos quantificar essas entradas e saídas de forma eficiente.

Segundo Souza (2006), a produtividade da mão-de-obra, para um dado serviço, pode variar dentro da mesma obra, ou em obras diferentes. As causas dessa variação podem ser explicadas pela presença de fatores classificados como conteúdo (tipo e grau de dificuldade do trabalho a ser executado); contexto (equipamento disponível para a execução); anormalidades (chuvas torrenciais, falta de energia elétrica); ajuda direta (número de ajudantes) e apoio (mão-de-obra).

2.2. Importância da análise estatística

Segundo Correa (2003), “A Estatística é uma parte da Matemática que fornece métodos para a coleta, organização, descrição, análise e interpretação de dados, viabilizando a utilização dos mesmos na tomada de decisões. ”

Como sabemos, um conjunto de dados pode ser resumido através de um único valor representativo, a média aritmética (\bar{X}). Esta medida de tendência central é dada pela Equação (2):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

Onde, x_i é o valor observado, e n é o número de total de observações.

Também é possível verificar o quão distante cada valor desse conjunto está do valor central (média). Essa medida de dispersão, é chamada de variância (S^2), e é dada pela Equação (3):

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (3)$$

Outra medida de dispersão bastante utilizada é o desvio padrão (S), ele é capaz de identificar o “erro” em um conjunto de dados, caso quiséssemos substituir um dos valores coletados pela média aritmética. Esta medida é dada pela raiz quadrada da variância, como mostra a Equação (4):

$$S = \sqrt{S^2} \quad (4)$$

De acordo com Piana, Machado e Selau (2009), é possível comparar a variabilidade de um ou mais conjunto de dados através do coeficiente de variação (CV), que é uma relação de proporção entre a média (\bar{X}) e o desvio padrão (S), podemos calculá-lo pela Equação (5):

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (5)$$

Correa (2003), determina que uma distribuição tem:

- Baixa dispersão – se $CV \leq 15\%$;
- Média dispersão – se $15\% < CV < 30\%$;

- Alta dispersão – se $CV \geq 30\%$.

2.3. O Concreto Armado

Chamamos de concreto armado, a estrutura de concreto que possui em seu interior, armações feitas com barras de aço. Estas armações são necessárias para atender à deficiência do concreto em resistir a esforços de tração (seu forte é a resistência à compressão) e são indispensáveis na execução de peças como pilares, vigas e lajes, por exemplo.

No Brasil, há enorme tradição no uso do concreto armado para execução de estruturas e esse uso ocorre desde a construção de edificações mais simples até as mais complexas. Na região de Campina Grande, as estruturas de concreto armado são as mais utilizadas para todos os tipos de obras, apesar da ascensão do ramo das estruturas metálicas ocorrida nos últimos tempos.

Do ponto de vista econômico, a estrutura de concreto armado representa no custo de uma edificação algo em torno de 14% a 22%. Tal porcentagem pode ser maior ou menor em função da menor ou maior qualidade do acabamento.

Do ponto de vista da gestão da produção, a estrutura de concreto armado exerce grande influência no prazo de execução da obra, pois geralmente é parte do caminho crítico do cronograma.

2.3.1. As armaduras para a estrutura de concreto armado

A armadura, também chamada de ferragem, é definida por Freire (2001), como a associação de diversas peças de aço, formando um conjunto para um determinado componente estrutural. Dependendo do tipo de fornecimento de aço, a associação dessas peças pode se dar por meio de arame recozido ou soldagem.

Barros e Melhado (1998), dizem que a função principal das armaduras é absorver as tensões de tração e ajudar a aumentar a capacidade resistente das peças ou componentes que estão resistindo à compressão.

A Norma NBR 7480/ 1996 é quem trata do aço para armaduras de estruturas de concreto armado, identificados pelo prefixo CA. O objetivo desta norma é fixar as condições exigíveis na encomenda, fabricação e fornecimento de barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.

Segundo a norma, os aços são classificados em Barras ou Fios, segundo o seu processo de fabricação. As Barras são os produtos de diâmetro nominal 5,0 ou superior, obtidos exclusivamente por laminação a quente e os Fios, são aqueles de diâmetro nominal 10,0 ou inferior, obtidos por trefilação ou processo equivalente. Quanto ao valor característico da resistência de escoamento, as barras de aço encontram-se nas categorias CA-25 e CA-50 e os fios de aço na categoria CA-60.

A Figura 2, abaixo, mostra os diâmetros de aço comerciais mais utilizados nas estruturas de concreto:

Figura 2 - Diâmetros comerciais das barras de aço

CA-50 RETO		
DIÂMETRO	PESO BR 12 MTS	
1/4	6,30 MM	3,00 KGS
5/16	8,00 MM	4,80 KGS
3/8	10,00 MM	7,50 KGS
1/2	12,50 MM	11,60 KGS
5/8	16,00 MM	19,00 KGS
3/4	20,00 MM	29,70 KGS
1	25,00 MM	46,20 KGS

CA-60 RETO		
DIÂMETRO	PESO BR 12 MTS	
4,20 MM	1,32 KGS	
5,00 MM	1,90 KGS	
6,00 MM	2,70 KGS	



Fonte: Produtos – FELIFER: Ferro e aço. Disponível em:<
<http://felifer.com.br/Produtos/produtos.php>> Acesso em: 15 jun. 2017.

A escolha do tipo de aço se baseia em condições econômicas e, normalmente, o aço CA-50 corresponde à primeira alternativa, dentre os tipos de aço, a ser escolhida.

Os principais tipos de fornecimento de aço são: em barras, em telas soldadas, o pré-cortado e pré-dobrado e os pré-montados.

O aço fornecido em barras, é uma opção ao construtor que prefere produzir as peças de aço no canteiro de obras. Os cortes ou dobras das barras são feitas no próprio canteiro, em uma central de corte e dobra de aço.

A tela de aço soldada é uma armadura pré-fabricada, destinada a armar concreto, em forma de rede de malhas retangulares, constituída de fios de aço longitudinais e transversais, sobrepostos e soldados em todos os pontos de contato (nós). Limita-se ao elemento estrutural laje.

O aço fornecido pré-cortado e pré-dobrado, 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

O aço fornecido pré-montado, consiste no corte e dobra das barras de aço e posterior montagem das armaduras dentro da própria fábrica.

2.3.2. *Elementos estudados*

I. Viga

Vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante.” (NBR 6118, 14.4.1.1). Elemento linear é aquele em que o comprimento longitudinal supera em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal, sendo também denominado “barra”. A Figura 3, mostra um exemplo de armadura de uma viga de concreto armado.

Figura 3 – Exemplo de armadura de uma viga de concreto armado

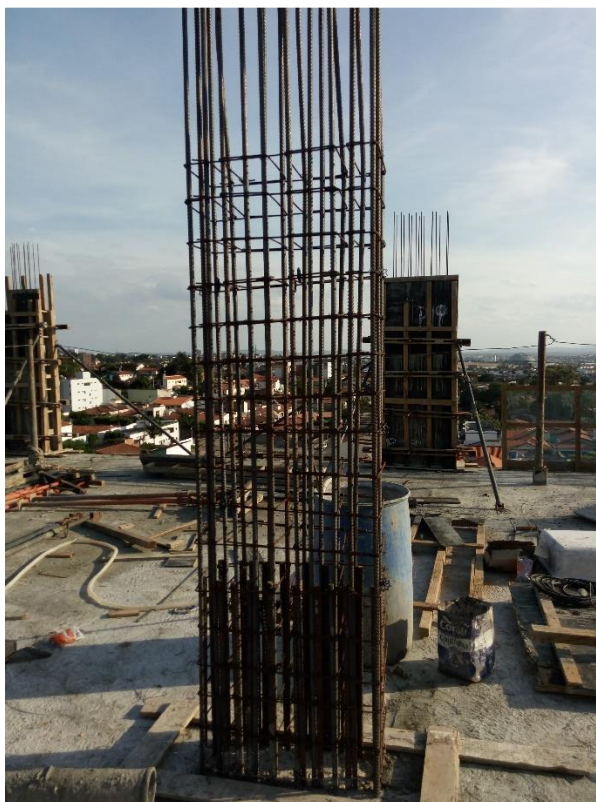


Fonte: o autor

II. Pilar

Pilares são “Elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes. ” (NBR 6118/20141, item 14.4.1.2). A Figura 4, mostra um exemplo de armadura de um pilar de concreto armado.

Figura 4 – Exemplo de armadura de um pilar de concreto armado



Fonte: o autor

III. Laje

As lajes são classificadas como elementos planos bidimensionais, que são aqueles onde duas dimensões, o comprimento e a largura, são da mesma ordem de grandeza e muito maiores que a terceira dimensão, a espessura. As lajes são também chamadas elementos de superfície, ou placas. As lajes das obras estudadas eram do tipo nervuradas, devido a necessidade de vencer grandes vãos e reduzir a quantidade de vigas e pilares.

A NBR 6118 (item 14.7.7) define laje nervurada como as “lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração para momentos positivos esteja localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte. ”

A Figura 5, mostra um exemplo de armadura e forma de uma laje nervurada de concreto armado.

Figura 5 – Exemplo de armadura e forma de uma laje nervurada de concreto armado



Fonte: o autor

2.4. Orçamento

O orçamento na construção civil consiste na determinação do custo de uma obra antes de sua realização, elaborado com base em documentos específicos, tais como projetos, memorial descritivo e encargos, considerando-se todos os custos diretos e indiretos envolvidos, as condições contratuais e demais fatores que possam influenciar o custo total.

De acordo com Knolseisen (2003), o orçamento é considerado uma peça fundamental no planejamento de obras em geral, ele é utilizado para estabelecer e divulgar metas a serem cumpridas por cada setor da empresa. Nele fica explícito o que a administração central deseja de cada órgão interno, principalmente quanto aos custos programados e ao faturamento previsto.

Orçar é quantificar insumos, mão de obra, ou equipamentos necessários à realização de uma obra ou um serviço, bem como os respectivos custos e o tempo de duração dos mesmos. (AVILA; LIBRELOTTO; LOPES, 2003, p.2).

De forma geral, a determinação de um orçamento é dada através do somatório dos custos diretos e indiretos com a adição final dos impostos e lucro, afim de obter o preço final de venda.

Segundo Tisaka (2006), os custos diretos são aqueles diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, mais toda a infraestrutura de apoio necessária para a sua

execução no ambiente da obra. Já os indiretos, são todos os custos acessórios para execução do projeto, tais como despesas gerais do canteiro de obras, equipes de supervisão e apoio, impostos, taxas e seguros, entre outros.

Por se tratar de um levantamento feito a priori, sempre haverá uma margem de incerteza embutida no orçamento. Essa incerteza se dá devido à aproximação de valores embutidos em itens como: produtividade de mão de obra e equipamentos, encargos sociais, preço de materiais e impostos que incidem sobre estes, desperdícios e reaproveitamentos. Além destes, também podem ser consideradas as características da empresa, a região onde a obra irá ser instalada e do mercado financeiro da época. (MATTOS, 2006)

2.4.1. Os diferentes tipos de Orçamentos

De acordo com o TCPO 14 (PINI, 2012), existem diversos tipos de orçamentos e a assertividade deles depende das informações disponíveis a respeito do objeto orçado. O desenvolvimento de um bom orçamento, está diretamente ligado a quantidade e qualidade dos valores apresentados, de forma que a margem de erro em relação aos custos reais de construção seja pequena.

A teoria da formação de preços, identifica três diferentes métodos para a realização de orçamentos, são eles: por Estimativas, por Composições de Custos e por Modelagem.

Nas estimativas, utilizam-se taxas de custos por m² ou m³, extraídas da realização de empreendimentos anteriores, ou baseadas em projetos semelhantes e conhecidos. As estimativas geralmente são utilizadas quando ainda não se dispõe de informações muito detalhadas sobre os objetos que se pretende construir.

As tabelas de composições de custo organizam informações sobre os recursos necessários para a execução de uma unidade padrão de um determinado serviço. Nesse caso é necessária a existência de projetos e especificações detalhadas, pois o processo consiste na identificação de todos os serviços, levantamento de seus quantitativos e multiplicação pelos preços unitários correspondentes a cada um deles.

