



Universidade Federal de Santa Catarina

Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia Civil

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE  
OBRA EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO  
– COM LAJE NERVURADA**

Bruno Baptista Ramos

FLORIANÓPOLIS / SC

2014



Universidade Federal de Santa Catarina

Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia Civil

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE  
OBRA EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO  
– COM LAJE NERVURADA**

Acadêmico: Bruno Baptista Ramos – 09236069

Orientadora: Fernanda Fernandes Marchiori

FLORIANÓPOLIS / SC

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ramos, Bruno Baptista  
ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM ESTRUTURA DE  
CONCRETO ARMADO : COM LAJE NERVURADA / Bruno Baptista  
Ramos ; orientadora, Fernanda Fernandes Marchiori -  
Florianópolis, SC, 2014.  
128 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.  
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. PRODUTIVIDADE. 3. CONCRETO  
ARMADO. 4. MÃO DE OBRA. 5. CONSTRUÇÃO CIVIL. I. Marchiori,  
Fernanda Fernandes. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

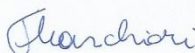
**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM ESTRUTURA DE  
CONCRETO ARMADO COM LAJE NERVURADA**

BRUNO BAPTISTA RAMOS

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, no curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Luis A. Gomez, Dr

**Banca Examinadora**



---

Profª Fernanda Fernandes Marchiori, Dr.

Orientadora

Profª Cristine do Nascimento Mutti, Dr.

Banca Examinadora

Engº Thiago Garcia Oleiniski

Banca Examinadora

FLORIANÓPOLIS

2014

## **Dedicatória**

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso aos meus pais e avós que sempre estiveram ao meu lado dando o apoio necessário para que eu pudesse realizar meus sonhos e objetivos.

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, pela compreensão, apoio e contribuição para minha formação acadêmica. Meus avós que sempre me incentivaram para a realização dos meus ideais. À minha namorada, que sempre esteve ao meu lado.

À professora Fernanda F. Marchiori, que me orientou da melhor forma possível na montagem desse trabalho.

Ao Engenheiro Thiago G. Oleiniski por todo o auxílio dado ao longo de todo o trabalho.

Aos trabalhadores da construção do edifício objeto do presente estudo, pela ajuda na coleta dos dados para a realização desse trabalho.

## **Resumo**

O objetivo do trabalho é analisar a produtividade da mão de obra nos serviços de: fôrmas, armação e concretagem em uma obra com estrutura de concreto armado com laje nervurada. O levantamento de dados foi feito durante 60 dias no período de abril a julho de 2014, onde a cada dia era feita a contagem de pessoal que executava cada função em estudo, levantadas as horas disponíveis para o trabalho juntamente com a leitura diária do trabalho concluído, que permitiu maior controle do que estava sendo produzido.

Após analisados os dados foram propostos caminhos a se seguir quanto ao aprimoramento da execução de fôrmas, armação e concretagem. Os dados obtidos neste levantamento foram considerados satisfatórios quando em confronto com índices pré-estabelecidos.

## SUMÁRIO

1.	Introdução
11	
1.1.	Justificativa
11	
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo geral	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Delimitação	16
2. Revisão Bibliográfica	17
2.1 Produtividade da mão de obra	17
2.1.1 Conceito	17
2.1.2 Razão Unitária de Produção	19
2.1.3. Mão de obra contemplada	21
2.1.4. Horas de trabalho analisadas	22
2.1.5. Quantificação das saídas resultantes do serviço realizado	23
2.1.6. Intervalo de tempo ao qual se refere à RUP	25
2.1.7. Fatores que influenciam a produtividade	26
2.1.8. Manuais orçamentários – FONTES DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE	27
2.2. ECA	29
2.2.1. Partes componentes da ECA	31
3. Método de pesquisa	36



3.1. Fases de pesquisa	36
3.1.1. Revisão bibliográfica	37
3.1.2. Levantamento de dados	38
3.1.3. Descrição da empresa	41
3.1.4. Descrição da obra	42
3.1.5. Análise de dados	49
3.1.6. Comparação entre outras fontes e dados da obra	50
3.1.7. Busca de possíveis evoluções na produtividade	50
4. Levantamento e análise de dados	50
4.1. Serviço de Fôrmas	51
4.1.1. Conjectura inicial da produtividade para o serviço de Fôrma	51
4.1.2. Definição do serviço de montagem de Fôrmas	55
4.1.3. Dados levantados na execução das Fôrmas	63
4.1.4. Análise dos dados de execução de fôrmas	65
4.1.5. Comparação com resultados da TCPO	72
4.1.6. Fatores que influenciam na produtividade	74
4.2. Serviço de Armação	75
4.2.1. Conjectura inicial da produtividade para o serviço de armação	75
4.2.2. Definição do serviço de Armação	77
4.2.3. Dados levantados na armação	87

4.2.4.	Análise dos dados de armação	90
4.2.5.	Comparação com resultados da TCPO	93
4.2.6.	Fatores que influenciaram na produtividade	95
4.3.	Serviço de Concretagem	96
4.3.1.	Conjectura inicial da produtividade para o serviço de concretagem	96
4.3.2.	Definição do serviço de Concretagem	98
4.3.3.	Dados levantados na Concretagem	101
4.3.4.	Análise dos dados da Concretagem	104
4.3.5.	Comparação com os dados da TCPO	106
4.3.6.	Fatores que influenciam na execução da concretagem	107
5.	Diretrizes para o aprimoramento da produtividade	111
6.	Considerações finais	115
6.1.	Atendimento aos objetivos	115
6.2.	Conclusão	116
7.	Referências bibliográficas	119

Apêndice I – Planilhas de levantamento do serviço de armação

**Erro! Indicador não definido.**

Apêndice II – Planilhas de levantamento do serviço de concretagem

**Erro! Indicador não definido.**

Apêndice III – Planilhas de levantamento do serviço de fôrmas

**Erro! Indicador não definido.**

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. JUSTIFICATIVA

Neste trabalho será demonstrado um estudo acerca da produtividade na construção civil, com o intuito de se obter dados regionais para este que é um índice que se não for levado em conta em uma obra, pode-se ter grandes perdas de tempo e por consequência de dinheiro. Mesmo levando em conta dados que demonstra que o crescimento da construção civil diminuiu em relação aos últimos anos, este é um setor da economia que continua tendo grande participação no PIB (Produto Interno Bruto) com dados de *Francisco Castro - 2012*.

Muitos setores dependem da construção civil, como por exemplo: os fornecedores de insumos que são utilizados diretamente ou indiretamente na construção, os fornecedores de mão de obra, os fabricantes de equipamentos, o próprio mercado imobiliário, dentre outros. Atualmente a construção civil tem uma participação de tal intensidade que se ela estagnasse, poderia haver grandes consequências negativas para a economia.

De acordo com Mirian Blanco (2007), por outro lado, a mão de obra atuante na construção civil ainda é carente de qualificação na sua grande maioria, grande parte destes trabalhadores são indivíduos que não possuem oportunidade em outro setor que exige certa qualificação e este acaba indo parar na construção civil que absorve este trabalhador, muitos analfabetos ou sem qualquer instrução.

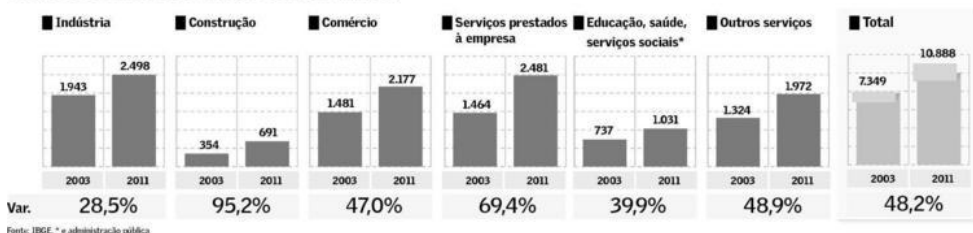
Dados da CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) em 2009, apenas 19,5% dos trabalhadores da Construção possuíam vínculo formal de emprego, com registro em carteira de trabalho – em 2009, esse indicador chegou a 30,1%. Nesse período, o contingente de trabalhadores com carteira assinada dobrou, saltado da faixa de 1 milhão de trabalhadores para 2 milhões de trabalhadores.

A partir da década de 90 é que o setor da construção começou a se voltar para aspectos gerenciais da construção, como: planejamento, produtividade, uso de novos equipamentos para auxílio do trabalhador, aprimoramento de métodos construtivos, materiais cada vez mais selecionados e uso de mão de obra qualificada, todos estes tendo em vista a melhoria da qualidade do produto final e a redução de custos.

Na figura 1, fica demonstrada a formalização do trabalhador no Brasil.

### Com carteira assinada

Estoque de trabalhadores formais por setor (em milhares)



Fonte: IBGE (2001)

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).

Particularmente, para região da grande Florianópolis, são poucos os trabalhos acadêmicos que abordam os indicadores de produtividade. Os dados de produtividade mais frequentemente encontrados refletem a realidade de obras executadas em cidades maiores, como São Paulo, por exemplo.

No presente trabalho de conclusão de curso, optou-se por fazer a análise de produtividade para os serviços ligados à Estrutura de Concreto Armado (ECA) devido à grande participação desta etapa nos custos da obra, por fazer parte do caminho crítico (programação) e por ser uma grande consumidora de mão de obra.

De acordo com dados da *Concrete Society*, (2005) a ECA é responsável por cerca de 20% a 25% dos custos totais de uma edificação de múltiplos pavimentos e, ainda que seus principais componentes sejam materiais com alto valor de mercado, a mão-de-obra responde por quase metade da composição final de custos.

Assim a partir do contexto apresentado, neste trabalho é apresentado um estudo acerca da produtividade na construção civil, com o intuito de se obter dados regionais para este que é um índice que se não for levado

em conta em uma obra pode-se ter grandes perdas de tempo e recursos financeiros.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a produtividade da mão de obra nos serviços de: fôrmas, armação e concretagem em uma obra com estrutura de concreto armado com laje nervurada na cidade de Florianópolis-SC e propor alternativas para aprimoramento de métodos para alcançar melhores índices de produtividade.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com o intuito de atingir o objetivo geral deste trabalho, alguns objetivos específicos foram estabelecidos;

- a) Entendimento da composição de uma ECA;
- b) Elaboração de planilhas de levantamento de dados (Fôrmas, Armação e Concretagem);
- c) Coleta de dados diários e cumulativos de mão de obra e produção;
- d) Análise de dados e resultados;

- e) Comparação com dados existentes de manuais já consagrados ao longo dos anos ( TCPO, SINAPI);
- f) Entendimento dos fatores que afetam a produção;
- g) Proposição de alternativas para o aprimoramentos dos métodos de construção e planejamento para se obter melhores índices de produtividade.

### 1.3. DELIMITAÇÃO

Neste trabalho avaliou-se somente o consumo de mão de obra, não se levando em conta o consumo de materiais.

Os dados levantados compreendem somente a parte da estrutura do pavimento tipo, não sendo levados em conta outros pontos de uma ECA, como a formulação de guardas corpos, bandejas, limpeza da laje, carregamento de materiais para outra laje.



No caso do serviço de armação, foi levado em conta somente o trabalho envolvido na montagem dos elementos na forma (no andar) e não aqueles relacionados à fabricação da mesma na central de armação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

#### 2.1.1 CONCEITO

A produtividade como conceito básico esta ligada ao dispêndio de tempo para produzir algo, levando em conta a qualidade dos resultados. Entender a produtividade significa conhecer sua extensão e sua finalidade para seu estabelecimento, envolvendo tanto a capacidade de

explicação de uma produtividade verificada quanto ao prognóstico da produtividade para futuros serviços de acordo com Souza (2006).

Quanto à produtividade muitos estudiosos em suas devidas áreas possuem seus conceitos, todos eles levando em conta o termo de produtividade, onde este pode ser analisado para cada caso com que se quer estudar, segundo Costa (1987), por exemplo, produtividade é “o grau em que um sistema atinge um objetivo de produção” onde é levado em conta metas, e quando se obtém este processo torna-se produtivo.

Souza (1998) considera que produtividade seja “a eficiência (e na medida do possível, a eficácia) na transformação de entradas em saídas que cumpram com os objetivos previstos para tal processo” e que o processo de construção de edifícios podem-se distinguir entradas e saídas de diferentes naturezas:

-Físicas: Quanto às entradas será levado em conta, os materiais utilizados, o esforço da mão de obra, tempo de utilização de equipamentos. As saídas seriam o bem final, que no caso a construção do edifício.

-Financeira: esta quando as entradas e saídas seria primeiramente o investimento para a concepção do empreendimento, e ao longo da própria construção ou em alguns casos no fim, o retorno pela venda ou outro tipo de retorno financeiro.

- Social: quanto à entrada, seria o esforço pelo qual é investida a mão de obra, e saída seria o benefício que tal obra oferece junto a sua conclusão.

Com base nos conceitos apresentados neste trabalho sobre a produtividade, sabe-se que ela não vem apenas com a diminuição de tempo gasto para a produção de certo material, e assim como citado em Souza (2006) “Eficiência seria fazer rapidamente certas coisas; e, eficácia fazer rapidamente coisas certas”. E isto pode ser visto em muitas áreas e não somente na construção civil, onde muitas vezes não se leva o devido cuidado nos detalhes de produção, e o produto final acaba não tendo os resultados esperados, gerando retrabalhos e com estes desperdícios de mão de obra e de material.

### 2.1.2 RAZÃO UNITÁRIA DE PRODUÇÃO

Para que futuramente algum utilize os dados deste trabalho e possa se fazer comparações com outras pesquisas, irá se utilizar nomenclaturas já rotineiras para

este tipo de estudo, esta já consagrada no seu método onde se em cada trabalho fosse desenvolvido uma nova nomenclatura não poderíamos fazer comparações e assim não seriam trabalhos proveitosos.

Assim foi utilizado o indicador de produção denominado RUP (Razão Unitária de Produção) onde esta é uma relação de esforço humano, avaliado em Homens x hora (Hh), com a quantidade de serviço realizado, como exemplo quantidade de pessoal multiplicada pelo número de horas trabalhado em um dia em razão a quantidade produzida (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, Kg).

$$RUP = \frac{\text{Quantidade de recursos Hh}}{\text{Quantidade de serviço}}$$

### **Equação 1 – Razão Unitária de Produção**

**(RUP) - Fonte: Souza, 2006.**

Com a utilização destes indicadores o gerente de obras possui em suas mãos as ferramentas necessárias para construir um planejamento, onde ele tem dados de cada setor que será utilizado e assim montar uma rede onde pode ser estimado o tempo de cada função e saber a necessidade de mão de obra e de material necessária, seja este de curto ou longo prazo. A compreensão dos fatores

que fazem a produtividade variar leva à possibilidade de estimá-la, a partir de alguns parâmetros pré-definidos.

Sabe-se que esta mão de obra pode ser estimulada de várias maneiras, o trabalhador é sujeito a mudanças de comportamento no seu trabalho sem que ele saiba que esta sendo manipulado, seja qual seu nível dentro da organização, desde bônus por serviço concluído em um tempo menor, pagamento em dia, simples congratulações, muitas vezes o pagamento mensal da visão ao profissional que seu chefe tem confiança no seu trabalho, e por isso não necessita que seja feito pagamento por produção.

A equação utilizada para composição dos indicadores de produtividade deste estudo será a equação 1.

### 2.1.3. MÃO DE OBRA CONTEMPLADA

Souza (2006) diz que é importante definir a mão de obra a ser contemplada no estudo, se entrarão no computo das horas, as relativas à gestão (encarregados e mestres) e mesmo às equipes de apoio (direta que está no andar e indireta, que está nas centrais de produção de insumos).

Deste modo, certas alternativas para esta definição da mão de obra são elaboradas:

- Oficiais: somente oficiais envolvidos diretamente na função;
- Mão de obra direta: adicionado ao grupo de oficiais os ajudantes diretos;
- Mão de obra global: quando a mão de obra de apoio é adicionada a direta.

No âmbito em questão podem-se obter diferentes índices de mão de obra, cada um deles considerando o grupo a ser contemplado. Assim deliberam-se os indicadores:

- $RUP_{of}$ , leva em conta a produtividade dos oficiais;
- $RUP_{dir}$ , vincula à produtividade da mão de obra direta;
- $RUP_{glob}$ , estima a produtividade da mão de obra global.

#### 2.1.4. HORAS DE TRABALHO ANALISADAS

Souza recomenda que se devam considerar as horas em que o operário está disponível para o trabalho,

mesmo que dentro deste tempo ocorram momentos em que o operário é improdutivo (como por exemplo, quando esta descansando, ou está à espera de material, ou pela má gestão na organização da equipe, etc.).

#### 2.1.5. QUANTIFICAÇÃO DAS SAÍDAS RESULTANTES DO SERVIÇO REALIZADO

Segundo Souza (2006), deve ser levado em conta à quantidade líquida de produção da tarefa, e não a bruta, pois disto haverá uma considerável diferença nas medições a ser fazer, onde em um caso simples de uma abertura em uma parede de alvenaria, se for é feito como na folha de pagamento, sem descontos, a parte da abertura por mais exija mais esforço do operário, ela irá acabar sendo computada no cálculo e isto deve ser descontado da produção.

As unidades das quantidades de mensuração variam de acordo com o serviço executado, considerando-se volume no caso de concretagens, massa no caso de serviços de armação, área em levantamentos referentes à montagem de fôrmas, etc.

Da mesma forma, os levantamentos podem ser feitos considerando uma única parcela ou, dependendo do

interesse da análise, sendo subdivididos, por exemplo, em elementos estruturais como pilares, vigas e lajes.

Assim as unidades de medida deferem com cada tipo de serviço, no caso de formas e desforma em área, o concreto em volume e por último as armaduras são medidas em massa.

Já as estruturas que compõem a estrutura de concreto armado, podem ser subdivididas de acordo com os métodos utilizados, no caso de montagem de formas, pode-se considerar a laje como um todo, ou dividi-la em suas estruturas como formas do assoalho, das vigas e da escada, ou no caso da concretagem, que pode ser considerada como uma estrutura única, realizando concretagem de vigas e pilares de uma única vez, ou analisa-las como estruturas distintas.

Com base nos levantamentos de obra, alguns dados podem destoar dos índices que são considerados contínuos, neste caso, quando algo foge de certa rotina, chamamos de “anormalidades”, estas que por sua vez devem ser relatados para quando for feita a análise destes dados, que isto não seja apenas um número destoando dos demais, e sim que este acontecimento seja relatado e detalhado para que se possa entendê-lo e ter justificativas



do porque deste resultado, e almejar caminhos para que não voltem a ocorrer.

#### 2.1.6. INTERVALO DE TEMPO AO QUAL SE REFERE À RUP

Há diferentes intervalos de tempo que podem ser levados em conta para a medição, isto levado em conta a necessidade do indicador (RUP), no caso das entradas (H e h) e saídas (QS).

- RUP diária ( $RUP_d$ ): como seu índice já expõe, é levada em conta um dia útil de produção;
- RUP cumulativa ( $RUP_{cum}$ ): período ao qual é acumulado valores, e ao final deste com a quantidade de entradas e saídas se obtém este índice;
- RUP cíclica ( $RUP_{cic}$ ): é medida de acordo com o ciclo completo de produção, no caso de uma laje de concreto, após o término, o ciclo representaria todo o período envolvido na produção de fôrmas de um pavimento, e assim se obtém a RUP do ciclo desta;
- RUP periódica ( $RUP_{per}$ ): período pré-determinado para uma mensuração.

## 2.1.7. FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE

Muitos fatores levam a variação da produtividade, e muito se sabe que mesmo dentro de uma empresa esta variação acontece, por isso entre empresas esta variação muitas vezes pode ser exorbitante, tudo levando em conta métodos de trabalho, pontos de referencia para medição, dificuldade de execução da tarefa.

Conceitualmente o Modelo dos Fatores (Thomas & Yakoumis, 1987) teria uma resposta para a questão, Basicamente diz-se que, se todas as características relativas ao serviço sendo executado se mantivessem uniformes, não existiria razão para a variação da produtividade. Assim torna-se complexo se chegar a um número unânime, alguns fatores podem ser listados como exemplos:

- Existência ou não de frentes de trabalho, condições climáticas, ou exposição do trabalho a estas condições.
- Sistema utilizado para execução da tarefa, se a massa para reboco segue por escada, por elevador ou guincho;

- A remuneração do trabalhador, se ele condiz com o esforço por ele realizado, ou pela qualificação;

Estes fatores podem ser quantitativos, no caso a espessura do revestimento, a altura de um pilar para concretagem, medida em centímetros, ou qualitativa, o uso de bomba de concreto ou não, uso de aplicação mecanizada ou não.

Há ainda contratempos, que chamados de anormalidades quando são acontecimentos de grande intensidade e responsáveis por uma forte interrupção, no caso um grande período de chuva que impeça trabalhos que dependam de um substrato seco, a quebra de um elevador que gera um deslocamento lento de materiais, dentre outros.

#### 2.1.8. MANUAIS ORÇAMENTÁRIOS – FONTES DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI

Este divulga mensalmente custos e índices da construção civil. A gestão do sistema é compartilhada entre a CAIXA e o IBGE. A CAIXA é responsável pela

base técnica de engenharia (especificação de insumos, composições de serviços e projetos referenciais) e pelo processamento de dados, enquanto o IBGE pela pesquisa mensal de preço, metodologia e formação dos índices.

Estes índices do SINAPI são de poder público, então qualquer indivíduo que precise de algum índice pode busca-los em meio digital, a Lei de Diretrizes Orçamentárias - LDO, desde sua edição anual de 2003, determina que os custos do SINAPI sejam utilizados como referências para a razoabilidade de preços de obras públicas executadas com recursos do Orçamento Geral da União. Esta é uma base muito utilizada por empresas que concorrem a licitações públicas, onde com estes podem formar seus valores orçamentários e compor planilha de preços e custos de uma obra civil.

#### Tabela de Composição de Preços para Orçamentos – TCPO

Elaborado pela PINI, empresa especializada em gerar informações da construção civil a TCPO já com 56 anos, apresenta uma base de dados para orçamentos, com informações e critérios. São 5000 (cinco mil) composições, com estas pode-se analisar índices de produtividade com uma grande base de dados, e assim aprimorar recursos e

estabelecer critérios de comparação e gerar escolhas para tomada de decisões.

## 2.2. ECA

A estrutura de concreto armado (ECA) é o foco central deste estudo, para sua implantação é exigido que se construisse toda a fundação, composta por estacas e blocos de concreto armado, para que estes promovam a sustentação de toda a estrutura que irá ser construída sobre o terreno, onde que para sua construção foi necessário uma grande movimentação e transporte de material arenoso, e após a sua conclusão pode-se começar com as primeiras estruturas de concreto armado que ficam visíveis mesmo após o termino da construção.

Estas estruturas são compostas por laje, esta em questão é uma laje nervurada, onde seus componentes são concreto armado e siporex (Bloco de argamassa de cimento com aditivos que promovem a este grande porosidade, e assim uma baixa densidade), esta laje é composta das vigas que contornam todo o perímetro da laje e outros pontos de amarração da estrutura e escada. Os pilares, que tem como principal esforço a compressão,

servem de apoio para toda esta estrutura que é composta a cada laje.

Quanto às etapas de confecção de um pavimento da ECA, a primeira etapa a se fazer é a locação dos pilares, assim se faz os esquadros por volta de cada pilar para que este não fique deslocado do seu local de projeto, após isto os armadores podem começar a montar as armaduras de pilares, com a armadura de pilar montada corretamente os carpinteiros podem seguir com as formas dos pilares, primeiramente se coloca as folhas de maderite laterais e após isto se segue com as amarrações de gravatas e parafusos, estes que promovem a fôrma rigidez e firmeza.