Nas modelagens, além de todos os serviços e sistemas construtivos, é necessário considerar informações sobre o processo de construir, ou seja, como, onde e de que maneira os trabalhos são executados. Elaborar um orçamento por modelagem de obra requer um maior aprofundamento, demanda muito mais informações, exige mais esforço

de análise e um nível de detalhamento muito mais alto, o que se traduz em maiores custos para o desenvolvimento do próprio orçamento.

Modelagens, somente costumam ser realizadas para obras não convencionais pela sua complexidade, magnitude, riscos envolvidos ou tecnologias aplicadas. Em razão disto, as Composições de custos são bastante utilizadas, e foi a metodologia utilizada pelas construtoras para orçar as obras estudadas neste trabalho.

2.4.2. Etapas da orçamentação

Segundo Mattos (2006), o processo orçamentário pode ser dividido umas três grandes etapas: o Estudo das Condicionantes, a Composição de Custo e a Determinação do Preço.

Inicialmente estuda-se os documentos disponíveis (projetos, especificações técnicas e edital) e realiza-se visitas técnicas no local, afim de tirar dúvidas, levantar dados importantes, fazer registros fotográficos e verificar a disponibilidade de material, equipamento e mão de obra na região.

Em seguida, monta-se o custo, a partir da identificação dos serviços, levantamento de quantitativos, das produtividades, do plano de ataque da obra e da cotação de preços dos insumos.

Finaliza-se com o somatório dos custos diretos e indiretos, com os respectivos impostos relacionados e a lucratividade desejada, obtendo-se assim o preço final da obra.

2.4.3. Composição de Custos Unitários

De acordo com Tisaka (2006), o orçamento deve partir da discriminação minuciosa dos serviços a serem realizados, levantamento dos quantitativos de cada um desses serviços, definição dos custos unitários obtidos através da composição dos consumos dos insumos, mais os gastos com a infraestrutura necessária para a execução.

Se multiplicarmos, a quantidade de material, de horas de equipamento e de horas de pessoal gastos para a execução de cada unidade de serviço, pelo custo de material, aluguel por hora dos equipamentos e salário-hora dos trabalhadores (acrescidos dos devidos encargos sociais) respectivamente, obtemos a chamada COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS. Tais custos unitários multiplicados pelas quantidades correspondentes, constituem os custos totais de cada um dos serviços da obra.

Segundo Mattos (2006), cada composição de custos unitários contém os insumos do serviço com seus respectivos índices e valores

Índice, também chamado de RUP, é o coeficiente que representa o quanto daquele insumo está sendo utilizado para composição daquela unidade de serviço. Este índice é obtido pelo quociente entre as entradas e saídas do processo produtivo, como visto no item 2.1.1 Mensurando Produtividade.

No mercado podem ser encontradas algumas literaturas sobre o assunto, mas a mais conhecida é a TCPO - Tabela de Composição de Preços da PINI, onde podem ser encontrados os parâmetros de quantitativos e horas necessárias para as composições dos principais serviços utilizados na construção civil e predial.

2.4.4. Custo de Mão de Obra

O custo de mão de obra é representado pelo salário dos trabalhadores que manuseiam os materiais, somados aos encargos sociais e outras despesas que envolvem a participação dos trabalhadores na obra. (TISAKA, 2006).

Geralmente, os operários que trabalham na produção recebem pelas horas trabalhadas em função das características do trabalho, que muitas vezes exigem um prolongamento ou redução na carga de trabalho.

Encargos sociais são valores de impostos e taxas a serem recolhidos aos cofres públicos e calculados sobre a mão de obra contratada, bem como a direitos e obrigações pagos diretamente ao trabalhador. (AVILA; LIBRELOTTO; LOPES, 2003, p.34).

A metodologia comumente empregada para o cálculo dos encargos sociais, classifica estas taxas em cinco grupos, a saber:

- Grupo A - Encargos sociais básicos: correspondem às obrigações que incidem diretamente sobre a folha de pagamentos;
- Grupo B - Encargos sociais que recebem as incidências de A: valores pagos como salário ao empregado em dias que não há prestação de serviço;
- Grupo C - Encargos sociais que não recebem incidências de A: encargos pagos diretamente aos empregados, mas que não são onerados pelos encargos do grupo A;
- Grupo D - Taxas das reincidências: corresponde às incidências dos encargos do Grupo A sobre os encargos do grupo B.

O Quadro 1, elaborado pelo TCPO 14, mostra os encargos sociais e trabalhistas para os trabalhadores horistas (remunerados com base na quantidade de horas trabalhadas) e dos mensalistas (remunerados numa base mensal).

Quadro 1 - Encargos sociais e trabalhistas para horistas e mensalistas

GRUPO A	HORISTAS	MENSALISTAS
A.1 Previdência social	20,00%	20,00%
A.2 FGTS	8,00%	8,00%
A.3 Salário-educação	2,50%	2,50%
A.4 Serviço Social da Indústria (SESI)	1,50%	1,50%
A.5 Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)	1,00%	1,00%
A.6 Serviço de apoio pequena e média empresa (SEBRAE)	0,60%	0,60%
A.7 Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)	0,20%	0,20%
A.8 Seguro contra acidente de trabalho (INSS)	3,00%	3,00%
A.9 Seconci - Serviço Social da Indústria da Construção e do Mobiliário	1,00%	1,00%
TOTAL A	37,80%	37,80%
GRUPO B	HORISTAS	MENSALISTAS
B1. Repouso semanal e feriados 22,90%	22,90%	-
B.2 Auxílio enfermidade	0,79%	-
B.3 Licença Paternidade	0,34%	-
B4. 13º Salário	10,57%	8,22%
B5. Dias de chuva, faltas justificadas, greves, atraso na entrega de materiais	4,57%	-
TOTAL B	39,17%	8,22%
GRUPO C	HORISTAS	MENSALISTAS
C.1 Depósito por despedida injusta 50% sobre [A2+(A2xB)]	5,56%	4,32%
C.2 Férias indenizadas	14,06%	10,93%
C.3 Aviso prévio indenizado	13,12%	10,20%
TOTAL C	32,74%	25,45%
GRUPO D	HORISTAS	MENSALISTAS
D.1 Reincidências de "A" sobre "B" (37,8% x 39,17%)	14,81%	3,11%
D.2 Reincidências de ("A" - A9) sobre "C.3" (36,8% x 13,12%)	4,83%	3,75%
TOTAL D	19,63%	6,86%
SUBTOTAL A + B + C + D	129,34%	78,33%

Fonte: TCPO 14

2.5. TCPO 14

O TCPO é considerado a principal referência de engenharia de custos do Brasil. Foi lançado há mais de 60 anos, em 1955, com um exemplar que reunia 100 serviços de construção anteriormente publicados na revista "A Construção" em São Paulo. A 14ª edição traz mais de 4 mil composições de custos para o mercado da construção, subsídios para modelagem das composições e também informações sobre pontos críticos na fase pré-obra.

Uma das novidades do TCPO 14, é a classificação das composições por consumo mínimo, médio e máximo, ou seja, considerando a produtividade variável. Porém, alguns serviços ainda não estão com essa faixa de valores de produtividade definida forma correta, como por exemplo os serviços de armação de lajes, vigas e pilares, objetos de estudo da pesquisa. Como veremos nas Figuras 6, 7 e 8, a unidade para produtividade variável está em Hh/m², onde o correto seria Hh/Kg, além da unidade, os valores dos índices não estão compatíveis com a média. Deste modo, não será possível considerar a produtividade variável para os serviços em questão.

Neste trabalho, foram usadas três composições unitárias do TCPO 14. Considerou-se apenas os índices de mão de obra, visto que o trabalho é voltado para a produtividade e custo nesse setor. Os quadros e as figuras abaixo, mostram as composições utilizadas na pesquisa, com suas devidas adaptações.

Quadro 2 - Composição de mão de obra para armação de pilares

05.001.000002.SER	ARMADURA de Aço CA-50 para pilares, corte dobra e montagem – unidade: kg		
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01.001.000002.MOD	Ajudante de armador	h	0,108
01.011.000001.MOD	Armador	h	0,062
CONTEÚDO DO SERVIÇO A composição considera a mão de obra necessária para o corte, dobra e montagem da armadura nas fôrmas.			
CRITÉRIO DE MEDIÇÃO Em massa, obtida através de levantamento em projeto de armação.			

Fonte: Adaptado do TCPO 14 (PINI, 2012, p.82).

Figura 7 - Faixa de valores de produtividade de mão de obra para a armação de vigas

ARMAÇÃO DE VIGAS

Mín = 43 Med = 61 Máx = 143

Produtividade dos operários (Hh/m²)

Diâmetro das barras longitudinais elevado	Diâmetro das barras longitudinais pequeno
Quantidade de peças transversais da armadura não muito elevado	Grande quantidade de peças transversais na armadura
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 ou 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
Máquinas de corte e dobra eficientes	Equipamentos de corte e dobra deficientes
Organização do local de corte e dobramento	Local do corte e dobra desorganizado
Serviço em condições favoráveis: ciclos curtos; pouco retrabalho; fatores climáticos favoráveis; baixa rotatividade; operários satisfeitos	Serviço em condições desfavoráveis: ciclos longos; muito retrabalho; fatores climáticos desfavoráveis; alta rotatividade; operários insatisfeitos

Fonte: TCPO 14 (PINI, 2012, p.558).

Quadro 4 - Composição de mão de obra para armação de lajes

05.001.000004.SER	ARMADURA de Aço CA-50 para lajes, corte dobra e montagem – unidade: kg		
CÓDIGO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS
01.001.000002.MOD	Ajudante de armador	h	0,089
01.011.000001.MOD	Armador	h	0,051
CONTEÚDO DO SERVIÇO			
A composição considera a mão de obra necessária para o corte, dobra e montagem da armadura nas fôrmas.			
CRITÉRIO DE MEDIÇÃO			
Em massa, obtida através de levantamento em projeto de armação.			

Fonte: Adaptado do TCPO 14 (PINI, 2012, p.82).

Figura 8 - Faixa de valores de produtividade de mão de obra para armação de lajes

ARMAÇÃO DE LAJES	
Mín = 28	Med = 41
Máx = 77	
Produtividade dos operários (Hh/m²)	
Armadura positiva com diâmetro elevado	Armadura positiva com diâmetro reduzido
Armadura negativa com diâmetro elevado	Armadura negativa com diâmetro reduzido
Pouca ou nenhuma incidência de ferros com comprimento variável	Presença não desprezível de ferros com comprimento variável
Uso de tela eletrossoldada	Não utilização de telas
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 ou 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
Máquinas de corte e dobra eficientes	Equipamentos de corte e dobra deficientes
Organização do local de corte e dobramento	Local do corte e dobra desorganizado
Serviço em condições favoráveis: ciclos curtos; pouco retrabalho; fatores climáticos favoráveis; baixa rotatividade; operários satisfeitos	Serviço em condições desfavoráveis: ciclos longos; muito retrabalho; fatores climáticos desfavoráveis; alta rotatividade; operários insatisfeitos

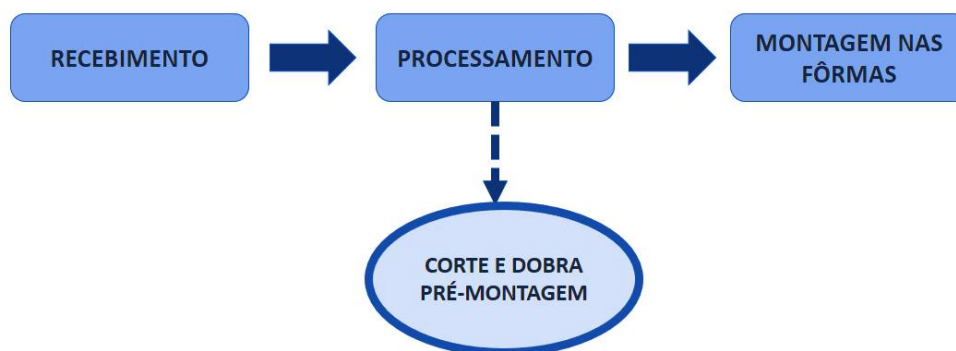
Fonte: TCPO 14 (PINI, 2012, p.559).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O serviço de armação integra o pacote de serviços necessários à produção das estruturas de concreto armado. Esse serviço pode ser definido como o conjunto de atividades relativas à preparação e posicionamento do aço dentro da estrutura, com o objetivo de munir a estrutura com as armaduras nas condições especificadas em projeto.