Após a montagem de fôrma dos pilares, se começa a colocação do assoalho da laje, e com este a fixação das fôrmas de vigas, sempre se determina a montagem de formas de um ponto, assim de acordo com os pilares que vão sendo completamente montados, pode-se seguir na sequência de montagem, assim certa área da laje sempre esta mais adiantada do que seu lado oposto. Juntamente com o assoalho da laje colocam-se as escoras, que neste caso são metálicas. E quanto às vigas, estas que são montadas em central de armação, são içadas para laje por um guincho, e assim colocadas em suas devidas formas, e feitas às amarrações finais destas. Juntamente com toda a

ferragem de negativo e positivo da laje, capitéis e vigas esta formada a ECA em estudo.

### 2.2.1. PARTES COMPONENTES DA ECA

#### **Fôrma:**

Composta quase que unicamente na construção civil por laminados de madeira ou madeira serrada, salvo casos em que a repetição de certa estrutura da opção por uso de formas metálicas, tem por função principal dar suporte ao concreto lançado até que este tenha sua cura completa, Barros e Melhado (1998) atribuem ao sistema de fôrmas, três funções principais: moldar o concreto (dar forma); conter o concreto fresco e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para sustentar-se por si só; proporcionar à superfície do concreto a textura requerida.

Ter como função de base estruturas provisórias, servir de suporte para armações, auxílio para que se tenha base para colocação de espaçadores, servir como referencia para estruturas alocadas sobre ela, dar segurança para os operários que sobre ela exercem outras funções, servir de barreira para perda de água do concreto e assim auxiliando na cura deste. Freire (2001) constatou que a relação das fôrmas na composição da base de custo da ECA de edificações de múltiplos pavimentos, varia entre

30% e 60%, afirmando seu destaque na execução das estruturas.

A sua participação na produtividade de uma ECA, é de tal importância que é dela que se depende para a continuação dos trabalhos, a conclusão das formas gera frentes de trabalho para que a armação seja concluída, consome grande parte do esforço da mão de obra para a confecção da laje, quando há atraso no seu ciclo, acaba por efeito de cascata atingindo todo o planejamento das outras etapas.

### **Armaduras:**

Tem por principal função absorver os esforços de tração e cisalhamento em peças estruturais solicitadas ao cisalhamento, à tração e à flexão. As armaduras, portanto têm por função contribuir para a capacidade resistente ou para a estabilidade da estrutura, além de aumentar a resistência deste submetidos a esforços de compressão.

Reduzir as fissuras do concreto ou que permaneçam na ordem de grandeza de capilares, limitar a abertura das fissuras devido a estados de tensão produzidos por efeitos de coação, tais como o impedimento à deformação, no caso de variação de temperatura, de retração de estruturas hiperestáticas. O concreto embora



possua certa resistência à tração, não é para este tipo de esforço que ele é projetado, por isto esta resistência deve ser desprezada nos cálculos, e apenas sendo computada a resistência das armaduras quando a esforços de tração em peças de concreto armado.

Aumentar a capacidade resistente do concreto à compressão (por exemplo, no caso de pilares) ou a segurança de peças comprimidas esbeltas contra a flambagem, evitando ainda o aparecimento de grandes fissuras ou o colapso devido à ação simultânea de momentos fletores.

As armaduras que usualmente constam nos projetos de construção civil de médio e grande porte são as bitolas com os diâmetros apresentados a seguir: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 e 32 milímetros. Nestes projetos são calculados por engenheiros civis especializados em cálculo estrutural, onde a partir de um projeto arquitetônico como base, eles têm que formular um projeto estrutural, muitas vezes se torna uma tarefa árdua, tendo em certos casos implantar em pilares ou vigas, taxas de armaduras altíssimas, onde acabam por dificultar métodos de construção.

É um material que se deve ter cuidado quanto à estocagem, nunca deixa-la sofrendo a ação das intempéries do tempo, por um período grande, cuidar para que não fique em contato direto com o solo, conferencia na chegada em obra é muito importante, pois é um material comprado em Kg, e sem devidos cuidados pode-se ter erros. Em geral em obras de construção civil na grande Florianópolis é um material comprado em barras de 12 m, cortado e dobrado em obra.

A armadura do concreto armado é chamada “armadura passiva”, as tensões e deformações nela aplicadas devem-se exclusivamente aos carregamentos aplicados nas peças onde está inserida, o trabalho conjunto do concreto e do aço é possível porque os coeficientes de dilatação térmica dos dois materiais são praticamente iguais. Enquanto a resistência a compressão do concreto usual hoje é de 35 MPa (Resistência usada na obra estudada), a do aço a tração e compressão é na ordem de 500 MPa, pela resistência baixa do concreto a esforços de tração o uso do aço em seu complemento gerou uma estrutura não tão cara quanto se a estrutura fosse toda de concreto, e nem algo frágil como uma estrutura feita apenas de concreto.

### **Concretagem:**

Serviço hoje utilizado quase que totalmente por empresas de concreto usinado, este concreto possui maior controle de qualidade, com testes de rompimento de corpos de prova, feitos de cada caminhão para que se tenha a segurança da resistência calculada de projeto. Onde que durante a concretagem deve ser feito o mapa de sondagem de cada caminhão para se ter o conhecimento da locação deste na estrutura, caso haja algum problema de resistência nos corpos de prova, alegando que este não chegou a resistência de projeto, irá se saber onde terá que ser a intervenção.

“O serviço de concretagem consiste em receber (quando usinado – dosado em central) ou produzir o concreto (em betoneira ou manualmente sendo, este último, não recomendado), transportá-lo até o local de aplicação, lançá-lo nas fôrmas, espalhá-lo, adensá-lo, nivelá-lo, dar-lhe o acabamento necessário, para depois curá-lo” (Freire, 2001).

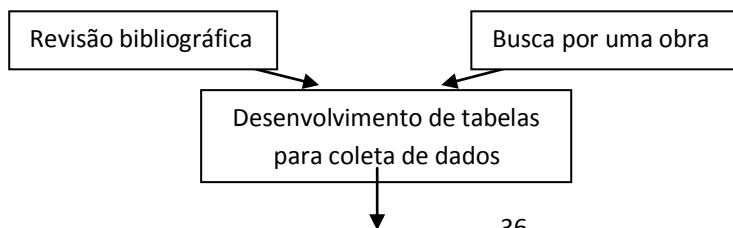
Quanto à durabilidade de uma estrutura de concreto armado alguns pontos devem ser levados em conta, o cobrimento das armaduras, este deve estar de

acordo com o projeto, pois se for executado com dimensões menores estará comprometendo a proteção que foi imposta pela projetista, e assim já diminuindo a durabilidade desta estrutura. Execução, quanto à vibração do concreto na concretagem, esta deve ser feita de acordo com manuais, onde se o concreto não é bem vibrado, esta acaba tendo vazios em sua composição e oferecendo oportunidade para passagem de água e ar, e assim dando margem a degradação do concreto e das armaduras.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

#### 3.1. FASES DE PESQUISA

O presente TCC foi desenvolvido a partir das etapas da pesquisa apresentadas na Figura 2.



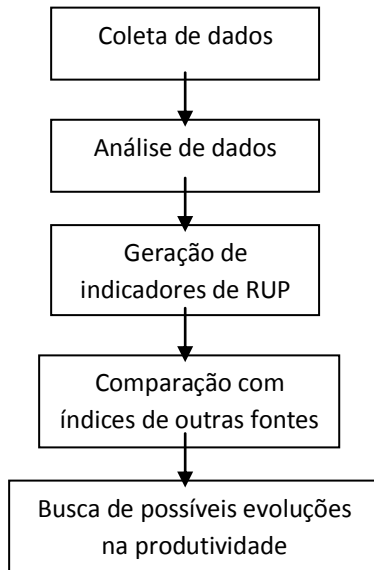


Figura 2 – Estrutura básica adotada no TCC

### 3.1.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O alvo deste estudo é medir o esforço aplicado dos operários que executam o produto final, neste caso os trabalhadores que estão ligados diretamente na produção, onde o esforço que também é imposto pelos gestores seja de extrema importância neste trabalho, acaba este não sendo anexado ao resultado final.

Nesta conjuntura, deve-se ter o conhecimento que certo operário obteve a ajuda de um servente ou auxiliar

que mesmo não estando presente no local final de trabalho, estando à distância deste primeiro grupo, transportou certo material ou despendeu algum outro esforço que acaba não sendo levado em conta em termos de esforço.

A princípio buscaram-se conceitos sobre a produtividade da mão de obra com foco na construção civil, onde pode se construir uma base de conhecimento para quando necessário fosse feito o levantamento de dados se conhecesse o modo com que era feito este tipo de estudo. Foram utilizadas referências em livros indicados, dissertações artigos e trabalhos de conclusão de curso que envolveram toda a necessidade de fundamentos.

Quanto à compreensão da estrutura de concreto armado (ECA), grande parte foi utilizada de conceitos adquiridos ao longo do curso de engenharia civil, matérias como Técnicas de construção civil, Concreto, Patologia das construções, Administração da construção. Uma parcela de conhecimento foi adquirida durante estágio em obra de construção civil e outras referências como já citadas anteriormente.

### 3.1.2. LEVANTAMENTO DE DADOS

A construção do banco de dados deste trabalho foi iniciada no segundo pavimento e continuou até o quarto pavimento, onde no total foram medidos três pavimentos tipo onde foram coletados dados de fôrma, desforma e armação de pilares, vigas, laje e escada e por fim a concretagem de pilares separadamente das vigas, laje e escada. Assim para que fossem organizados todos estes dados, foram elaboradas planilhas para coleta de dados. O modelo de cada planilha é mostrado no quadro 1:

Quanto à primeira planilha representada, esta é a de levantamento de produtividade na execução de armação, onde a cada dia referido de levantamento se analisava a quantidade de funcionários desta função, horas trabalhadas e quanto que ocorria de produção de execução do pilar, e assim a saída como total do peso de aço que era montado por dia, neste caso demonstrado dos pilares.

Quadro 1: Planilha de levantamento dos serviços de Armação:

Pavimento: 2º Piso	Data	Data	Data	Data	Data	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários						<b>0,00</b>
Função	Armador	Armador	Armador	Armador	Armador	<b>Armador</b>
Elemento Executado	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	<b>Pilar</b>
Peso Total de Aço (Kg)	*	*	*	*	*	<b>25786,32</b>
Homem*Hora						<b>0,00</b>

RUP (Homem*Hora/Kg)	*	*	*	*	*	<b>0,00</b>
---------------------	---	---	---	---	---	-------------

Fonte: O autor

Nesta planilha (quadro 2) fica representado o levantamento de dados de fôrma e desforma de laje, onde era feito a quantificação de funcionários que trabalhavam nesta função em determinado dia, e assim junto com a área de formas e a quantidade de horas trabalhadas, que podia variar de acordo com ocasiões adversas era montada a relação Homem\*Hora de cada dia.

Quadro 2: Planilha de levantamento dos serviços de fôrma.

Pavimento: 2º Piso	Data	Data	Data	Data	Data	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários						<b>0,00</b>
Função	Carpinteiro	Carpinteiro	Carpinteiro	Carpinteiro	Carpinteiro	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	<b>Laje</b>
Área Total de Fôrmas (m²)						<b>694,18</b>
Homem*Hora						<b>0,00</b>
RUP (Homem*Hora/m²)						<b>0,00</b>

Fonte: O autor

A ultima planilha em destaque (quadro 3) é a de concretagem, onde fica novamente o local para preenchimento de quantidade de funcionários por cada



função, o tempo decorrido de concretagem e o volume utilizado em questão.

Quadro 3: Planilha de levantamento dos serviços de concretagem.

Pavimento: 2º Piso	Data					TOTAL	Horas de Concretagem	Volume de Projeto	Volume de Execução	RUP (Homem*Hora) m²
	Quantidade e de funcionários					*	m³	m³		
Função de Origem	Pedreiro	Carpinteiro	Servente	Mestre	Concreteira	*	Ao h	36,39		0,00
Função na Concretagem	Dar Acabamento	Vibrador Mangote Desempeno	Auxílio	Comando	Controle da Bomba de Concreto	*	às h	*	*	*
Elemento Executado	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	<b>Total =</b>	*	*	*
Homem*Hora							*	*	*	0,00

Fonte: O autor

### 3.1.3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A fim de preservar a identidade da empresa na qual foi feito o estudo de caso deste trabalho de conclusão de curso, a mesma será chamada, ao longo do trabalho de empresa A.

A empresa A possui 5 anos no mercado e executa edifícios residenciais de alto padrão na localidade de Florianópolis/SC, onde o empreendimento faz parte de um

complexo, com obras desde a estrutura ao acabamento final para entrega.

Atualmente a empresa em estudo não possui mão de obra própria, utilizando empresas terceirizadas para todas as fases da obra. Quanto à parte operacional da empresa, esta possui no seu quadro de funcionários, um engenheiro civil, duas arquitetas, três mestres de obra, quatro estagiários, dois almoxarifes, um encarregado de compras, uma Técnica em segurança e dois funcionários das finanças. Assim esta empresa tem controle total das diretrizes de trabalho, onde ela dispõe de uma empreiteira de mão de obra que é encarregada da parte de estrutura, alvenaria, revestimento e outras funções, juntamente com outras subcontratadas que ao longo das necessidades de frentes de serviço há carência de uma mão de obra mais especializada.

#### 3.1.4. DESCRIÇÃO DA OBRA

A obra em questão se encontra no centro de Florianópolis. É um edifício residencial de alto padrão, parte de um empreendimento de 5 edifícios, conforme apresentado na figura 3.

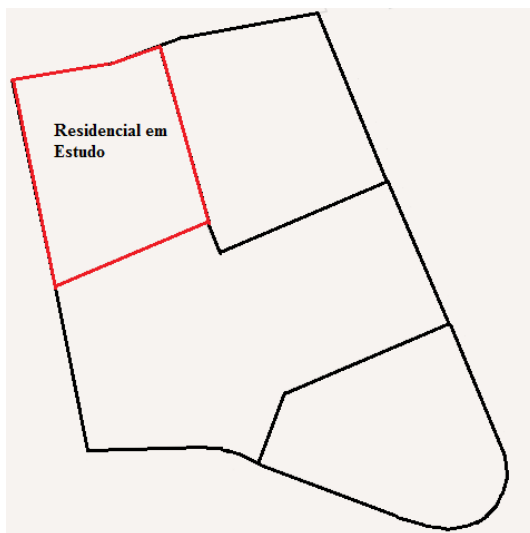


Figura 3 – Croqui do canteiro de obras – Em destaque a torre em estudo

O terreno da obra tem o total de 2.460 m<sup>2</sup>. O prédio tem uma área de construção de 19.485,65 m<sup>2</sup>, subdivididos em 20 pavimentos, um pavimento subsolo de garagem, 1 pavimento térreo, 1 pavimento garagem, 1 pilotis com piscina e área de lazer, 15 pavimentos tipos, com 4 apartamentos por andar e uma cobertura, alcançando o número de 61 apartamentos,

Atualmente (11/2014) a obra está no oitavo pavimento tipo. A data de início do levantamento foi em 14/04/14, quando foi feita a concretagem do primeiro

pavimento tipo, foi esperada esta data para que se pudessem ter dados de pavimentos sem mudança de área ou de modo de construção. O último levantamento foi aplicado na data de 07/07/14 com a concretagem do quarto pavimento tipo, sendo assim acompanhadas a concretagem de 3 lajes.

Existiam 2 empresas subcontratadas (chamadas neste trabalho de X e Y) e uma subempreiteira para a execução dos serviços de carpintaria, todas as duas atuando simultaneamente nos serviços. Neste caso a subcontratada X, detentora do contrato de execução, por ter grande número de frentes de trabalho repassou a empresa Y certas funções e o trabalho, onde dentro de todo o complexo do empreendimento com cinco prédios em construção possui uma média de 230 funcionários diariamente dentro da obra. Quanto à parte de armação, esta é executada pela subempreiteira Z, empresa atuante já há algum tempo neste ramo, contendo um grande número de pessoal e encarregados de armadura.

É importante salientar que o autor do presente TCC foi estagiário da empresa contratante, desde fevereiro de 2013 até novembro de 2014, assim podendo acompanhar de perto a execução dos serviços medidos

neste estudo, inclusive em outros blocos que não somente este do levantamento de dados.

Na figura 4 é possível visualizar a imagem de como o empreendimento estará quando concluído:

Figura 4 – Fachada do empreendimento.



Fonte: site da Empresa

Figura 5 – Estágio da obra em junho de 2014.



Fonte: site da Empresa

A seguir são demonstradas as plantas de forma de cada pavimento tipo do condomínio em estudo, no caso, em ordem do tipo 1, 2, 3 e 4. Também são apresentados de acordo com cada planta do pavimento, sua localização dentro do pavimento tipo geral, sua área privativa e a área total de cada.

Figura 6 – Planta do apartamento tipo 1.

**TIPO 1**  
 Área privativa de 240m<sup>2</sup>  
 Área total de 354m<sup>2</sup>



Fonte: site da Empresa

Figura 7 – Planta do apartamento tipo 3.

**TIPO 3**  
 Área privativa de 156m<sup>2</sup>  
 Área total de 229m<sup>2</sup>



Figura 7 – Planta do apartamento tipo 3 – Fonte site da Empresa

figura 8 – Planta do apartamento tipo 2.



Fonte: site da Empresa

Figura 9 – Planta do apartamento tipo 4.



Fonte: site da Empresa



Na tabela 4 estão descritas as quantidades de área de fôrma, volume de concreto e peso de aço que foi utilizado para construção de cada pavimento tipo do empreendimento em questão.

	<b>Pilar</b>	<b>Viga</b>	<b>Laje</b>
Área de Forma (m <sup>2</sup> )	368,01	253,53	694,18
Peso de aço (Kg)	25786,32	2762	10102
Volume de concreto (m <sup>3</sup> )	36,39	20,68	129,86

Tabela 4 – Quantitativo do levantamento – Fonte Projetos

Neste caso para cálculo de índices, usaram-se as quantidades de área de fôrmas e de peso de aço de projeto, onde não foram levados em conta alguns casos, quando por dificuldade na execução das armaduras, era necessário acrescentar barras além do projeto, pois se achou desnecessário a perda de tempo para certos tipos de acontecimentos esporádicos.

### 3.1.5. ANÁLISE DE DADOS

Nesta etapa buscou-se compreender os índices que foram gerados após o levantamento de dados, determinando-se a produtividade dos seguintes serviços: três etapas de montagem de fôrma da estrutura de concreto armado, a confecção das armaduras de pilares, vigas e laje,

três concretagens de pilares e quatro concretagens de vigas e lajes.

### 3.1.6. COMPARAÇÃO ENTRE OUTRAS FONTES E DADOS DA OBRA

A fim de comparar dados do presente levantamento em obra e de outras fontes, foram utilizados os já citados TCPO e SINAPI, que são bases de dados muito utilizadas pelo setor da construção civil.

### 3.1.7. BUSCA DE POSSÍVEIS EVOLUÇÕES NA PRODUTIVIDADE

Finalmente a partir da análise dos dados e da pesquisa bibliográfica, buscou-se estratégias que pudessem auxiliar na melhoria da produtividade dentro do canteiro de obra.

## 4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo, são apresentados os dados de produtividade levantados em obra referentes aos serviços de fôrmas, armação e concretagem, sendo os índices (RUPs) obtidos diários ou por ciclo.

Um primeiro passo foi entender detalhadamente a execução de cada serviço, cujas etapas de execução serão

ilustradas (as quais se repetem em todos os pavimentos tipo). Por fim, foi feita a análise dos dados obtidos.

Tais dados serão apresentados seguindo a ordem em que foram coletados (seguindo a sequência de execução), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Tipo de indicador utilizado para cada elemento da estrutura

	Fôrma			Armação	Concretagem
	Pilar	Viga	Laje		
Pavimento 4	RUP <sub>diária</sub>	RUP <sub>cíclica</sub>	RUP <sub>diária</sub>	RUP <sub>cíclica</sub> + todos os elementos juntos	RUP <sub>cíclica</sub>
Pavimento 3	RUP <sub>diária</sub>	RUP <sub>cíclica</sub>	RUP <sub>diária</sub>	RUP <sub>cíclica</sub> + todos os elementos juntos	RUP <sub>cíclica</sub>
Pavimento 2	RUP <sub>diária</sub>	RUP <sub>cíclica</sub>	RUP <sub>diária</sub>	RUP <sub>cíclica</sub> + todos os elementos juntos	RUP <sub>cíclica</sub>

#### 4.1. SERVIÇO DE FÔRMAS

##### 4.1.1. CONJECTURA INICIAL DA PRODUTIVIDADE PARA O SERVIÇO DE FÔRMA

Tendo como base as peculiaridades dos serviços de execução de fôrmas no empreendimento em estudo, foi produzido um prognóstico como referencia em relação aos índices de produtividade de montagem de fôrmas. Nos dados levantados no empreendimento em estudo, não foram levados em conta à confecção das fôrmas utilizadas,

estes foram levantados apenas quando estas já estavam prontas, pois já se havia executado o primeiro pavimento, e assim não se tinha mais como medir esta produtividade de confecção de fôrmas, mas na sua realização.

Assim tinha-se um pressuposto inicial de que estes índices que seriam levantados estatisticamente seriam baixos, ou seja, teriam alta produtividade, como posteriormente evidenciado ao ser feita a comparação aos índices da TCPO 2010, já que estes últimos contemplam também a fabricação.

Abaixo esta evidenciado os fatores que foram levados em conta para o prognóstico inicial quando ao serviço de fôrmas de acordo com a TCPO 2010:

Vigas longas	Vigas curtas
Tirantes laterais inexistentes	Quantidade significativa de tirantes laterais
Quantidade desprezível de vigas invertidas	Quantidade não desprezível de vigas invertidas
Poucos encontros viga-viga	Muitos encontros viga-viga
Não predominância de vigas externas	Predominância de vigas externas
Estrutura de geometria fácil	Estrutura de geometria complexa
Uso intensivo de garfos	Uso intensivo de escoras metálicas
Escoras muito espaçadas	Escoras pouco espaçadas
Uso de barras de ancoragem	Uso de tensores-esticadores
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
Seção transversal grande	Seção transversal pequena
Predominância de pilares retangulares em lugar de pilares em U	Predominância de pilares em U em lugar de pilares retangulares
Predominância de pilares não de quina	Predominância de pilares de quina
Quantidade reduzida de travas por metro quadrado	Quantidade elevada de travas por metro quadrado
Nivelamento diretamente dos painéis	Nivelamento dos galstalhos
Aprumar grades	Aprumar painéis
Uso de laser na locação	Locação com mangueira
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 2010

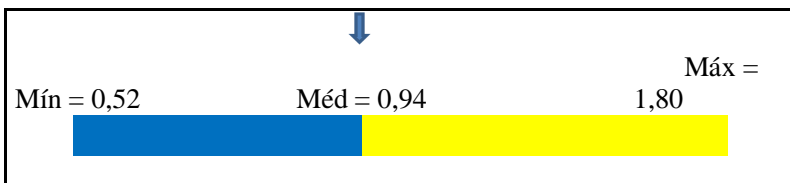


Figura 11 - Faixa de produtividade para Fôrmas de Pilar  
(H\*h/m<sup>2</sup>) – TCPO 2010

↓ Prognóstico Inicial

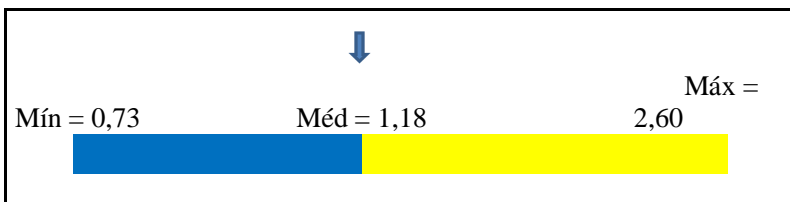


Figura 12 - Faixa de produtividade para Fôrmas de Vigas  
(H\*h/m<sup>2</sup>) – TCPO 2010

↓ Prognóstico Inicial

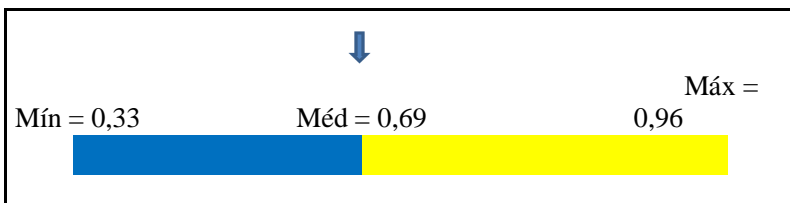


Figura 13 - Faixa de produtividade para Fôrmas de Laje  
(H\*h/m<sup>2</sup>) – TCPO 2010

↓ Prognóstico Inicial

#### 4.1.2. DEFINIÇÃO DO SERVIÇO DE MONTAGEM DE FÔRMAS

Os dados deste serviço foram levantados nos 2º, 3º e 4º pavimentos. A data de início de mapeamento de dados foi 16/04/2014, dois dias após a concretagem da laje do 1º pavimento e teve como data final 04/07/2014, quando se finalizou a montagem de fôrmas da laje do 4º pavimento.