O serviço de armação pode ser dividido em três etapas (recebimento, processamento e posicionamento nas fôrmas), destacando que é na etapa de processamento que podem ocorrer o corte, dobra, pré-montagem e montagem. Como mostra a Figura 9 a seguir:

Figura 9 - Fluxograma esquemático do serviço de armação



Fonte: Adaptado de FREIRE (2001).

O fluxograma acima se enquadra de forma completa para o aço fornecido em barras, que é o caso das duas obras estudadas nesse trabalho.

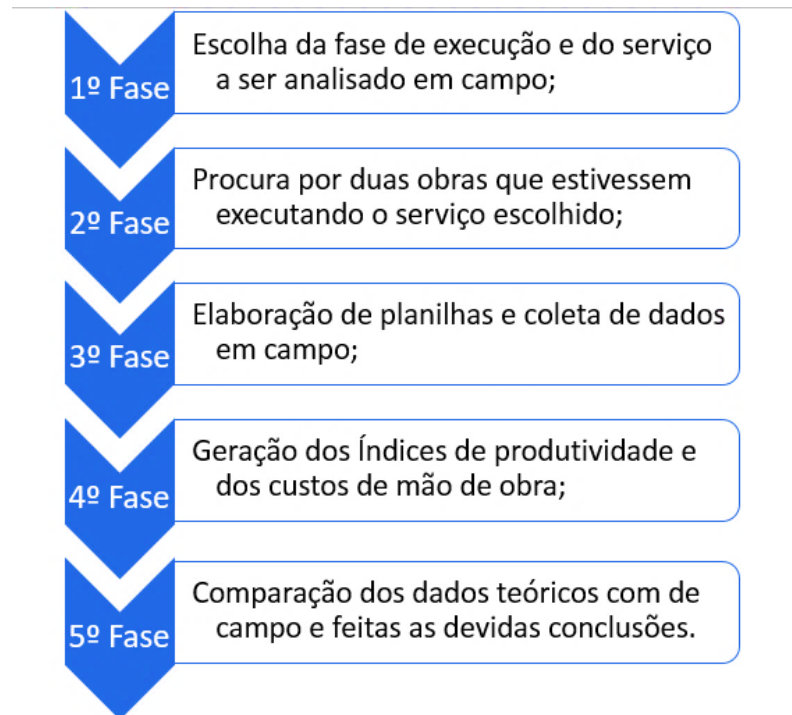
3.1. Materiais

O material utilizado na pesquisa foi o smartphone LG K10, o qual possui cronômetro com marcador de horas, minutos e segundos.

3.2. Métodos

Em síntese, a pesquisa foi desenvolvida em quatro fases, como mostra o fluxograma da Figura 10 abaixo:

Figura 10 - Fluxograma das atividades realizadas na pesquisa



Fonte: o autor

3.2.1. Determinação do objeto de estudo

Devido à extrema importância da estrutura de concreto armado, tanto do ponto de vista da qualidade e segurança da edificação, quanto da questão orçamentária. Esta pesquisa foi voltada para essa fase da obra e foi escolhido o serviço de armação de pilares, vigas e lajes como objeto de estudo.

3.2.2. Escolha das obras usadas como campo de estudo

Depois de ter escolhido o serviço de armação de estruturas de concreto armado como objeto de estudo, foram feitas visitas em algumas obras da cidade de Campina Grande que estivessem nessa fase de execução. Foram determinados alguns critérios para que a edificação pudesse ser utilizada como campo de estudo da pesquisa, são eles:

- Edificação na fase de superestrutura;
- Aço fornecido em barras – corte e dobra na obra;
- Laje do tipo nervurada;

- Edificação de múltiplos pavimentos;
- Obra orçada com o auxílio do TCPO;
- Empresa de médio a grande porte, que atue em na área de edificações verticais.

A primeira obra que se enquadrou nos critérios estabelecidos, e que foi liberada para a pesquisa, foi um empreendimento residencial com 18 pavimentos, que está sendo construído por uma empresa que atua há 8 anos no mercado de Campina Grande e João Pessoa. No trabalho denominou-se como Obra 1.

A segunda obra que foi acompanhada foi um empresarial de 25 pavimentos, de uma empresa que atua em Campina Grande há pouco mais de 5 anos. A esta, foi dado o nome de Obra 2.

Ambas as empresas preferiram autorizar somente a divulgação dos dados, sem que fosse exposto o nome da obra e da empresa, mediante documento de autorização de pesquisa devidamente assinado pelo engenheiro responsável pela obra (Anexo A).

Houve uma dificuldade maior para encontrar uma segunda obra que se enquadrasse no perfil adotado e que houvesse a liberação por parte do engenheiro responsável.

3.2.3. Coleta de dados

Inicialmente, foi elaborada uma planilha, no software Excel, que reuniu as informações necessárias para gerar os resultados da pesquisa, esta planilha foi sendo alimentada de acordo com o andamento das obras. Nela contém a data e duração das atividades de corte, dobra, pré-montagem e montagem nas fôrmas, de pilares, lajes e vigas, assim como a quantidade de pessoal que realizou a tarefa. Foi deixado um campo, para as observações que fossem relevantes no processo.

✓ Obra 1

O procedimento realizado para vigas e pilares foi o mesmo: cronometrar a execução das atividades de corte e dobra, pré-montagem e posicionamento nas fôrmas de dez vigas e dez pilares, e a quantidade de mão de obra utilizada. A partir do somatório dos índices de cada subtarefa, determinamos o índice total.

Para as lajes, foi cronometrado, a execução do serviço de corte e dobra e montagem nas fôrmas de três lajes, e a mão de obra utilizada. Dividiu-se em armadura positiva e negativa, e foi calculada a média, para que pudesse ter uma amostra mais representativa das lajes observadas. Da mesma forma, foram somados os índices das subtarefas para obter o índice total.

Os dados foram coletados nos meses de março e abril.

✓ Obra 2

Nessa obra os pilares não seguem o mesmo procedimento das vigas, visto que eles são armados já no local das formas, excluindo assim, a fase de pré-montagem. Mas as vigas e as lajes seguiram o mesmo procedimento da Obra 1.

Os dados foram coletados nos meses de junho, julho e agosto.

A diferença entre as datas de coleta, se deu devido à dificuldade de localização de uma segunda obra que atendesse aos critérios estabelecidos e, principalmente, a autorização para a pesquisa, por parte da construtora.

As Figuras 11 e 12 abaixo, mostram as planilhas utilizadas para a coleta de dados em campo.

Figura 11 - Planilha de acompanhamento de serviços de armação – vigas ou pilares

		OBRA X PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE SERVIÇOS DE ARMAÇÃO											
		CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FORMAS			
VIGA/ PILAR	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
OBSERVAÇÕES:													

Fonte: o autor

Figura 12 - Planilha de acompanhamento de serviços de armação - Lajes

LAJES		CORTE E DOBRA				MONTAGEM NAS FÔRMAS			
		DATA	DURAÇÃO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	DURAÇÃO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)
L1	ARMADURA POSITIVA								
	ARMADURA NEGATIVA								
L2	ARMADURA POSITIVA								
	ARMADURA NEGATIVA								
L3	ARMADURA POSITIVA								
	ARMADURA NEGATIVA								
OBSERVAÇÕES:									

Fonte: o autor

3.2.4. Tratamento dos dados

A medida que os dados foram sendo coletados, eles foram sendo tratados e foram gerados os índices de mão de obra dos serviços. Também foram elaboradas planilhas que reúnem os dados obtidos e compatibiliza-os, como mostram as Figuras 13 e 14.

O processo de compatibilização dos dados é o mesmo para os três serviços:

- ✓ Determinação da quantidade de aço armada (Qs): de posse dos projetos estruturais fornecidos pela construtora, retiramos os respectivos pesos (kg) das armaduras dos pilares, das vigas e das lajes em questão; Os Anexos B, C e D, mostram a armadura detalhada de cada viga, pilar e laje.
- ✓ Determinação da Mão de Obra (M.O.): as durações (h), foram coletadas em campo, assim como a quantidade de mão de obra utilizada (H), logo teve-se que multiplicar essa duração pela respectiva mão de obra (H) e obteve-se a quantidade de homens-hora (Hh) tanto para os armadores, quanto para os ajudantes;
- ✓ Determinação dos índices de mão de obra (RUP): com os dados de mão de obra, em Hh, e das devidas quantidades de aço armadas, em kg, foram calculados os índices de mão de obra para os armadores e ajudantes, em h/kg, pela Equação (6):

$$\text{Índice} = RUP = \frac{MO}{Qs} \quad (6)$$

Os Índices totais são determinados pelo somatório dos índices de corte e dobra, pré-montagem e montagem nas fôrmas.

- ✓ Determinação da produtividade da mão de obra (P): dada em kg/h, a produtividade é calculada pelo inverso da RUP, como mostra a Equação (7):

$$P = \frac{1}{RUP} = \frac{Qs}{MO} \quad (7)$$

- ✓ Análise estatística: após serem determinados todos os índices, foi calculada a média aritmética (\bar{X}) para cada serviço, assim como o desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV), usados para a análise da

dispersão dos dados obtidos. Para isso foram utilizadas as Equações (2), (3), (4) e (5), dispostas no item 2.2. Importância da análise estatística.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{S^2} \quad (4)$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (5)$$

- ✓ Determinação dos custos de mão de obra: Obteve-se os custos de mão de obra dos horistas com os engenheiros responsáveis pelas obras em questão. De posse desses valores (acrescidos das leis sociais) e dos índices médios de mão de obra, foram elaboradas as composições de custos de mão de obra, para as duas obras;
- ✓ Comparação dos dados de campo com o TCPO 14: os índices médios de cada serviço obtidos em campo foram comparados com os índices teóricos do TCPO 14, e assim, foi calculado a discrepância entre esses valores através da Equação (8):

$$Variação = \left| \frac{Valor(campo) - Valor(tcpo)}{Valor(campo)} \right| \times 100\% \quad (8)$$

Figura 13 - Planilha de índices de mão de obra - vigas ou pilares

OBRA X														
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA														
VIGA/ PILAR	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL	
	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)
1														
Peso Kg														
2														
Peso Kg														
3														
Peso Kg														
4														
Peso Kg														
5														
Peso Kg														
6														
Peso Kg														
7														
Peso Kg														
8														
Peso Kg														
9														
Peso Kg														
10														
Peso Kg														
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)														
DESVIO PADRÃO														
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)														

Fonte: o autor

Figura 14 - Planilha de índices de mão de obra – Lajes

OBRA X												
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA - LAJES												
LAJE		CORTE E DOBRA				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL		
		M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	
L1	ARMADURA POSITIVA (Peso Kg)											
	ARMADURA NEGATIVA (Peso Kg)											
L2	ARMADURA POSITIVA (Peso Kg)											
	ARMADURA NEGATIVA (Peso Kg)											
L3	ARMADURA POSITIVA (Peso Kg)											
	ARMADURA NEGATIVA (Peso Kg)											
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)												
DESVIO PADRÃO												
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)												

Fonte: o autor

4. RESULTADOS

4.1. Caracterização do campo de estudo

A Tabela 1 mostra as características de cada obra estudada, sabendo que tais peculiaridades influenciam na determinação dos índices de mão de obra.