As seguintes questões foram levadas em conta a fim de modelar a armação executada: RUP adotada, materiais e equipamentos utilizados, equipes de trabalho, forma de ataque ao serviço e definição a qual o levantamento se refere.

A RUP deste serviço foi adotada para diária nos elementos de pilares e lajes, e cíclica (por pavimento) para o elemento viga.

- a) Materiais e equipamentos utilizados: as fôrmas utilizadas eram maderite com espessura de 18 mm (dimensão necessária pelo número de vezes que esta será reutilizada), barrotes de madeira para dar resistência e firmeza ao assoalho das lajes e pilares, madeira de caixaria para alguns travamentos e painéis internos de vigas,

prego, arame recozido, utensílios para travamento de pilares (parafuso e “perereca”), escoras metálicas, prumo para que os pilares fossem executados corretamente e nível a laser para deixar o assoalho da laje totalmente nivelado.

- b) As equipes de trabalho: eram alocadas de acordo com a necessidade de cada elemento ao longo dos serviços, em média tinha-se 5 carpinteiros no elemento pilar, 3 nas vigas e 3 na laje, como os serviços eram executados em conjunto, em alguns momentos um operário podia auxiliar no serviço do outro. Nos primeiros pavimentos houve alta rotatividade de pessoal nas equipes de trabalho, houveram também problemas com encarregados da empresa terceirizada, que foi substituída, mas como a empresa dona do empreendimento possuía mestre de obra, este acabava tendo de tomar certas decisões que eram para ser do mestre de obra da terceirizada.
- c) Forma de execução ao serviço: este foi subdividido da mesma forma que no serviço de armação em pilar, vigas e laje. Nos pilares e laje se considerou o tempo em separado de



montagem de cada elemento. Já no caso das vigas considerou-se tempo total para a execução do serviço, e este levantamento foi em sua grande parte feito por observação direta e em alguns casos por necessidade com o auxílio do mestre de obra encarregado da torre. Consta nas planilhas de levantamento o tempo utilizado por cada serviço, com suas datas iniciais e finais.

- d) Definição ao qual o levantamento se refere: Os pilares da laje em estudo são no total de 27, onde apenas 2 pilares tem uma de suas faces maior externa, sendo considerados de maior dificuldade quanto a montagem. Estes por possuírem faces externas, necessitavam que fosse feita a cada laje uma estrutura externa para que os carpinteiros realizassem seus trabalhos de forma segura. Quanto à montagem dos demais pilares, estes não possuíam grande peculiaridade, onde o início da execução era com a transmissão dos eixos dos pilares para os ganchos, estes que servem além de base para as fôrmas do pilares, possuem utilidade na armação, onde assim

pode-se ver se as esperas da laje inferior foram feitas de acordo com o projeto.

Figura 13 - Montagem de Fôrmas de Pilar



Fonte: O autor

Com a devida locação dos pilares de acordo com um ponto considerado como base, e depois de concluída a montagem da armadura dos pilares, colocado os espaçadores, iniciava-se a montagem das fôrmas de chapa de compensado laminado plastificado. Estas já haviam sido usadas nos pavimentos inferiores, e assim tinha-se o

trabalho de encaixá-las nos seus devidos locais, onde coloca-se uma face maior, após coloca-se as duas faces menores e por fim a ultima face maior, estas pregadas, e assim para o devido travamento dos pilares para que quando fosse feita a concretagem, nenhum pilar acabasse se movimentando eram colocados as gravatas, os parafusos e os contraventamentos, estes são régua de madeira que são fixadas aos pilares e ao chão (Mão-francesas), onde fixam o pilar para que este fique no prumo.

As figuras 14 e 15 mostram a execução do serviço de fôrmas:



Figura 14 – Montagem de Fôrmas de Pilar



Figura 15 – Montagem de Fôrmas de Pilar

Quanto às vigas, iniciava-se a sua montagem após a conclusão das fôrmas dos pilares componentes de uma fachada do edifício, e assim era iniciado o serviço este

serviço, estas em chapa de compensado plastificado e que por sua vez tem como componentes iniciais a face lateral e o fundo, o escoramento nesta etapa já é utilizado como auxílio nos trabalhos de execução e para o escoramento final para concretagem, as gravatas eram inseridas nas fôrmas, fornecendo rigidez ao conjunto, e após eram executados o fundo da laje, onde de acordo com as vigas executadas e setores da laje podiam ser executadas outras vigas, e após todo este conjunto concluído, era feito a amarração das vigas com arame, para que as vigas não se deslocassem externamente na concretagem, gerando problemas como vigas com desaprumo. A figura 17 mostra a execução do serviço de fôrmas de viga.



Figura 16 – Montagem de Fôrmas de Vigas

A montagem das lajes era iniciada juntamente com a montagem das vigas, tendo como início a colocação das madres, também chamadas de guias, estas apoiadas nas escoras metálicas, e perpendicularmente as madres eram inseridos os barrotes que por sua vez tem como função a ligação entre a estrutura de apoio e o assoalho da laje, este composto de maderite plastificado, e após a conclusão de todo este sistema a estrutura era finalmente nivelada com nível a laser.

As figuras 17 e 18 mostram a execução de fôrmas da laje.



Figura 17 – Montagem de Fôrmas de Vigas e Laje



Figura 18 – Montagem de Fôrmas de Laje

#### 4.1.3. DADOS LEVANTADOS NA EXECUÇÃO DAS FÔRMAS

##### 4.1.3.1. 2º Pavimento

Neste pavimento não ocorreram anormalidades, tudo seguiu de acordo com o previsto, como o serviço de armação seguiu com seu cronograma, este não gerou faltas de frente se serviço para a carpintaria. Dos serviços analisados neste estudo foi o que menos gerou dados de baixa produtividade para análise deste pavimento.

Não houveram grandes períodos de chuva, que acabam por atrasar os serviços, gerando dias onde o aproveitamento acaba não sendo comum, e por não ter

nenhuma forma muito complexa quanto às fôrmas de pilares vigas e laje, estes serviços chegaram a uma produtividade alta.

#### 4.1.3.2. 3º Pavimento

Quanto à execução de fôrmas do terceiro pavimento, foram observadas algumas anormalidades, as quais que serão descritas a seguir: houveram dois dias de fortes chuvas, no caso dia 22/05/2014 e 26/05/2014, onde nos dados que foram obtidos com RUP diárias ficaram claras as baixas produtividades nestes dias. No dia 23/05/2014, uma sexta feira, quando normalmente se trabalha uma hora a menos, neste dia o pagamento dos operários das empresas terceirizadas aconteceu, assim o pessoal acaba deixando seus postos de trabalho cerca de uma hora antes, obteve-se como resultado um dia com baixa produtividade, e na data de 29/05/2014 uma grande concretagem no edifício ao lado da mesma empresa ocorreu, uma parte do pessoal da carpintaria auxiliou na concretagem, deixando seus postos de trabalho e voltando apenas as 14 horas deste dia.

#### 4.1.3.3. 4º Pavimento

Não houve acontecimentos relevantes ao ponto de serem citados neste estudo, como ficam demonstrados nos



índices de RUP diárias deste pavimento, este ocorreu sem imprevistos nos serviços de fôrmas dos pilares, vigas e laje. Assim os índices foram considerados semelhantes aos encontrados anteriormente.

#### 4.1.4. ANÁLISE DOS DADOS DE EXECUÇÃO DE FÔRMAS

Esta análise será demonstrada de dois modos distintos, como já feitos no serviço de armação, primeiramente de um modo geral, promovendo a alternativa da análise dos índices de armação acumulados por pavimento, e após, em separado por elemento em execução (pilares, vigas e laje), no caso abaixo fica demonstrada a RUP total por pavimento, e após as RUPs diária de pilares e laje e a RUP cíclica de laje, todas estas subdivididas por pavimento em questão.

Nestes dois tipos distintos de análise, quanto as RUP diária de pilar e laje, com a cálculo se chegou a uma RUP potencial, esta que pode ser utilizada para que empresas tenham como base, no momento de estudarem seus planejamentos de obra, assim obteve-se os seguintes índices:

- Pilares: RUP potencial de 0,78 Hh/m<sup>2</sup>
- Laje: RUP potencial de 0,23 Hh/m<sup>2</sup>

Já para as vigas foram obtidas, a partir dos dados analisados a RUP mediana, onde esta é composta de dados do levantamento da RUP periódica. As tabelas 5 e 6 mostram respectivamente as RUPs acumuladas e por elemento de execução fôrmas.

<b>Resumo dos Pavimentos</b>	
Pavimento	RUP (H*h/m <sup>2</sup> )
2° Pav.	2,23
3° Pav.	2,26
4° Pav.	2,28

Tabela 5 – RUP de Fôrma por Pavimento

<b>Fôrma e Desfôrma</b>					
<b>Pilar RUP (H*h/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Viga RUP (H*h/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Laje RUP (H*h/m<sup>2</sup>)</b>	
2° Pav.	1,21	2° Pav.	1,38	2° Pav.	0,46
3° Pav.	1,22	3° Pav.	1,40	3° Pav.	0,49
4° Pav.	1,29	4° Pav.	1,39	4° Pav.	0,47

Tabela 6 – RUP de Fôrma por Pavimento por Elemento Estrutural

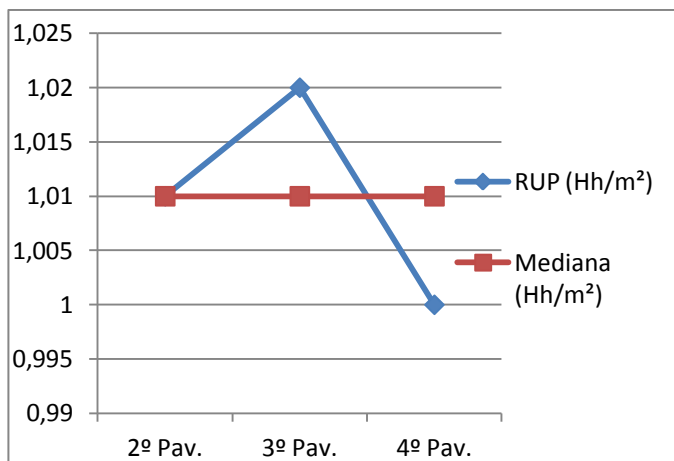


Figura 19 – Fôrma (RUP Viga x Pavimento)

Abaixo seguem as tabelas com os dados de levantamento de fôrma de pilar e laje para levantamentos diários apenas do serviço de execução das fôrmas, sem a adição de dados do serviço de desfôrma.