Tabela 1 - Características das obras estudadas


CARACTERÍSTICAS	OBRA 1	OBRA 2
Quantidade de Armadores	4	6
Quantidade de Ajudantes	2	4
Corte	Serra policorte	Máquina de corte
Dobra	Bancada de dobra	Máquina de dobra
Pavimentos observados	9°, 10° e 11°	1°, 2° e 3°

Fonte: o autor

4.2. Dados coletados

Seguindo os procedimentos descritos no item 3.2.3. Coleta de dados, foram preenchidas as planilhas mostradas nas Figuras 11 e 12. A seguir, as planilhas mostradas nas Figuras 15, 16 e 17, são referentes à Obra 1, e as mostradas nas Figuras 18, 19 e 20, à Obra 2.


Figura 15 - Dados coletados para vigas - Obra 1

												
OBRA 1 PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE SERVIÇOS DE ARMAÇÃO - VIGAS												
VIGA	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FORMAS			
	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)
V1	05/03/2017	0,433	2	2	06/03/2017	0,75	2	-	15/03/2017	0,167	3	2
V2	05/03/2017	0,517	2	2	06/03/2017	0,917	2	-	15/03/2017	0,2	3	2
V3	05/03/2017	0,417	2	2	06/03/2017	0,75	2	-	15/03/2017	0,2	3	2
V4	05/03/2017	0,217	2	2	06/03/2017	0,367	2	-	15/03/2017	0,15	3	2
V5	05/03/2017	0,35	2	2	06/03/2017	0,617	2	-	15/03/2017	0,167	3	2
V6	05/03/2017	0,267	2	2	06/03/2017	0,467	2	-	15/03/2017	0,117	3	2
V7	05/03/2017	1,5	2	2	06/03/2017	2,667	2	-	15/03/2017	0,833	3	2
V8	05/03/2017	0,183	2	2	07/03/2017	0,333	2	-	15/03/2017	0,167	3	2
V9	05/03/2017	0,483	2	2	07/03/2017	0,883	2	-	15/03/2017	0,583	3	2
V10	05/03/2017	1,25	2	2	07/03/2017	2,083	2	-	15/03/2017	0,667	3	2

OBSERVAÇÕES: As vigas são cortadas e dobradas no pavimento subsolo, e são pré-montadas no pavimento térreo. Estas ficam estocadas e são posicionadas no pavimento tipo assim que suas formas estiverem prontas. As vigas 7, 9 e 10 são feitas por partes e são unidas quando são posicionadas nas formas, devido ao peso um pouco mais elevado que as demais.

Fonte: o autor

Figura 16 - Dados coletados para pilares - Obra 1

												
OBRA 1 PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE SERVIÇOS DE ARMAÇÃO - PILARES												
PILAR	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FORMAS			
	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)
P1	08/03/2017	0,8	2	2	09/03/2017	1,317	2	-	23/03/2017	0,233	3	2
P2	08/03/2017	0,6	2	2	09/03/2017	1	2	-	23/03/2017	0,217	3	2
P3	08/03/2017	0,75	2	2	09/03/2017	1,233	2	-	23/03/2017	0,25	3	2
P4	08/03/2017	0,683	2	2	09/03/2017	1,15	2	-	23/03/2017	0,233	3	2
P5	08/03/2017	0,8	2	2	09/03/2017	1,333	2	-	23/03/2017	0,25	3	2
P6	08/03/2017	0,583	2	2	09/03/2017	0,967	2	-	23/03/2017	0,2	3	2
P7	08/03/2017	0,483	2	2	10/03/2017	0,817	2	-	23/03/2017	0,208	3	2
P8	08/03/2017	0,733	2	2	10/03/2017	1,233	2	-	23/03/2017	0,267	3	2
P9	09/03/2017	0,483	2	2	10/03/2017	0,817	2	-	23/03/2017	0,217	3	2
P10	09/03/2017	0,817	2	2	10/03/2017	1,367	2	-	23/03/2017	0,225	3	2
<p>OBSERVAÇÕES: Os pilares são cortados e dobrados no pavimento subsolo, e são pré-montados no pavimento térreo. Estes ficam estocados e são posicionados no pavimento tipo dois dias após a concretagem, amarrando-os às esperas deixadas do pavimento anterior.</p>												

Fonte: o autor


Figura 17 - Dados coletados para Lajes - Obra 1

LAJES		CORTE E DOBRA				MONTAGEM NAS FÔRMAS					
		DATA	DURAÇÃO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	DURAÇÃO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)		
L1	ARMADURA POSITIVA	06/03/2017	6,500	16,750	2	2	16/03/2017	9,000	12,500	4	2
		07/03/2017	9,000				17/03/2017	3,500			
		08/03/2017	1,250								
	ARMADURA NEGATIVA	09/03/2017	3,160	20,160	2	2	17/03/2017	4,500	13,500	4	2
		10/03/2017	8,000				20/03/2017	9,000			
		13/03/2017	9,000								
L2	ARMADURA POSITIVA	23/03/2017	9,000	21,500	2	2	03/04/2017	8,000	16,750	4	2
		24/03/2017	8,000				04/04/2017	5,667			
		27/03/2017	4,500				05/04/2017	3,083			
	ARMADURA NEGATIVA	29/03/2017	9,000	22,000	2	2	05/04/2017	3,500	16,917	4	2
		30/03/2017	9,000				06/04/2017	7,167			
		31/03/2017	5,000				07/04/2017	6,250			
L3	ARMADURA POSITIVA	11/04/2017	6,000	17,000	2	2	24/04/2017	8,000	12,000	4	2
		12/04/2017	9,000				25/04/2017	4,000			
		13/04/2017	2,000								
	ARMADURA NEGATIVA	17/04/2017	1,583	19,583	2	2	25/04/2017	5,000	14,000	4	2
		18/04/2017	9,000				26/04/2017	9,000			
		19/04/2017	9,000								

OBSERVAÇÕES: Os ferros das lajes são cortados e dobrados na bancada de armação, localizada no subsolo, e levados ao pavimento tipo quando as cubetas estão todas posicionadas. A laje L2 teve alguns problemas de falta de material e pessoal da carpintaria, que atrasaram o serviço.

Fonte: o autor


Figura 18 - Dados coletados para vigas - Obra 2

												
OBRA 2 PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE SERVIÇOS DE ARMAÇÃO - VIGAS												
VIGA	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FORMAS			
	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)
V1	01/08/2017	0,4	2	2	01/08/2017	1,5	2	1	10/08/2017	0,4	3	2
V2	01/08/2017	0,8	2	2	01/08/2017	3,5	2	1	10/08/2017	0,833	3	2
V3	01/08/2017	0,483	2	2	01/08/2017	2	2	1	11/08/2017	0,5	3	2
V4	01/08/2017	0,65	2	2	01/08/2017	2,333	2	1	10/08/2017	0,583	3	2
V5	01/08/2017	0,733	2	2	01/08/2017	2,55	2	1	10/08/2017	0,6	3	2
V6	01/08/2017	0,333	2	2	01/08/2017	1,433	2	1	10/08/2017	0,333	2	2
V7	01/08/2017	0,367	2	2	01/08/2017	2,2	1	1	10/08/2017	0,367	2	2
V8	01/08/2017	0,3	2	2	01/08/2017	1,35	1	1	10/08/2017	0,183	2	2
V9	01/08/2017	0,183	2	2	01/08/2017	1,083	1	1	10/08/2017	0,167	2	2
V10	01/08/2017	0,983	2	2	02/08/2017	2,75	4	2	10/08/2017	1,083	3	2

OBSERVAÇÕES: No pavimento térreo é feito o corte e dobra dos ferros das vigas, e sua pré-montagem. Estas ficam estocadas e são montadas no pavimento tipo assim que suas formas estiverem prontas. As vigas 2 e 10 são feitas por partes e são unidas quando são posicionadas nas formas, devido ao tamanho de suas barras.

Fonte: o autor

Figura 19 - Dados coletados para pilares - Obra 2

 <p style="text-align: center;">OBRA 2 PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE SERVIÇOS DE ARMAÇÃO - PILARES</p>												
PILAR	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FORMAS			
	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	TEMPO (h)	ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)
P1	25/07/2017	1,283	1	1	-	-	-	-	02/08/2017	5,417	3	1
P2	25/07/2017	1,3	1	1	-	-	-	-	02/08/2017	5,75	2	1
P3	25/07/2017	0,683	1	1	-	-	-	-	03/08/2017	5,733	3	1
P4	25/07/2017	1,067	1	1	-	-	-	-	03/08/2017	9	2	1
P5	25/07/2017	0,7	1	1	-	-	-	-	03/08/2017	3,25	3	1
P6	25/07/2017	1,317	1	1	-	-	-	-	04/08/2017	5	3	1
P7	25/07/2017	1,5	1	1	-	-	-	-	04/08/2017	3	3	1
P8	25/07/2017	1,417	1	1	-	-	-	-	04,07 /08/2017	9	2	1
P9	26/07/2017	1,75	1	1	-	-	-	-	04/08/2017	8	2	1
P10	26/07/2017	1,667	1	1	-	-	-	-	07/08/2017	9	3	1
<p>OBSERVAÇÕES: Os pilares são cortados e dobrados no pavimento térreo, e são montados diretamente no pavimento tipo, sendo amarrados às esperas deixadas do pavimento anterior.</p>												

Fonte: o autor

Figura 20 - Dados coletados para lajes - Obra 2

LAJES		CORTE E DOBRA				MONTAGEM NAS FÔRMAS					
		DATA	DURAÇÃO (h)		ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)	DATA	DURAÇÃO (h)		ARMADOR (H)	AJUDANTE (H)
L1	ARMADURA POSITIVA	27/06/2017	9,000		2	2	30/06/2017	7,000		5	3
	ARMADURA NEGATIVA	28/06/2017	9,000	12,500	2	2	30/06/2017	1,000	9,500	5	3
		29/06/2017	3,500				03/06/2017	8,500			
L2	ARMADURA POSITIVA	20/07/2017	9,000	11,000	2	2	25/07/2017	8,000		5	3
		21/07/2017	2,000								
	ARMADURA NEGATIVA	21/07/2017	6,000	12,000	2	2	26/07/2017	9,000		5	3
		24/07/2017	6,000								
L3	ARMADURA POSITIVA	02/08/2017	9,000	10,000	2	2	11/08/2017	6,000		5	3
		03/08/2017	1,000								
	ARMADURA NEGATIVA	03/08/2017	8,000	13,000	2	2	14/08/2017	1,500	10,500	5	3
		04/08/2017	5,000				14/07/2017	9,000			

OBSERVAÇÕES: Houve um atraso na laje L2, devido há problemas de compatibilização de projetos, que foram solucionados posteriormente.

Fonte: o autor

4.3. Índices de mão de obra

Fazendo os procedimentos descritos no item 4.2.4. Tratamento de dados, foram preenchidas as planilhas mostradas nas figuras 13 e 14. Foram calculados, com o auxílio do software Excel, os índices de produtividade de mão de obra para cada viga, pilar e laje, para as duas obras. Além disso, também foram calculados os índices médios para cada serviço e o respectivo desvio padrão e coeficiente de variação do conjunto de dados. As Figuras 21, 22 e 23 mostram os resultados para a Obra 1 e as Figuras 24, 25 e 26, para a Obra 2.

Figura 21- Dados de Índices de mão de obra obtidos para vigas - Obra 1

OBRA 1														
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA - VIGAS														
VIGA	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL	
	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)
V1 46,1 Kg	0,866	0,866	0,019	0,019	1,500	-	0,033	-	0,501	0,334	0,011	0,007	0,062	0,026
V2 69,7 Kg	1,034	1,034	0,015	0,015	1,834	-	0,026	-	0,600	0,400	0,009	0,006	0,050	0,021
V3 63,9 Kg	0,834	0,834	0,013	0,013	1,500	-	0,023	-	0,600	0,400	0,009	0,006	0,046	0,019
V4 12,8 Kg	0,434	0,434	0,034	0,034	0,734	-	0,057	-	0,450	0,300	0,035	0,023	0,126	0,057
V5 29,1 Kg	0,700	0,700	0,024	0,024	1,234	-	0,042	-	0,501	0,334	0,017	0,011	0,084	0,036
V6 17,5 Kg	0,534	0,534	0,031	0,031	0,934	-	0,053	-	0,351	0,234	0,020	0,013	0,104	0,044
V7 233,3 Kg	3,000	3,000	0,013	0,013	5,334	-	0,023	-	2,499	1,666	0,011	0,007	0,046	0,020
V8 11,8 Kg	0,366	0,366	0,031	0,031	0,666	-	0,056	-	0,501	0,334	0,042	0,028	0,130	0,059
V9 100,5 Kg	0,966	0,966	0,010	0,010	1,766	-	0,018	-	1,749	1,166	0,017	0,012	0,045	0,021
V10 176,1 Kg	2,500	2,500	0,014	0,014	4,166	-	0,024	-	2,001	1,334	0,011	0,008	0,049	0,022
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)													0,074	0,032
DESVIO PADRÃO													0,034	0,016
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)													46,288%	48,460%

Fonte: o autor

Figura 22 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para pilares - Obra 1

OBRA 1														
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA - PILARES														
PILAR	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL	
	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)
P1 84,1 Kg	1,600	1,600	0,019	0,019	2,634	-	0,031	-	0,699	0,466	0,008	0,006	0,059	0,025
P2 59 Kg	1,200	1,200	0,020	0,020	2,000	-	0,034	-	0,651	0,434	0,011	0,007	0,065	0,028
P3 125,9 Kg	1,500	1,500	0,012	0,012	2,466	-	0,020	-	0,750	0,500	0,006	0,004	0,037	0,016
P4 70,3 Kg	1,366	1,366	0,019	0,019	2,300	-	0,033	-	0,699	0,466	0,010	0,007	0,062	0,026
P5 121 Kg	1,600	1,600	0,013	0,013	2,666	-	0,022	-	0,750	0,500	0,006	0,004	0,041	0,017
P6 64,3 Kg	1,166	1,166	0,018	0,018	1,934	-	0,030	-	0,600	0,400	0,009	0,006	0,058	0,024
P7 62,8 Kg	0,966	0,966	0,015	0,015	1,634	-	0,026	-	0,624	0,416	0,010	0,007	0,051	0,022
P8 146,6 Kg	1,466	1,466	0,010	0,010	2,466	-	0,017	-	0,801	0,534	0,005	0,004	0,032	0,014
P9 43,6 Kg	0,966	0,966	0,022	0,022	1,634	-	0,037	-	0,651	0,434	0,015	0,010	0,075	0,032
P10 90,3 Kg	1,634	1,634	0,018	0,018	2,734	-	0,030	-	0,675	0,450	0,007	0,005	0,056	0,023
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)													0,054	0,023
DESVIO PADRÃO													0,013	0,006
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)													24,551%	24,976%

Fonte: o autor

Figura 23 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para lajes - Obra 1

OBRA 1													
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA - LAJES													
LAJE		CORTE E DOBRA				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL			
		M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)
L1	ARMADURA POSITIVA (3280 Kg)	33,500	33,500	0,010	0,010	37,500	25,000	0,011	0,008	0,022	0,025	0,018	0,017
	ARMADURA NEGATIVA (3945 Kg)	40,320	40,320	0,010	0,010	40,500	27,000	0,010	0,007	0,020		0,017	
L2	ARMADURA POSITIVA (3280 Kg)	43,000	43,000	0,013	0,013	50,250	33,500	0,015	0,010	0,028	0,031	0,023	0,022
	ARMADURA NEGATIVA (3945 Kg)	44,000	44,000	0,011	0,011	50,751	33,834	0,013	0,009	0,024		0,020	
L3	ARMADURA POSITIVA (3280 Kg)	34,000	34,000	0,010	0,010	36,000	24,000	0,011	0,007	0,021	0,025	0,018	0,017
	ARMADURA NEGATIVA (3945 Kg)	39,166	39,166	0,010	0,010	42,000	28,000	0,011	0,007	0,021		0,017	
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)										0,027	0,019		
DESVIO PADRÃO										0,003	0,002		
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)										11,465%	12,971%		

Fonte: o autor

Figura 24 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para vigas - Obra 2

OBRA 2															
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA - VIGAS															
VIGA	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL		
	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	
V1 93,23 Kg	0,800	0,800	0,009	0,009	3,000	1,500	0,032	0,016	1,200	0,800	0,013	0,009	0,054	0,033	
V2 198,63 Kg	1,600	1,600	0,008	0,008	7,000	3,500	0,035	0,018	2,499	1,666	0,013	0,008	0,056	0,034	
V3 163,46 Kg	0,966	0,966	0,006	0,006	4,000	2,000	0,024	0,012	1,500	1,000	0,009	0,006	0,040	0,024	
V4 208,54 Kg	1,300	1,300	0,006	0,006	4,666	2,333	0,022	0,011	1,749	1,166	0,008	0,006	0,037	0,023	
V5 244,31 Kg	1,466	1,466	0,006	0,006	5,100	2,550	0,021	0,010	1,800	1,200	0,007	0,005	0,034	0,021	
V6 72,23 Kg	0,666	0,666	0,009	0,009	2,866	1,433	0,040	0,020	0,666	0,666	0,009	0,009	0,058	0,038	
V7 89,65 Kg	0,734	0,734	0,008	0,008	2,200	2,200	0,025	0,025	0,734	0,734	0,008	0,008	0,041	0,041	
V8 36,41 Kg	0,600	0,600	0,016	0,016	1,350	1,350	0,037	0,037	0,366	0,366	0,010	0,010	0,064	0,064	
V9 17,74 Kg	0,366	0,366	0,021	0,021	1,083	1,083	0,061	0,061	0,334	0,334	0,019	0,019	0,101	0,101	
V10 364,85 Kg	1,966	1,966	0,006	0,006	11,000	5,500	0,033	0,016	3,249	2,166	0,010	0,006	0,048	0,029	
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)													0,053	0,041	
DESVIO PADRÃO													0,019	0,024	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)													36,326%	59,515%	

Fonte: o autor

Figura 25 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para pilares - Obra 2

OBRA 2															
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA - PILARES															
PILAR	CORTE E DOBRA				PRÉ-MONTAGEM				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL		
	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	
P1 248,56 Kg	1,283	1,283	0,005	0,005	-	-	-	-	16,251	5,417	0,065	0,022	0,071	0,027	
P2 364,69 Kg	1,300	1,300	0,004	0,004	-	-	-	-	11,500	5,750	0,032	0,016	0,035	0,019	
P3 543,81 Kg	0,683	0,683	0,001	0,001	-	-	-	-	17,199	5,733	0,032	0,011	0,033	0,012	
P4 529,02 Kg	1,067	1,067	0,002	0,002	-	-	-	-	18,000	9,000	0,034	0,017	0,036	0,019	
P5 234,89 Kg	0,700	0,700	0,003	0,003	-	-	-	-	9,750	3,250	0,042	0,014	0,044	0,017	
P6 318,19 Kg	1,317	1,317	0,004	0,004	-	-	-	-	15,000	5,000	0,047	0,016	0,051	0,020	
P7 293,31 Kg	1,500	1,500	0,005	0,005	-	-	-	-	9,000	3,000	0,031	0,010	0,036	0,015	
P8 411,1 Kg	1,417	1,417	0,003	0,003	-	-	-	-	18,000	9,000	0,044	0,022	0,047	0,025	
P9 276,18 Kg	1,750	1,750	0,006	0,006	-	-	-	-	16,000	8,000	0,058	0,029	0,064	0,035	
P10 638,49 Kg	1,667	1,667	0,003	0,003	-	-	-	-	27,000	9,000	0,042	0,014	0,045	0,017	
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)													0,046	0,021	
DESVIO PADRÃO													0,013	0,007	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)													27,560%	33,016%	

Fonte: o autor

Figura 26 - Dados de Índices de mão de obra obtidos para lajes - Obra 2

OBRA - 2													
PLANILHA DE ÍNDICES DE MÃO DE OBRA - LAJES													
LAJE		CORTE E DOBRA				MONTAGEM NAS FÔRMAS				TOTAL			
		M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	M.O. ARMADOR (Hh)	M.O. AJUDANTE (Hh)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)	ÍNDICE ARMADOR (Hh/Kg)	ÍNDICE AJUDANTE (Hh/Kg)
L1	ARMADURA POSITIVA (peso Kg)	18,000	18,000	0,012	0,012	35,000	21,000	0,023	0,014	0,035	0,036	0,025	0,027
	ARMADURA NEGATIVA (peso Kg)	25,000	25,000	0,013	0,013	47,500	28,500	0,025	0,015	0,038		0,028	
L2	ARMADURA POSITIVA (peso Kg)	22,000	22,000	0,014	0,014	40,000	24,000	0,026	0,016	0,040	0,038	0,030	0,028
	ARMADURA NEGATIVA (peso Kg)	24,000	24,000	0,013	0,013	45,000	27,000	0,024	0,014	0,037		0,027	
L3	ARMADURA POSITIVA (peso Kg)	20,000	20,000	0,013	0,013	30,000	18,000	0,020	0,012	0,033	0,037	0,025	0,028
	ARMADURA NEGATIVA (peso Kg)	26,000	26,000	0,014	0,014	52,500	31,500	0,028	0,017	0,042		0,030	
ÍNDICE MÉDIO (Hh/Kg)										0,037		0,028	
DESVIO PADRÃO										0,003		0,002	
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)										9,244%		8,477%	

Fonte: o autor

Como vemos, Obra 2 é beneficiada pela presença das máquinas de corte e dobra, que aceleram a produtividade da subtarefa Corte e Dobra.

Quanto maior a quantidade de barras com bitolas espessas ($\varnothing 20\text{mm}$ ou $\varnothing 25\text{mm}$), maior quantidade de serviço, já que é dada em kg, e conseqüentemente maior a produtividade. Devido a isso, a Obra 2 apresentou maior produtividade em relação aos serviços de armação de vigas e pilares que a Obra 1.

Para o serviço de armação de lajes, a Obra 1 obteve maior produtividade, visto que o peso da sua laje é maior que o dobro do peso da laje da Obra 2.

4.4. Produtividade de mão de obra

A partir dos índices médios de cada serviço, foram determinadas as produtividades médias para cada obra, usando a Equação (7), posta no software Excel. Os resultados estão mostrados no Quadro 5 abaixo:

Quadro 5- Produtividade média de mão de obra para as Obras 1 e 2

PRODUTIVIDADE MÉDIA DE MÃO DE OBRA (Kg/h)				
Serviço	Obra 1		Obra 2	
	Armador	Ajudante	Armador	Ajudante
Armação de pilares	18,64	44,10	21,62	48,43
Armação de Vigas	13,48	30,77	18,80	24,51
Armação de Lajes	37,42	53,26	26,78	36,16

Fonte: o autor

Da mesma forma pode-se determinar a produtividade prevista no TCPO 14, a partir dos índices das fichas utilizadas, ilustradas nos Quadros 2, 3 e 4. Os resultados estão mostrados no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 - Produtividade média de mão de obra para o TCPO 14

PRODUTIVIDADE MÉDIA DE MÃO DE OBRA		
TCPO 14 (Kg/h)		
Serviço	Armador	Ajudante
Armação de pilares	16,13	9,26
Armação de Vigas	10,75	6,13
Armação de Lajes	19,61	11,24

Fonte: o autor

4.5. Custos de Mão de obra

A Tabela 2, mostra os custos das horas dos armadores e ajudantes, obtidos nos escritórios das empresas construtoras das Obras 1 e 2, acrescidos dos encargos sociais e trabalhistas obtidos do TCPO 14, como explica o item 2.4.4. Custo da mão de obra. O custo unitário da hora de trabalho dos armadores e ajudantes foi o mesmo para as duas obras.

Tabela 2 - Custo dos trabalhadores horistas

Código	Trabalhador	Custo (R\$/h)	Encargos	Custo Final (R\$/h)
01.011.000001. MOD	Armador	R\$ 5,87	129,34%	R\$ 13,46
01.011.000002. MOD	Ajudante de armador	R\$ 4,26	129,34%	R\$ 9,77

Fonte: o autor

A partir desses valores dispostos da Tabela 2, pode-se calcular o custo unitário de mão de obra, R\$/kg, para cada serviço, multiplicando os consumos, em h/kg, pelos seus respectivos custos unitários, em R\$/h. As Figuras 7, 8 e 9, mostram esses quantitativos para o TCPO 14, para a Obra 1 e para a Obra 2, respectivamente.