<b>Pavimento: 2º Piso</b>	16/abr	17/abr	22/abr	23/abr	24/abr	25/abr	28/abr	29/abr	30/abr	02/mai	<b>To tal</b>
Elemento Executado	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	<b>Pilar</b>
RUP (Homem*Hora/m²)	1,00	0,77	0,71	1,24	0,87	0,66	0,84	0,71	1,45	1,05	0,92

Tabela 7 – RUP diária de Fôrma de Pilar por Pavimento

<b>Pavimento: 3º Piso</b>	16/ma	19/ma	20/ma	21/ma	22/ma	23/ma	26/ma	27/ma	28/ma	29/ma	30/ma	02/jun	03/jun	<b>To tal</b>
Elemento Executado	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	<b>Pilar</b>
RUP (Homem*Hora/m²)	1,21	1,17	1,08	0,83	0,60	0,85	1,12	1,15	1,14	0,83	0,56	1,04	1,05	0,93

Tabela 8 – RUP diária de Fôrma de Pilar por Pavimento

<b>Pavimento: 4º Piso</b>	16/jun	17/jun	18/jun	20/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	30/jun	<b>To tal</b>
Elemento Executado	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	<b>Pilar</b>
RUP (Homem*Hora/m²)	1,61	1,06	0,80	0,76	0,81	1,48	0,69	0,83	1,60	0,69	0,97

Tabela 9 – RUP diária de Fôrma de Pilar por Pavimento

<b>Pavimento: 2º Piso</b>	23/abr	24/abr	25/mai	28/abr	29/abr	30/abr	02/mai	05/mai	06/mai	07/mai	08/mai	<b>To tal</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	<b>Laje</b>
RUP (Homem*Hora/m²)	0,12	0,22	0,20	0,26	0,37	0,29	0,46	0,60	0,54	0,53	0,75	0,30

Tabela 10 – RUP diária de Fôrma de Laje por Pavimento

<b>Pavimento: 3º Piso</b>	21/ ma i	22/ ma i	23/ ma i	26/ ma i	27/ ma i	28/ ma i	29/ ma i	30/ ma i	02/ jun	03/ jun	04/ jun	05/ jun	<b>To tal</b>
Elemento Executado	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	La je	La je	La je	La je	<b>La je</b>
RUP (Homem*H ora/m²)	0,2 6	0,3 7	0,0 0	0,2 8	0,1 8	0,3 7	0,5 3	0,2 2	0,2 5	0,8 3	0,7 5	0,3 3	0, 32

Tabela 11 – RUP diária de Fôrma de Laje por Pavimento

<b>Pavimento: 4º Piso</b>	17/ jun	18/ jun	20/ jun	23/ jun	24/ jun	25/ jun	26/ jun	27/ jun	30/ jun	30/ jun	01/ jul	<b>To tal</b>
Elemento Executado	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	Laj e	<b>Pil ar</b>
RUP (Homem*Hor a/m²)	0,2 7	1,0 0	0,2 5	0,3 9	0,2 8	0,3 5	0,2 7	0,5 0	0,3 3	0,2 3	0,4 0	0,3 1

Tabela 12 – RUP diária de Fôrma de Laje por Pavimento

Abaixo seguem do gráficos para os serviços dos dados levantados nas planilhas anteriores.

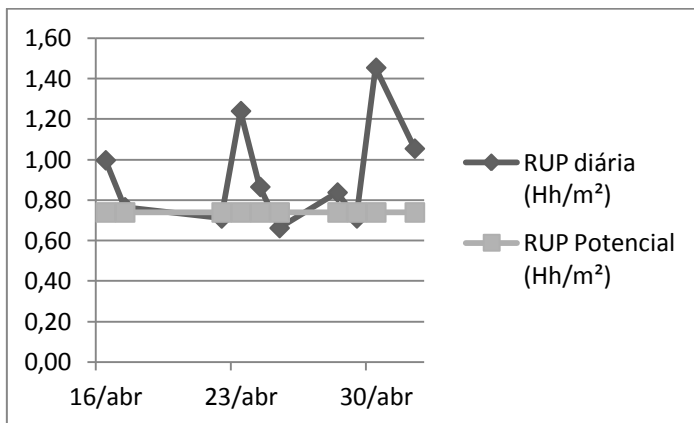


Figura 20 – Fôrma (RUP Pilar x 2º Pavimento)

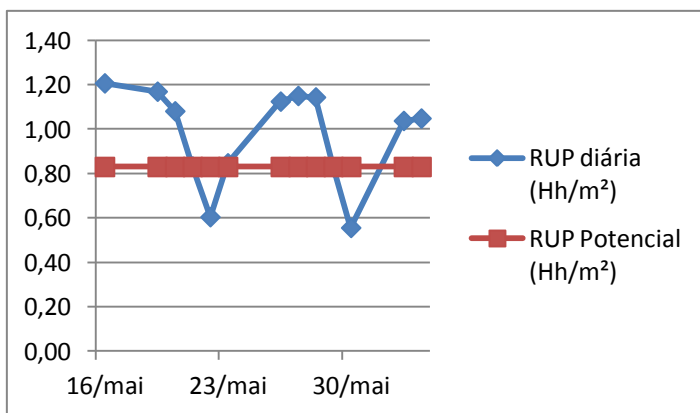


Figura 21 – Fôrma (RUP Pilar x 3º Pavimento)

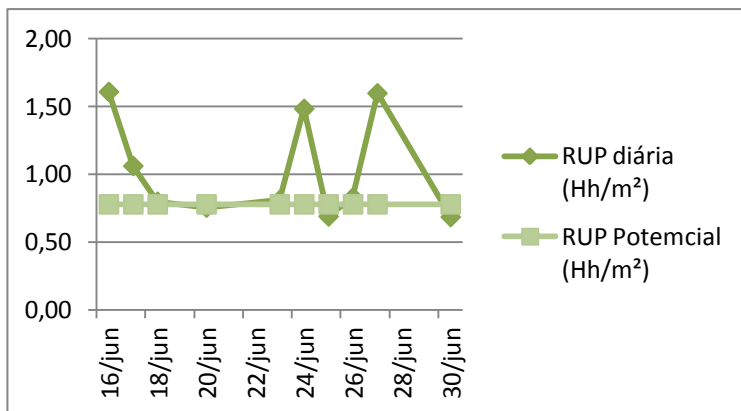


Figura 22 – Fôrma (RUP Pilar x 4º Pavimento)

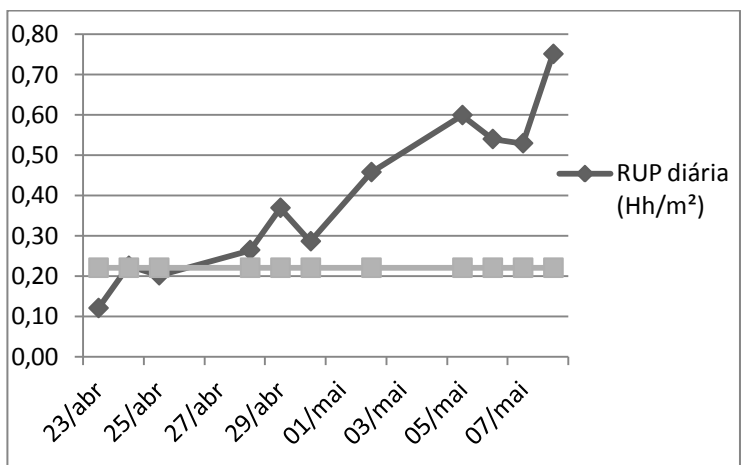


Figura 23 – Fôrma (RUP Laje x 2º Pavimento)

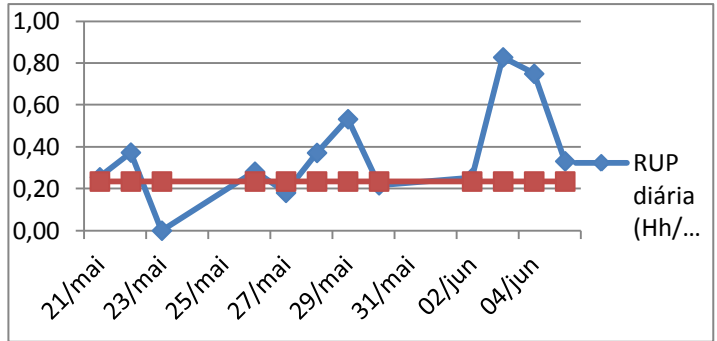


Figura 24 – Fôrma (RUP Laje x 3º Pavimento)

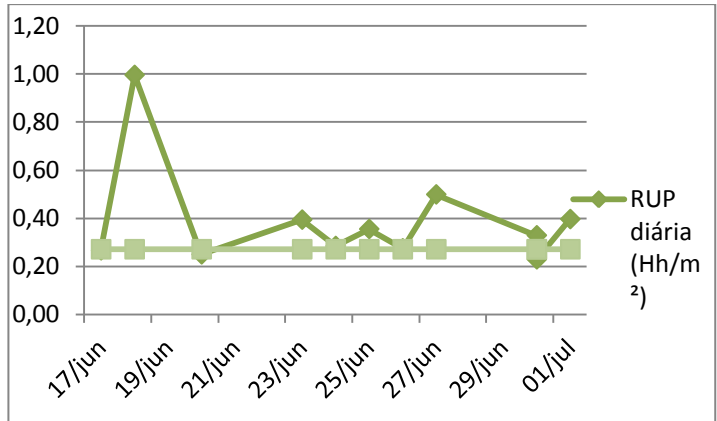


Figura 25 – Fôrma (RUP Laje x 4º Pavimento)

#### 4.1.5. COMPARAÇÃO COM RESULTADOS DA TCPO

Como já se havia constatado de início, quanto ao serviço de fôrmas eram esperados altos índices de produtividade, já que a análise feita no serviço de montagem de fôrmas não levou em conta a parte de



execução destas. Assim certo período foi perdido quanto a essa execução, enquanto no índice indicado na TCPO, a fabricação das formas é considerada.

Diante da análise de dados concluída, se constatou bons índices de produtividade para os pilares que resultaram valores de RUP 1,22 Hh/m<sup>2</sup>, viga com índices de RUP 1,39 Hh/m<sup>2</sup> e por último a laje que resultaram uma ótima RUP de 0,47 Hh/m<sup>2</sup> como demonstrado nas figuras abaixo.

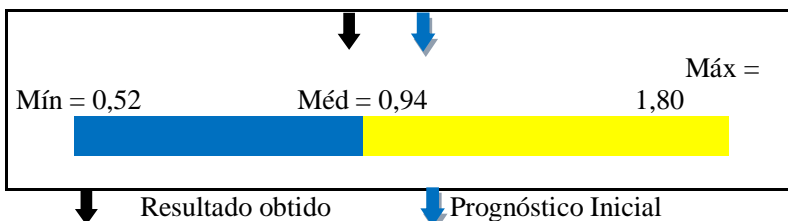


Figura 26 - Faixa de produtividade para Fôrmas de Pilar  
(H\*h/m<sup>2</sup>) – TCPO 2010

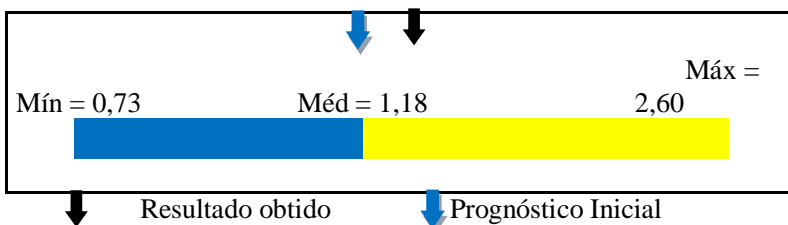


Figura 27 - Faixa de produtividade para Fôrmas de Vigas  
(H\*h/m<sup>2</sup>) – TCPO 2010

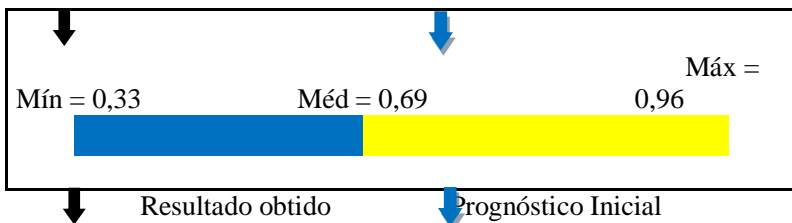


Figura 28 - Faixa de produtividade para Fôrmas de Laje  
( $H \cdot h/m^2$ ) – TCPO 2010

#### 4.1.6. FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUTIVIDADE

O serviço de execução de fôrmas é apropriado estudar de forma distinta os diferentes elementos que compõe a ECA (pilares, vigas e laje), de forma que estes elementos possuem suas características próprias de montagem e materiais utilizados.