Quadro 7 - Custo total de mão de obra/kg para o TCPO 14

CUSTO DE MÃO DE OBRA - TCPO 14						
ARMADURA DE AÇO CA-50, CORTE, COBRA E MONTAGEM - UNIDADE KG						
SERVIÇO	COMPONENTES	UND.	CONSUMOS	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL	
					COMP.	SERV.
PILARES	ARMADOR	h	0,062	R\$ 13,47	R\$ 0,84	R\$ 1,89
	AJUDANTE	h	0,108	R\$ 9,77	R\$ 1,06	
VIGAS	ARMADOR	h	0,093	R\$ 13,47	R\$ 1,25	R\$ 2,85
	AJUDANTE	h	0,163	R\$ 9,77	R\$ 1,59	
LAJES	ARMADOR	h	0,051	R\$ 13,47	R\$ 0,69	R\$ 1,56
	AJUDANTE	h	0,089	R\$ 9,77	R\$ 0,87	

Fonte: o autor

Quadro 8 - Custo total de mão de obra/kg para a Obra 1

CUSTO DE MÃO DE OBRA - OBRA 1						
ARMADURA DE AÇO CA-50, CORTE, COBRA E MONTAGEM - UNIDADE KG						
SERVIÇO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL	
					COMP.	SERV.
PILARES	ARMADOR	h	0,054	R\$ 13,47	R\$ 0,72	R\$ 0,94
	AJUDANTE	h	0,023	R\$ 9,77	R\$ 0,22	
VIGAS	ARMADOR	h	0,074	R\$ 13,47	R\$ 1,00	R\$ 1,32
	AJUDANTE	h	0,032	R\$ 9,77	R\$ 0,32	
LAJES	ARMADOR	h	0,027	R\$ 13,47	R\$ 0,36	R\$ 0,54
	AJUDANTE	h	0,019	R\$ 9,77	R\$ 0,18	

Fonte: o autor

Quadro 9 - Custo total de mão de obra/kg para a Obra 2

CUSTO DE MÃO DE OBRA - OBRA 2						
ARMADURA DE AÇO CA-50, CORTE, COBRA E MONTAGEM - UNIDADE KG						
SERVIÇO	COMPONENTES	UNID.	CONSUMOS	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL	
					COMP.	SERV.
PILARES	ARMADOR	h	0,046	R\$ 13,47	R\$ 0,62	R\$ 0,82
	AJUDANTE	h	0,021	R\$ 9,77	R\$ 0,20	
VIGAS	ARMADOR	h	0,053	R\$ 13,47	R\$ 0,72	R\$ 1,12
	AJUDANTE	h	0,041	R\$ 9,77	R\$ 0,40	
LAJES	ARMADOR	h	0,037	R\$ 13,47	R\$ 0,50	R\$ 0,77
	AJUDANTE	h	0,028	R\$ 9,77	R\$ 0,27	

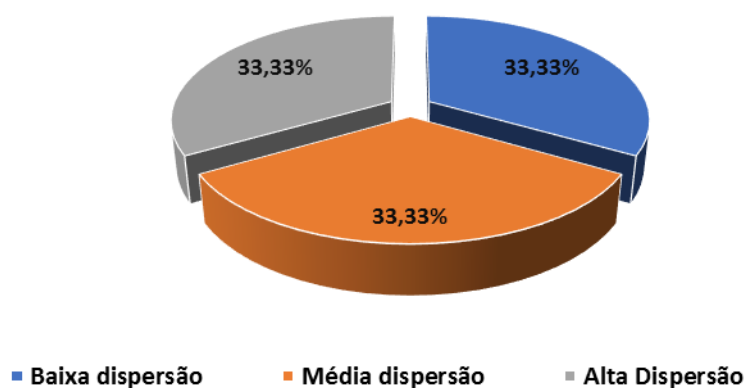
Fonte: o autor

5. ANÁLISES

5.1. Dispersão dos dados

Os coeficientes de variação da Obra 1 variaram de 11,47% a 48,46%, onde 33,33% dos dados apresentam valores de baixa dispersão, 33,33% de média dispersão e 33,33% de alta dispersão. Como ilustra o gráfico da Figura 27, obtido a partir dos valores encontrados nas planilhas mostradas nas Figuras 21, 22 e 23.

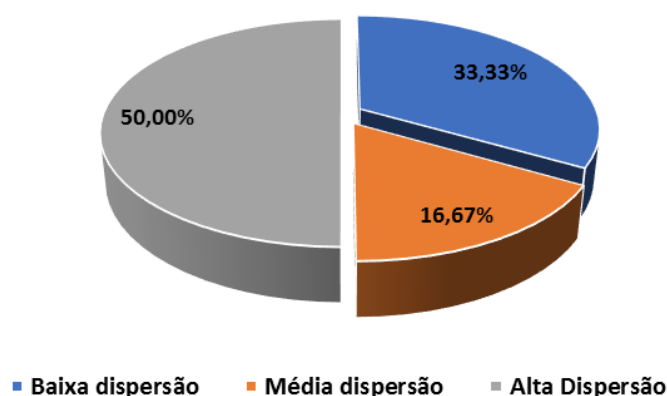
Figura 27 - Classificação da dispersão dos dados - Obra 1



Fonte: o autor

Na Obra 2, os coeficientes variaram de 8,48% a 59,52%, onde 16,67% dos dados apresentam valores de baixa dispersão, 33,33% de média dispersão e 50% de alta dispersão. Como ilustra o gráfico da Figura 28, obtido a partir dos valores encontrados nas planilhas mostradas nas Figuras 24, 25 e 26.

Figura 28 - Classificação da dispersão dos dados - Obra 2



Fonte: o autor

Tais dispersões em torno da média, são consequência da obtenção de dados apropriados e, portanto, sujeitos a diversos fatores de produção. Dentre esses fatores, podemos citar as diferenças entre as dimensões e os pesos dos pilares e vigas analisados e o grau de dificuldade de execução de cada elemento, visto que cada um possui características particulares.

5.2. Comparação das Produtividades: Campo X TCPO

A partir da Equação (8) e dos Quadros 5 e 6, comparamos as produtividades de mão de obra entre o TCPO 14 e as obras analisadas, a fim de verificar as distorções entre o teórico e o real. Os resultados estão representados nos Quadros 10 e 11, abaixo:

Quadro 10 - Análise comparativa da produtividade da mão de obra: TCPO 14 X Obra 1

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA ENTRE O TCPO 14 E A OBRA 1					
ARMADURA DE AÇO CA-50, CORTE, COBRA E MONTAGEM - UNIDADE KG					
SERVIÇO	COMPONENTES	UNID.	PRODUTIVIDADE TCPO 14	PRODUTIVIDADE OBRA 1	TAXA DE VARIAÇÃO
PILARES	ARMADOR	kg/h	16,129	18,639	13,466%
	AJUDANTE	kg/h	9,259	44,101	79,004%
VIGAS	ARMADOR	kg/h	10,753	13,476	20,211%
	AJUDANTE	kg/h	6,135	30,771	80,062%
LAJES	ARMADOR	kg/h	19,608	37,422	47,604%
	AJUDANTE	kg/h	11,236	53,257	78,902%

Fonte: o autor

Na Obra 1, o componente Armador, apresentou uma maior variação no serviço de armação de lajes (47,60%) e se aproximou mais do TCPO, no serviço de armação de pilares (13,47%). O componente ajudante, apresentou uma maior variação no serviço de armação de vigas (80,06%) e se aproximou mais do TCPO, no serviço de armação de lajes (78,90%).

Quadro 11 - Análise comparativa da produtividade da mão de obra: TCPO 14 X Obra 2

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA ENTRE O TCPO 14 E A OBRA 2					
ARMADURA DE AÇO CA-50, CORTE, COBRA E MONTAGEM - UNIDADE KG					
SERVIÇOS	COMPONENTES	UNID.	PRODUTIVIDADE TCPO 14	PRODUTIVIDADE OBRA 2	TAXA DE VARIAÇÃO
PILARES	ARMADOR	kg/h	16,129	21,620	25,398%
	AJUDANTE	kg/h	9,259	48,432	80,882%
VIGAS	ARMADOR	kg/h	10,753	18,801	42,809%
	AJUDANTE	kg/h	6,135	24,509	74,968%
LAJES	ARMADOR	kg/h	19,608	26,783	26,790%
	AJUDANTE	kg/h	11,236	36,158	68,925%

Fonte: o autor

Na Obra 2, o componente Armador, apresentou uma maior variação no serviço de armação de vigas (42,81%) e se aproximou mais do TCPO, no serviço de armação de pilares (25,40%). O componente ajudante, apresentou uma maior variação no serviço de armação de pilares (80,88%) e se aproximou mais do TCPO, no serviço de armação de lajes (68,93%).

Observando os Quadros 10 e 11, vemos que a execução dos serviços estudados nas Obras 1 e 2 apresentaram distorções em relação ao TCPO 14. A variação entre os índices dos ajudantes de campo, em relação ao TCPO foram muito grandes, da ordem de 80%, isso decorre do fato de que o TCPO 14 considera uma quantidade maior de ajudantes em relação à de armadores para os serviços em questão, cerca de 1,75 ajudantes para cada armador. A equipe de trabalho da Obra 1 conta com 4 armadores e 3 ajudantes, cerca de 0,75 ajudantes por armador, e a Obra 2, conta com 6 armadores e 4 ajudantes, cerca de 0,67 ajudantes por armador.

5.3. Comparação dos custos: campo X TCPO

A partir de Equação 8 e dos Quadros 7, 8 e 9, analisou-se as consequências das distorções verificadas nos índices de mão de obra nos custos dos serviços entre o TCPO 14 e as obras estudadas. Os resultados dessa análise, estão expostos nos Quadros 12 e 13, a seguir:

Quadro 12 - Análise comparativa dos custos de mão de obra: TCPO 14 X Obra 1

ANÁLISE DO CUSTO DE MÃO DE OBRA ENTRE O TCPO 14 E A OBRA 1				
ARMADURA DE AÇO CA-50, CORTE, COBRA E MONTAGEM - UNIDADE KG				
SERVIÇO	UNID.	CUSTO TCPO 14	CUSTO OBRA 1	TAXA DE VARIÇÃO
PILARES	R\$/h	R\$ 1,89	R\$ 0,94	100,198%
VIGAS	R\$/h	R\$ 2,85	R\$ 1,32	116,031%
LAJES	R\$/h	R\$ 1,56	R\$ 0,54	186,439%

Fonte: o autor

Quadro 13 - Análise comparativa dos custos de mão de obra: TCPO 14 X Obra 2

ANÁLISE DO CUSTO DE MÃO DE OBRA ENTRE O TCPO 14 E A OBRA 2				
ARMADURA DE AÇO CA-50, CORTE, COBRA E MONTAGEM - UNIDADE KG				
SERVIÇO	UNID.	CUSTO TCPO 14	CUSTO OBRA 2	TAXA DE VARIÇÃO
PILARES	R\$/h	R\$ 1,89	R\$ 0,82	129,194%
VIGAS	R\$/h	R\$ 2,85	R\$ 1,12	155,160%
LAJES	R\$/h	R\$ 1,56	R\$ 0,77	101,322%

Fonte: o autor

Os custos de mão de obra dos serviços foram dados pelo somatório dos custos dos armadores e ajudantes, a partir disto observamos que a taxa de variação entre os custos de campo e o TCPO 14 foram todas superiores a 100%, o que mostra que ambas as obras estão gastando, no máximo a metade do que o previsto em orçamento.

6. CONCLUSÕES

Para um melhor entendimento, foi feita a conclusão por tópicos e, diante dos resultados obtidos na pesquisa, podemos concluir:

I. Em relação aos índices de mão de obra e produtividades encontrados

A partir dos valores obtidos, observamos que a Obra 2 apresentou maior produtividade que a Obra 1, nos serviços de armação de vigas e pilares, e a Obra 1 obteve maior produtividade no serviço de armação de lajes. Os fatores que influenciaram tais dados foram a diferença no procedimento de corte e dobra, a variação de peso dos elementos estudados e os níveis dos pavimentos analisados.

II. Em relação à dispersão dos dados

A Obra 2 apresentou um pouco mais dispersos, ou seja, mais distantes da média, que a Obra 1. No geral, os coeficientes de dispersão variaram de 8,48% a 59,52%, que são valores próximos ao intervalo médio, e portanto, coerentes, já que diversos fatores interferem na produtividade da mão de obra nesses serviços.

III. Em relação aos custos de mão de obra encontrados

Sabe-se que índices menores geram custos menores, visto que quanto mais baixo o índice de mão de obra, maior é a produtividade da equipe. Assim, a Obra 2 teve um menor custo unitário no serviço de armação de vigas e pilares, e um maior custo no serviço de armação de Lajes, em relação a Obra 1.

IV. Em relação à variação entre a produtividade de campo e do TCPO 14

Comparando os dados obtidos, observa-se que todos os valores de produtividade de campo foram superiores aos previstos no TCPO 14, isso significa que a equipe de armação das duas obras está produzindo bem mais do que o valor previsto como limite. Os valores de produtividade dos ajudantes tiveram variações maiores que os dos armadores, isso decorre da incompatibilidade das considerações do TCPO e da realidade das obras estudadas em relação à equipe de serviço.

V. Em relação à comparação entre os custos de mão de obra de campo e os do TCPO 14

As taxas de variação entre o orçado e o gasto, para esses serviços foram todas maiores que 100%, o que mostra que as equipes de armação das duas obras não estão dando prejuízo ao orçamento. Porém, entende-se que se houver um investimento maior na medição da produtividade no canteiro de obras, é possível obter dados, que retratem mais fielmente a realidade da obra e da empresa, a partir de índices de mão de obra próprios, já que foi observada grande variação em relação ao TCPO 14.

Uma sugestão seria que cada empresa estabeleça, através de acompanhamento estatístico a própria produtividade não só para o serviço de armação, mas para todos os serviços em execução da sua obra. Assim, é possível ter sob controle e domínio seu processo orçamentário e, como resultado deste fato, conseguir que os desvios orçamentários ocorridos entre o momento de elaboração de uma proposta de serviços ou obras e aqueles apurados quando da efetiva realização, sejam mínimos.

Além disso, atuando a empresa em regiões diversas e que apresentam recursos, técnicas e disponibilidade de materiais e mão de obra distintos, recomenda-se o estabelecimento de índices de produtividade para cada região.

✓ Sugestões para trabalhos futuros:

- 1) Análise da produtividade da mão de obra nos demais serviços da área de construção de Edifícios;
- 2) Análise dos fatores que influenciam na produtividade de mão de obra para cada serviço;
- 3) Análise dos índices de materiais e equipamentos para cada serviço;
- 4) Estudos comparativos de produtividade com outras bases de dados para orçamentação, a exemplo o SINAPI.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. O. C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** São Paulo, 2000. 385p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480: Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.** Rio de Janeiro, 1996. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.

AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O.C.; **Orçamento de obras – Construção Civil,** Universidade do Sul de Santa Catarina Curso de Arquitetura e Urbanismo Planejamento e Gerenciamento de Obras: 2003

BARROS, M. M. S.B.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios.** São Paulo: Projeto Epusp/Senai. 1998, 40p.

Concreto armado. Disponível em: <
<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/armados.html>> Acesso em: 12 jun. 2017.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e Estatística.** Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003. 116 p.

FREIRE, T. M. **Produção de estruturas de concreto armado, moldadas in loco, para edificações:** caracterização das principais tecnologias e formas de gestão adotadas em São Paulo. 2001.

KELLOGG, J.C.; HOWELL, G.E.; TAYLOR, D.C. **Modelo de hierarquia de produtividade construção.** Revista da divisão de construção. v.107, 1981

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações.** 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos.** São Paulo: Pini, 2006. 281 p.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: Pini, 2010. 419 p

Medidas de dispersão: variância e desvio padrão. Disponível em: <
<http://brasilecola.uol.com.br/matematica/medidas-dispersao-variancia-desvio-padrao.htm>> Acesso em: 03 jul, 2017.

MENDES, A. L.; BASTOS, P. R. L.; **Encargos sociais nos orçamentos da construção civil,** TCU, Brasília, 2001.

MEULAM, A. **Orçamento na construção civil**, 2008. São Paulo, FAG – Faculdade Assis Gurgacz, 2008.

MINGIONE, C. M. **Produtividade na montagem de estruturas de aço para edifícios**. 2016. 394 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Programa de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

PIANA, C. F. de B.; MACHADO, A. de A.; SELAU, L. P. R.; **Estatística Básica**. Pelotas: 2009.

PINI. **TCPO 14: Tabela de Composições de Preços Para Orçamentos**. São Paulo: Pini, 2012. 659 p.

PINIWEB. **O que é a base TCPO**. Disponível em: < http://tcpoweb.pini.com.br/home/base_tcpo.html> Acesso em: 06 jun. 2017.

PINIWEB. **Produtividade da mão-de-obra**. 2001. Disponível em: < <http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/produktividade-da-mao-de-obra-82194-1.aspx> > Acesso em: 06 jun. 2017.

Produtos – FELIFER: Ferro e aço. Disponível em:< <http://felifer.com.br/Produtos/produtos.php>> Acesso em: 15 jun. 2017.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. 1ed., São Paulo, PINI, 2006. 122p.

SOUZA, U. E. L.. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Salvador. Anais... Salvador: ANTAC, 2000.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Pini, 2006. 367 p.

ANEXOS

Nos anexos estão apresentados:

ANEXO A: Modelo de documento de autorização de pesquisa;

ANEXO B: Quadro de aço das vigas das Obras 1 e 2;

ANEXO C: Quadro de aço dos pilares das Obras 1 e 2;

ANEXO D: Quadro resumo de aço das lajes das Obras 1 e 2;

ANEXO A: MODELO DE DOCUMENTO DE AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA



AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA

Eu, _____, Engenheiro Responsável, tenho ciência e autorizo a coleta de dados de produtividade da pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso intitulada ANÁLISE DOS ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA NO SERVIÇO DE ARMAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO – LAJES, VIGAS E PILARES, coordenada pelo Prof. Msc. Macel Wallace Queiroz Fernandes, e desenvolvida pelo aluno de graduação Werley Targino de Araújo do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Campina Grande, na obra _____ localizada à _____, n° _____, Bairro _____, na cidade de Campina Grande - PB, da empresa _____. Portanto, o pesquisador terá livre acesso ao espaço físico da obra e permissão de divulgação dos dados de produtividade coletados na obra dos serviços de armação de lajes, vigas e pilares. Autorizo a divulgação dos dados coletados, sem a divulgação do nome da empresa e da obra.

Campina Grande, ____ de _____ de _____.

Nome - Engenheiro Civil Responsável Técnico

Macel Wallace Queiroz Fernandes – Professor Orientador

Werley Targino de Araújo – Aluno Pesquisador

ANEXO B: QUADRO DE AÇO DAS VIGAS DAS OBRAS 1 E 2

OBRA 1						
Elemento	Posição	Diâmetro	Quant.	Comp. (cm)	Total (cm)	Peso (kg)
V1	1	Ø 8	2	770	1540	6,71
	2	Ø 12,5	3	770	2310	24,42
	3	Ø 12,5	1	440	440	4,62
	4	Ø 5	4	665	2660	4,62
	5	Ø 5	24	138	3312	5,72
	Total + 10%					
V2	1	Ø 12,5	1	275	275	2,86
	2	Ø 12,5	1	225	225	2,42
	3	Ø 8	2	900	1800	7,81
	4	Ø 16	2	925	1850	32,12
	5	Ø 16	1	615	615	10,67
	6	Ø 5	4	855	3420	5,94
	7	Ø 5	33	138	4554	7,81
	Total + 10%					
V3	1	Ø 12,5	1	235	235	2,53
	2	Ø 12,5	1	240	240	2,53
	3	Ø 8	2	925	1850	8,03
	4	Ø 16	2	925	1850	32,12
	5	Ø 16	1	625	625	10,89
	6	Ø 5	33	138	4554	7,81
	Total + 10%					
V4	1	Ø 10	5	321	1605	10,89
	2	Ø 5	11	98	1078	1,87
	Total + 10%					
V5	1	Ø 6,3	1	215	215	0,55
	2	Ø 8	2	620	1240	5,39
	3	Ø 12,5	2	645	1290	13,64
	4	Ø 12,5	1	455	455	4,84
	5	Ø 5	28	98	2744	4,73
	Total + 10%					
V6	1	Ø 10	4	465	1860	12,65
	2	Ø 10	1	210	210	1,43
	3	Ø 5	20	98	1960	3,41
	Total + 10%					
V7	1	Ø 20	2	430	860	23,32
	2	Ø 5	2	205	410	0,66
	3	Ø 20	2	550	1100	29,81
	4	Ø 5	2	320	640	1,1
	5	Ø 25	2	595	1190	50,49
	6	Ø 8	2	440	880	3,85
	7	Ø 16	2	915	1830	31,79

	8	Ø 12,5	2	755	1510	15,95
	9	Ø 12,5	1	425	425	4,51
	10	Ø 16	1	640	640	11,11
	11	Ø 12,5	1	390	390	4,18
	12	Ø 12,5	2	880	1760	18,7
	13	Ø 5	4	875	3500	6,05
	14	Ø 5	4	665	2660	4,62
	15	Ø 5	4	860	3440	5,94
	16	Ø 5	89	138	12282	21,23
Total + 10%						233,3
V8	1	Ø 10	2	325	650	4,4
	2	Ø 10	2	350	700	4,73
	3	Ø 10	1	145	145	0,99
	4	Ø 5	10	98	980	1,65
Total + 10%						11,8
V9	1	Ø 16	1	1152	1152	20,02
	2	Ø 16	2	1143	2286	39,71
	3	Ø 12,5	2	1143	2286	24,2
	4	Ø 12,5	1	350	350	3,74
	5	Ø 12,5	1	200	200	2,09
	6	Ø 5	45	138	6210	10,67
Total + 10%						100,5
V10	1	Ø 12,5	1	185	185	1,98
	2	Ø 16	2	460	920	15,95
	3	Ø 16	4	435	1740	30,25
	4	Ø 16	2	585	1170	20,35
	5	Ø 16	2	575	1150	20,02
	6	Ø 8	2	640	1280	5,61
	7	Ø 12,5	2	1013	2026	21,45
	8	Ø 12,5	1	425	425	4,51
	9	Ø 12,5	1	605	605	6,38
	10	Ø 12,5	2	903	1806	19,14
	11	Ø 5	4	860	3440	5,94
	12	Ø 5	4	905	3620	6,27
	13	Ø 5	64	138	8832	15,29
	14	Ø 6,3	8	140	1120	2,97
Total + 10%						176,1
OBRA 2						
V1	1	Ø 12,5	6	270	1620	15,60
	2	Ø 12,5	4	565	2260	21,76
	3	Ø 6,3	10	508	5080	12,45
	4	Ø 12,5	3	605	1815	17,48
	5	Ø 6,3	29	176	5104	12,50
	6	Ø 10	8	82	656	4,05
	7	Ø 12,5	2	94	188	1,81