Alguns fatores podem influenciar a produtividade final nestes serviços descritos até o momento. Como exemplos destes tem-se a mão de obra utilizada (se esta mão de obra já possui um ótimo entrosamento, este que vem com a prática, acaba existindo um grupo, onde esse grupo se ajuda e gera altas produtividades), as formas dos elementos (caso existam elementos com formas variadas, onde não exista uma repetição, estes acabam gerando baixas produtividade), pé direito (quanto maior o pé direito

da construção, mais esforço será produzido para se executar um mesmo serviço), material utilizado (quando há o uso de materiais de boa qualidade, este acaba implicando em um uso menor de travamentos e desperdício de material e mão de obra) e equipamentos para nivelamento da laje (utilização de equipamentos digitais, no caso nível a laser, este que diminui e muito o tempo necessário para o nivelamento do assoalho de uma laje).

A carpintaria era composta principalmente de oficiais. Estes que por sua vez já possuíam grande experiência, salvo algumas exceções que eram inseridas ao grupo para treinamento.

## 4.2. SERVIÇO DE ARMAÇÃO

### 4.2.1. CONJECTURA INICIAL DA PRODUTIVIDADE PARA O SERVIÇO DE ARMAÇÃO

Levando em conta os fatores que influenciam a produtividade final, estes já indicados na TCPO 2010 pôde se fazer um prognóstico inicial, avaliando as características do empreendimento e dos serviços a serem realizados. Neste caso como o serviço de armação é subdividido em pilares vigas e laje, este prognostico foi feito individualmente para cada serviço.

Abaixo esta evidenciado os fatores que foram levados em conta para o prognóstico inicial quando ao serviço de armação de acordo com a TCPO 2010:

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
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

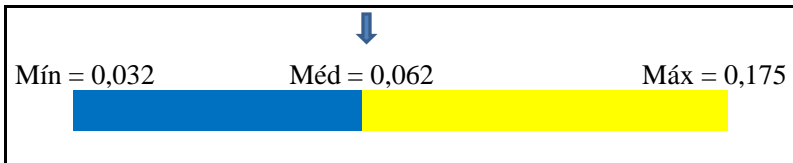


Figura 29 - Faixa de produtividade para armação de pilar  
(H\*h/Kg) – TCPO 2010

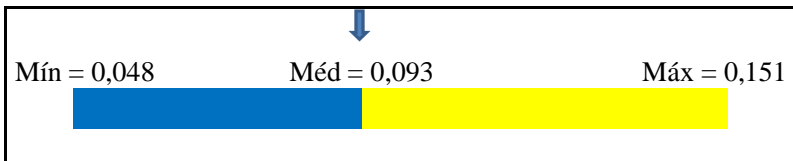


Figura 30 - Faixa de produtividade para armação de viga  
(H\*h/Kg) – TCPO 2010

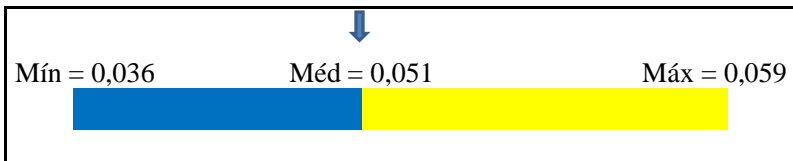


Figura 31 - Faixa de produtividade para armação de laje  
(H\*h/Kg) – TCPO 2010

#### 4.2.2. DEFINIÇÃO DO SERVIÇO DE ARMAÇÃO

Os pavimentos tipo utilizados nesta análise foram o 2º, 3º e 4º. Nestes a quantidade de armadura é a mesma, assim se torna usual para comparação de índices inclusos neste trabalho. O início de levantamento de dados deste serviço se deu 15/04/2014 com a coleta de dados de montagem de pilares, e encerrada a coleta em 03/07/2014 quando aconteceu a última leitura de montagem da malha do negativo da laje do quarto pavimento (último passo antes da concretagem).

As seguintes questões foram levadas em conta a fim de modelar a armação executada: RUP adotada, materiais e equipamentos utilizados, equipes de trabalho, forma de ataque ao serviço e definição a qual o levantamento se refere.

#### **4.2.2.1. RUP adotada**

Para este serviço a RUP adotada foi a RUP cíclica por pavimento.

#### **4.2.2.2. Materiais e equipamentos utilizados**

Os serviços de cortes e dobra eram feitos em obra. As barras de aço vinham para o canteiro de obra com comprimento de doze metros, onde houve a utilização de serras de corte, bancadas de dobras e torquês para a

amarração. Uma equipe de armadores ficava neste local de produção das armaduras, necessárias para a montagem da estrutura da torre. Decidiu-se por não considerar na RUP a fabricação das armaduras pela impossibilidade de separar as horas de armador da central dedicadas exclusivamente ao pavimento deste estudo, uma vez que no mesmo canteiro de obras, outra estrutura sendo feita.

#### **4.2.2.3. Equipes de trabalho**

Em geral, o trabalho era feito por 2 equipes de 2 armadores cada, além de um encarregado de armação. No total eram 5 armadores, onde o encarregado era o responsável por dar ordens e indicar quais funções de cada armador, por vezes que o trabalho acabava não tendo o rendimento necessário, uma outra dupla acabava sendo realocada de outra obra para poder agilizar o processo para não ocasionar atrasos.

Forma de ataque ao serviço: este foi subdividido em pilar, vigas e laje. Não se considerou o tempo em separado de montagem de cada elemento, e sim do tempo total para a execução do serviço, por ser algo que precisaria de uma carga horária de acompanhamento não compatível com a disponível, e este levantamento foi em sua grande parte feito por observação direta e em algum

casos por necessidade com o auxílio do mestre de obra encarregado da torre.

#### **4.2.2.4. Definição do tempo ao qual o levantamento se refere:**

O tempo de início que foi levado em conta em relação aos pilares era o momento. No qual os armadores começavam a montar as primeiras barras dos pilares. Estas por sua vez eram içadas para o pavimento requerido por guincho localizado na face externa da viga (Por mais que se leve em conta os armadores com a função de transportar as barras até o pavimento, quando feito o cálculo da RUP, estes não foram contemplados). Todos os pilares foram montados na laje que estava sendo executada. Começava-se amarrando as barras longitudinais nas esperas da laje inferior, sempre tendo o cuidado para não errar no espaçamento das barras, pois caso uma ficasse fora de seu local, poderia haver problemas na concretagem, o concreto dependendo do slump, pode ter um valor baixo e assim gerando uma maior necessidade de vibração do concreto e podendo causar “bicheiras” (Locais que o concreto não atinge, e formam vazios), após isto eram montados os estribos por volta das barras, estes eram amarrados às barras e sempre tendo o cuidado do espaçamento de projeto, e por fim posicionar os ganchos de pilar. Após



eram amarrados às barras ou estribos os espaçadores, estes com a função de garantir o cobrimento mínimo de projeto.

As figuras 32, 33 e 34 ficam demonstradas como era executado a montagem dos pilares.



Figura 32 –Montagem de Armação



Figura 33 – Montagem de Armadura



Figura 34 – Montagem de Armadura

Com relação às vigas, todas elas eram montadas na central de armadura, armazenadas em local coberto, e quando liberada frente de serviço eram içadas pelo mesmo guincho utilizado barras dos pilares. A sequência de montagem de vigas segue a mesma essência dos pilares. É necessário primeiramente posicionar as barras

longitudinais, e assim ir montando os estribos, de acordo com a amarração dos estribos, estes sempre tendo o cuidado do seu posicionamento, que geralmente diminui o espaçamento quando próximo a pilares, e no meio de viga aumenta, com estribos amarrados pode-se ir montando as armaduras de pele da viga e assim a viga vai tomando sua forma, com o cuidado de sempre inserir os espaçadores para que se atinja o cobrimento mínimo necessário de projeto. No caso de vigas com barras longitudinais de bitola maiores que  $\Phi 10$ , estas eram inseridas apenas quando as vigas estavam no seu local de projeto, pela consequência da não preocupação dos projetistas quanto a execução do projeto, que muitas vezes vigas que se encontram, e necessitam de amarração na estrutura, não oferecem compatibilidade quanto a execução. Como pode ser visto na Figura 35:

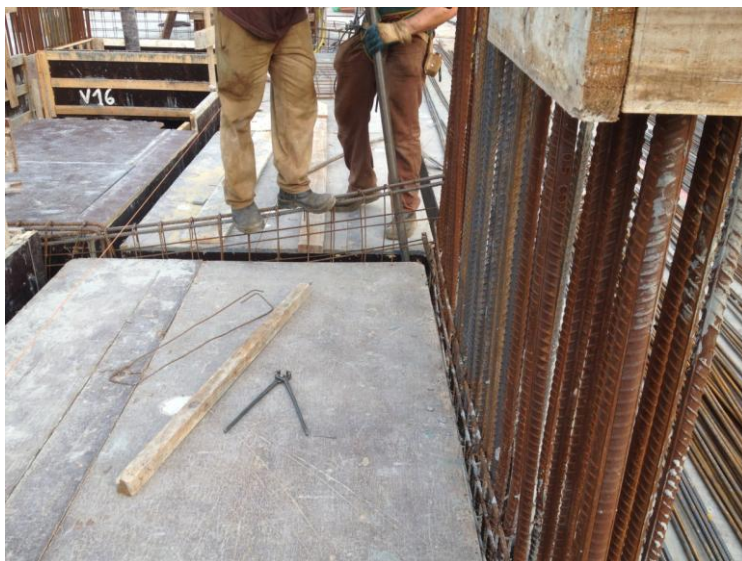


Figura 35 – Montagem de Armação – Detalhe de execução

No caso de lajes estas eram montadas sobre as fôrmas do assoalho da laje, juntamente com a montagem de vigas, armadores utilizavam o mesmo guincho já citado anteriormente para levar as barras para a laje, previamente da execução das lajes era alocado por toda a laje com caixas de madeira, os locais onde irão passar tubulações hidráulicas e elétricas, futuramente havendo a necessidade do uso destas, não se tenha que criar aberturas na laje, após isto se começava espalhando as barras do positivo da laje, as barras do positivo dos capitéis, e após a colocação do bloco de concreto celular autoclavado pelos carpinteiros, eles abriam frente para os armadores executassem as

barras do negativo da laje, negativo dos capitéis e a malha negativa que é colocada por toda a laje, como são demonstrados em fotos a seguir.

As figuras 36 e 37 demonstram o serviço de montagem de vigas e armação da laje.



Figura 36 – Montagem de Armação – Detalhe de execução de caixas de passagem



Figura 37 – Montagem de Armação – Detalhe de execução

#### 4.2.3. DADOS LEVANTADOS NA ARMAÇÃO

##### 4.2.3.1. 2º Pavimento

Neste pavimento tudo seguiu sem anormalidades, visto que a execução de pilares, vigas e laje correu dentro dos seus prazos previstos, por ser época que começa a chover menos, tiveram poucos dias de chuva, e estes não influenciaram nos índices deste pavimento, não houve qualquer atraso quando a fornecimento de produtos, nem problemas quanto a mão de obra, tanto carpinteiros quanto os próprios armadores conseguiram liberar frentes de serviço para que não atrasassem os trabalhos de suas

determinadas funções. Assim se obteve uma RUP de cada elemento estrutural, as quais quando comparadas com a TCPO 2010, apresentaram produtividades melhores (indicador menor).

#### **4.2.3.2. 3º Pavimento**

Os serviços de execução da armação de pilares, vigas e laje seguiu com normalidade neste pavimento. É importante salientar que havia a construção de outra torre em simultaneidade com a que foi estudada, mas como a em estudo possui prioridade quanto à execução, quando necessário uma dupla a mais para acelerar o processo, estes acabavam por adiantar o trabalho de seus companheiros para que não faltasse frente para a carpintaria ou que tivesse que ser feito o adiamento de concretagens. Caso fosse necessária, a remarcação da data de concretagem, acabaria por gerar transtornos, pois as concreteiras possuem planejamento de concretagem em outras obras, e muitas vezes, caso precise fazer um novo agendamento, pode ocorrer que a empresa fique sem o fornecimento de concreto na data que foi re-estipulada. Houveram dias de chuvas durante este período, estes que acabam por não influenciar no trabalho de armadores que utilizam capas de chuva, e continuam seu trabalho normalmente, mais por ser um mês relativamente mais



seco não existiram muitos dias chuvosos. A produtividade alcançada para este pavimento foi considerada relativamente boa (indicador baixo), isso apenas demonstrando que o trabalho seguiu normalmente e sem percalços.