	8	Ø 8	2	102	204	0,81
	9	Ø 10	6	183	1098	6,77
	Total + 10%					93,23
V2	1	Ø 12,5	335	2	670	6,45
	2	Ø 12,5	225	4	900	8,67
	3	Ø 16	795	2	1590	25,09
	4	Ø 16	495	2	990	15,62
	5	Ø 16	290	2	580	9,15
	6	Ø 12,5	695	2	1390	13,39
	7	Ø 12,5	365	2	730	7,03
	8	Ø 12,5	215	2	430	4,14
	9	Ø 6,3	513	20	10260	25,14
	10	Ø 12,5	465	2	930	8,96
	11	Ø 12,5	550	6	3300	31,78
	12	Ø 12,5	325	1	325	3,13
	13	Ø 6,3	176	53	9328	22,85
	14	Ø 8	102	4	408	1,61
	15	Ø 10	87	4	348	2,15
	16	Ø 10	183	12	2196	13,55
Total + 10%					198,63	
V3	1	Ø 16	2	910	1820	28,72
	2	Ø 16	2	335	670	10,57
	3	Ø 6,3	2	330	660	1,62
	4	Ø 16	3	740	2220	35,03
	5	Ø 16	2	540	1080	17,04
	6	Ø 16	5	440	2200	34,72
	7	Ø 6,3	59	186	10974	26,89
	8	Ø 6,3	2	110	220	0,54
	9	Ø 10	2	97	194	1,20
	10	Ø 10	6	193	1158	7,14
Total + 10%					163,46	
V4	1	Ø 16	385	2	770	12,15
	2	Ø 16	325	2	650	10,26
	3	Ø 6,3	265	2	530	1,30
	4	Ø 16	1055	2	2110	33,30
	5	Ø 16	670	2	1340	21,15
	6	Ø 16	400	2	800	12,62
	7	Ø 6,3	880	10	8800	21,56
	8	Ø 20	405	1	405	9,99
	9	Ø 20	955	2	1910	47,10
	10	Ø 5	175	13	2275	3,50
	11	Ø 6,3	176	51	8976	21,99
	12	Ø 5	99	4	396	0,61
	13	Ø 5	79	2	158	0,24
	14	Ø 12,5	94	2	188	1,81

	15	Ø 12,5	190	6	1140	10,98
	Total + 10%					208,54
V5	1	Ø 20	535	2	1070	26,39
	2	Ø 20	275	4	1100	27,13
	3	Ø 16	1065	2	2130	33,61
	4	Ø 16	575	2	1150	18,15
	5	Ø 16	455	2	910	14,36
	6	Ø 6,3	870	12	10440	25,58
	7	Ø 16	705	2	1410	22,25
	8	Ø 16	895	2	1790	28,25
	9	Ø 6,3	200	12	2400	5,88
	10	Ø 16	200	3	600	9,47
	11	Ø 6,3	186	73	13578	33,27
	Total + 10%					244,31
V6	1	Ø 10	3	255	765	4,72
	2	Ø 10	4	98	392	2,42
	3	Ø 12,5	2	460	920	8,86
	4	Ø 6,3	8	534	4272	10,47
	5	Ø 12,5	2	580	1160	11,17
	6	Ø 16	3	283	849	13,40
	7	Ø 16	2	220	440	6,94
	8	Ø 6,3	36	156	5616	13,76
	9	Ø 5	2	59	118	0,18
	10	Ø 5	2	99	198	0,30
	Total + 10%					72,23
V7	1	Ø 12,5	6	190	1140	10,98
	2	Ø 10	8	98	784	4,84
	3	Ø 6,3	10	806	8060	19,75
	4	Ø 6,3	2	540	1080	2,65
	5	Ø 12,5	2	855	1710	16,47
	6	Ø 12,5	2	595	1190	11,46
	7	Ø 6,3	52	176	9152	22,42
	8	Ø 5	4	99	396	0,61
	9	Ø 5	4	79	316	0,49
	Total + 10%					89,65
V8	1	Ø 5	2	315	630	0,97
	2	Ø 10	6	160	960	5,92
	3	Ø 10	3	570	1710	10,55
	4	Ø 10	1	555	555	3,42
	5	Ø 5	34	145	4930	7,59
	6	Ø 6,3	6	541	3246	7,95
	Total + 10%					36,41
V9	1	Ø 12,5	2	310	620	5,97
	2	Ø 10	2	280	560	3,46
	3	Ø 10	1	185	185	1,14

	4	Ø 5	15	145	2175	3,35
	5	Ø 6,3	6	260	1560	3,82
	Total + 10%					17,74
V10	1	Ø 16	8	116	928	14,64
	2	Ø 12,5	3	190	570	5,49
	3	Ø 8	12	178	2136	8,44
	4	Ø 5	12	99	1188	1,83
	5	Ø 5	12	79	948	1,46
	6	Ø 16	2	400	800	12,62
	7	Ø 6,3	2	405	810	1,98
	8	Ø 6,3	10	785	7850	19,23
	9	Ø 16	2	815	1630	25,72
	10	Ø 10	20	98	1960	12,09
	11	Ø 6,3	149	176	26224	64,25
	12	Ø 16	2	335	670	10,57
	13	Ø 16	3	530	1590	25,09
	14	Ø 6,3	2	280	560	1,37
	15	Ø 16	2	785	1570	24,77
	16	Ø 6,3	10	778	7780	19,06
	17	Ø 16	2	660	1320	20,83
	18	Ø 16	2	390	780	12,31
	19	Ø 16	2	830	1660	26,19
	20	Ø 6,3	10	803	8030	19,67
	21	Ø 6,3	2	380	760	1,86
	22	Ø 12,5	3	185	555	5,34
Total + 10%					334,85	

ANEXO C: QUADRO DE AÇO DOS PILARES DAS OBRAS 1 E 2

OBRA 1						
Elemento	Posição	Diâmetro	Quant.	Comp. (cm)	Total (cm)	Peso (kg)
P1	1	Ø 12,5	7	345	2415	25,63
	2	Ø 12,5	5	320	1600	16,94
	3	Ø 12,5	6	345	2070	21,89
	4	Ø 12,5	5	80	400	4,29
	5	Ø 5	40	158	6320	10,89
	6	Ø 5	80	32	2560	4,40
	Total + 10%					
P2	1	Ø 12,5	2	320	640	6,82
	2	Ø 12,5	10	345	3450	36,41
	3	Ø 12,5	2	80	160	1,65
	4	Ø 5	25	199	4975	8,58
	5	Ø 5	100	32	3200	5,50
	Total + 10%					
P3	1	Ø 16	16	355	5680	98,56
	2	Ø 12,5	2	345	690	7,26
	3	Ø 5	20	209	4180	7,26
	4	Ø 5	40	106	4240	7,37
	5	Ø 5	40	37	1480	2,53
	6	Ø 5	20	87	1740	2,97
	Total + 10%					
P4	1	Ø 12,5	10	345	3450	36,41
	2	Ø 12,5	4	320	1280	13,53
	3	Ø 12,5	2	80	160	1,65
	4	Ø 5	50	161	8050	13,86
	5	Ø 5	75	37	2775	4,84
	Total + 10%					
P5	1	Ø 16	5	325	1625	28,27
	2	Ø 16	11	355	3905	67,76
	3	Ø 12,5	3	80	240	2,53
	4	Ø 5	25	209	5225	9,02
	5	Ø 5	25	113	2825	4,84
	6	Ø 5	75	37	2775	4,84
	7	Ø 5	25	87	2175	3,74
	Total + 10%					
P6	1	Ø 12,5	14	345	4830	51,15
	2	Ø 5	20	169	3380	5,83
	3	Ø 5	20	99	1980	3,41
	4	Ø 5	60	37	2220	3,85
	Total + 10%					
P7	1	Ø 12,5	14	345	4830	51,15

	2	Ø 5	25	169	4225	7,26
	3	Ø 5	25	99	2475	4,29
	Total + 10%					62,80
P8	1	Ø 16	3	325	975	16,94
	2	Ø 16	14	355	4970	86,24
	3	Ø 16	1	310	310	5,39
	4	Ø 16	2	345	690	11,99
	5	Ø 6,3	20	209	4180	11,22
	6	Ø 6,3	40	101	4040	10,89
	7	Ø 6,3	40	37	1480	3,96
Total + 10%					146,60	
P9	1	Ø 10	14	340	4760	32,23
	2	Ø 5	25	169	4225	7,26
	3	Ø 5	25	98	2450	4,18
	Total + 10%					43,60
P10	1	Ø 12,5	20	345	6900	73,15
	2	Ø 5	20	169	3380	5,83
	3	Ø 5	140	37	5180	8,91
	4	Ø 5	20	67	1340	2,31
	Total + 10%					90,30
OBRA 2						
P1	1	Ø 16	30	364	10920	172,32
	2	Ø 16	4	298	1192	18,81
	3	Ø 6,3	20	436	8720	21,36
	4	Ø 6,3	40	182	7280	17,84
	5	Ø 6,3	120	62	7440	18,23
	Total + 10%					248,56
P2	1	Ø 20	34	380	12920	318,61
	2	Ø 6,3	19	436	8284	20,30
	3	Ø 6,3	19	182	3458	8,47
	4	Ø 6,3	114	62	7068	17,32
	Total + 10%					364,69
P3	1	Ø 25	18	600	10800	416,12
	2	Ø 8	50	314	15700	62,02
	3	Ø 8	25	206	5150	20,34
	4	Ø 8	150	76	11400	45,03
	Total + 10%					543,51
P4	1	Ø 25	28	400	11200	431,54
	2	Ø 8	20	498	9960	39,34
	3	Ø 8	40	196	7840	30,97
	4	Ø 8	80	86	6880	27,18
	Total + 10%					529,02
P5	1	Ø 16	16	600	9600	151,49
	2	Ø 16	2	498	996	15,72
	3	Ø 6,3	25	478	11950	29,28

	4	Ø 6,3	25	201	5025	12,31
	5	Ø 6,3	150	71	10650	26,09
	Total + 10%					234,89
P6	1	Ø 16	34	400	13600	214,61
	2	Ø 6,3	20	478	9560	23,42
	3	Ø 6,3	20	196	3920	9,60
	4	Ø 6,3	120	240	28800	70,56
	Total + 10%					318,19
P7	1	Ø 16	20	600	12000	189,36
	2	Ø 16	4	498	1992	31,43
	3	Ø 6,3	50	294	14700	36,02
	4	Ø 6,3	25	200	5000	12,25
	5	Ø 6,3	150	66	9900	24,26
	Total + 10%					293,31
P8	1	Ø 20	22	380	8360	206,16
	2	Ø 20	16	298	4768	117,58
	3	Ø 6,3	40	310	12400	30,38
	4	Ø 6,3	280	68	19040	46,65
	5	Ø 6,3	20	211	4220	10,34
	Total + 10%					411,10
P9	1	Ø 12,5	56	350	19600	188,75
	2	Ø 12,5	4	298	1192	11,48
	3	Ø 6,3	20	622	12440	30,48
	4	Ø 6,3	40	146	5840	14,31
	5	Ø 6,3	300	38	11400	27,93
	6	Ø 6,3	40	33	1320	3,23
	Total + 10%					276,18
P10	1	Ø 16	2	380	760	11,99
	2	Ø 16	54	298	16092	253,93
	3	Ø 8	60	434	26040	102,86
	4	Ø 8	60	346	20760	82,00
	5	Ø 8	720	66	47520	187,70
	Total + 10%					638,49

ANEXO D: QUADRO RESUMO DE AÇO DAS LAJES DAS OBRAS 1 E 2

OBRA 1			
Elemento	Diâmetro	Comp. Total (cm)	Peso (kg)
Armadura Positiva	Ø 16	783	1359
	Ø 12,5	1559,7	1653
	Ø 10	360,1	244
	Ø 8	54,7	24
	Total + 10 %		
Armadura Negativa	Ø 25	327	1386
	Ø 20	407,6	1106
	Ø 16	480	834
	Ø 12,5	426,9	452
	Ø 10	141,8	97
	Ø 8	104,8	46
	Ø 6,3	89,1	24
	Total + 10 %		
OBRA 2			
Armadura Positiva	Ø 16	8,08	12,75
	Ø 12,5	211,56	203,74
	Ø 10	1207,09	744,78
	Ø 8	1107,46	437,45
	Ø 6,3	555,12	136
	Total + 10 %		
Armadura Negativa	Ø 12,5	12,2	11,75
	Ø 10	219,5	135,43
	Ø 8	3852,02	1521,55
	Ø 6,3	895,86	219,49
	Total + 10 %		