#### **4.2.3.2. 4º Pavimento**

Durante a execução deste pavimento não ocorreram grandes problemas, uma anormalidade que surgiu foi o acontecimento da copa do mundo do Brasil, onde durante dias de jogos do Brasil, os trabalhadores eram dispensados uma hora mais cedo do que de costume, mais para suprir esta perda de hora trabalhada, era reforçado certas vezes o número de equipes trabalhando na execução, outra situação foi o atraso de entrega do fornecedor de aço, este que atrasou uma carga de barras que continha aço de bitola  $\Phi 8$  utilizado para a confecção de estribos de pilares, mais para que não ocorresse problemas quanto a frente de trabalho da armação quanto de carpintaria, mudou-se a ordem de execução de pilares, montaram-se pilares que não necessitava barras desta dimensão, ou quando necessário fez-se o uso de barras de bitola  $\Phi 10$ . Assim a RUP final deste pavimento não sofreu alteração quanto a seus valores, estes que foram

considerados abaixo dos índices de RUP confrontados da TPCO 2010.

#### 4.2.4. ANÁLISE DOS DADOS DE ARMAÇÃO

Para entendimento de todas as análises que serão feitas posteriormente, desde já deve ficar clara, a didática que será utilizada em todas as análises de dados. Os dados serão apresentados num gráfico para cada serviço estudado. No caso do eixo das ordenadas (y), que foi definido com base na TCPO serão inseridos os índices quanto à produtividade gerada nos cálculos, no eixo oposto (x), será o período da produtividade do serviço em estudo. Nos casos a seguir as produtividades em estudo são cíclicas, esta engloba os dados de cada pavimento, assim no eixo das abscissas se encontrará cada intervalo analisado.

A análise será feita de dois modos distintos, primeiramente de um modo geral, promovendo a alternativa da análise dos índices de armação acumulados por pavimento, e após, subdividida por elemento em execução no caso pilares, vigas e laje, no caso abaixo fica demonstrada a RUP de cada um dos dois casos executados e seu pavimento em questão:

As tabelas 13 e 14 mostram respectivamente as RUPs de armação por pavimento e por elemento executado por pavimento.

<b>Resumo dos Pavimentos</b>	
Pavimento	RUP (H*h/Kg)
2° Pav.	0,0586
3° Pav.	0,0605
4° Pav.	0,0595

Tabela 13 - Fonte: O autor

Armação					
Pilar		Viga		Laje	
Pavimento	RUP (H*h/Kg)	Pavimento	RUP (H*h/Kg)	Pavimento	RUP (H*h/Kg)
2°	0,0130	2°	0,0326	2°	0,0130
3°	0,0136	3°	0,0319	3°	0,0150
4°	0,0126	4°	0,0311	4°	0,0158

Tabela 14 - Fonte: O autor

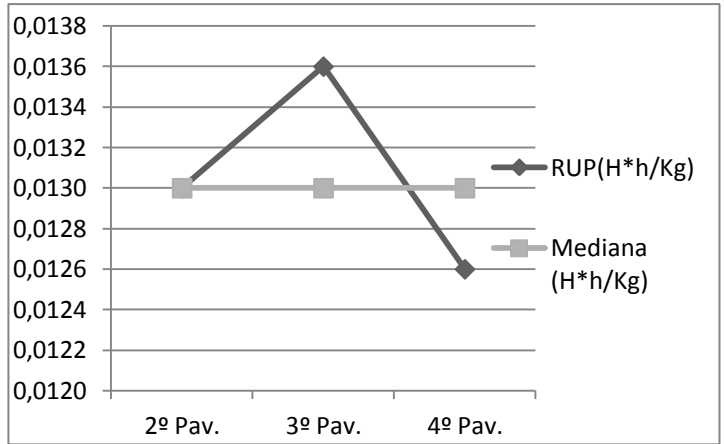


Figura 38 – Armação (RUP Pilar x Pavimento)

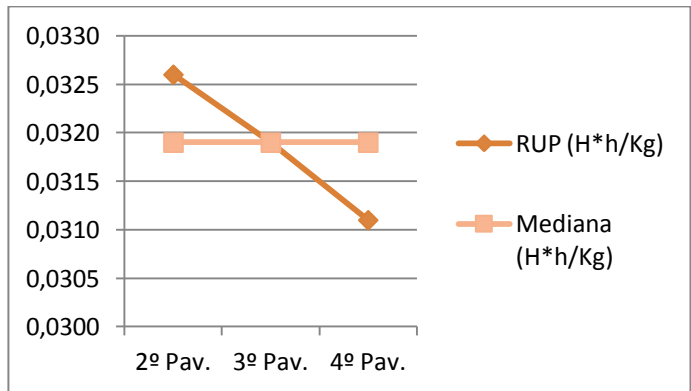


Figura 39 – Armação (RUP Viga x Pavimento)

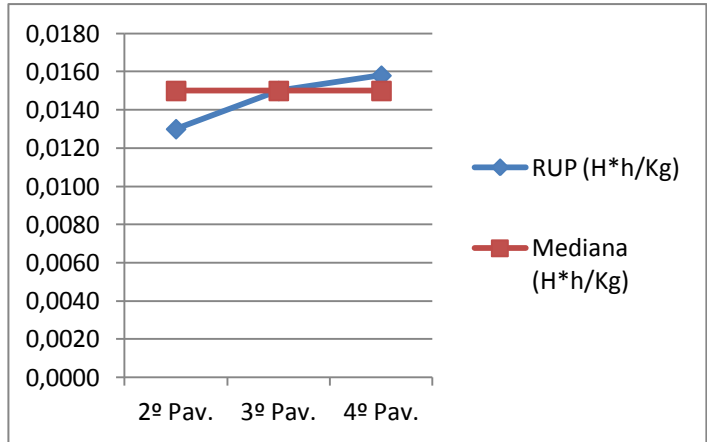


Figura 40 – Armagem (RUP Laje x Pavimento)

#### 4.2.5. COMPARAÇÃO COM RESULTADOS DA TCPO

No caso do serviço de armação, tinha-se projetado que os índices calculados estariam situados na parte central das faixas ilustradas na TCPO, isto para os indicadores de produtividade de armação de (pilar, viga e laje) mesmo assim foram obtidos valores considerados positivos em relação ao que foi previsto, assim pode-se considerar que os resultados se mostraram melhores do que os da previsão, levando em conta que particularidades de obra e execução dos serviços, influenciaram ainda que de maneira sutil os índices finais.

A mediana do serviço de armação de pilar teve como valor 0,0130 Hh/Kg, 0,0319 Hh/Kg para vigas e

0,0130 Hh/Kg para laje. Adota-se a mediana como base e não a média para ponderar o grau de influência de valores muito divergentes a maioria observada. Logo abaixo as figuras 41, 42 e 43 demonstram com setas indicadoras os valores que foram previstos de RUP com base na TCPO 2010 e os valores calculados pelo estudo de cada serviço executado de armação, como demonstrado nas figuras 41, 42 e 43 abaixo.

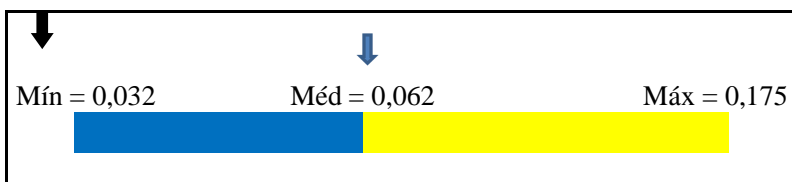


Figura 41 - Faixa de produtividade para armação de pilar  
(H\*h/Kg) – TCPO 2010

↓ Resultado obtido ↓ Prognóstico Inicial

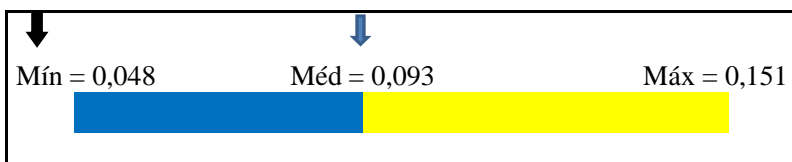


Figura 42 - Faixa de produtividade para armação de viga  
(H\*h/Kg) – TCPO 2010

↓ Resultado obtido ↓ Prognóstico Inicial

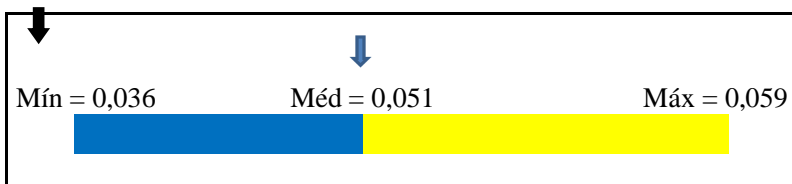


Figura 43 - Faixa de produtividade para armação de laje

(H\*h/Kg) – TCPO 2010



Resultado obtido



Prognóstico Inicial

#### 4.2.6. FATORES QUE INFLUENCIARAM NA PRODUTIVIDADE

A execução de uma ECA (Estrutura de Concreto Armado) tem inseridos no seu contexto muitos fatores que podem influenciar na produtividade final, no caso dos elementos a serem realizados possuem peculiaridades que os distinguem.

Um item muito importante quanto a ECA é a taxa de armadura do elemento a executar, no caso de pilar e viga, muitas vezes por se ter uma taxa alta de aço, estes se tornam difíceis de executar, falta espaço para manusear ferramentas ou inserir as barras necessárias, quanto aos encaixes de vigas em pilares, quando estes possuem alta taxa de aço e o projetista acaba por calcular os elementos em separado e não se preocupa com a execução, acaba gerando elementos confrontariam com o mesmo local de execução final, gerando as incompatibilidades de projeto, que são os grandes problemas de um executor. O tipo de

fornecimento de aço, quando feito corte e dobra em fábrica, este acaba por aumentar a produtividade em obra, pois os armadores não despendem de seu tempo para esta função. O efeito aprendido obtido pela repetição do serviço, não pode ser observado nestes índices pela mudança do quadro de funcionários da empresa terceirizada. Outros serviços que seguem em simultaneidade, onde as frentes de serviço tem que ser abertas para que a armação continue sem que seja prejudicada.

#### 4.3. SERVIÇO DE CONCRETAGEM

##### 4.3.1. CONJECTURA INICIAL DA PRODUTIVIDADE PARA O SERVIÇO DE CONCRETAGEM

De acordo com os fatores que influenciam diretamente na produtividade final do serviço de concretagem com base na TCPO 2010, se chegou a índices como referência da produtividade considerando as características do empreendimento estudado.

Correspondente à realidade da obra onde os pavimentos que estão sendo concretados são baixos, uso de caminhões com bomba lança, na teoria possui espaço para trocas rápidas de caminhão betoneira, o tamanho da equipe é adequando a velocidade da disponibilização do concreto,



pilares com seção considerada grande e a duração da concretagem não ultrapassa os turnos de trabalho era de se esperar altos índices de produtividade para a obra em análise como observado na TCPO 2010.

Abaixo esta evidenciado os fatores que foram levados em conta para o prognóstico inicial quando ao serviço de armação de acordo com a TCPO 2010:

Vigas mais largas	Vigas estreitas
Lajes espessas	Lajes esbeltas
Uso de concreto bombeado	Uso de grua ou elevador de obras
Adoção de caçambas ou jericas em quantidade coerente com a capacidade do sistema de transportes	Adoção de número reduzido de caçambas ou jericas
Existência de mais de um vibrador	Vibrador único
Andar sendo concretado mais baixo	Andar sendo concretado alto
Concretagem programada para uso de turnos completos de trabalho	Concretagem utilizando parte do turno de trabalho
Entrega de concreto sem atraso	Atrasos na chegada dos caminhões-betoneira
Troca de caminhões ágil	Troca demorada de caminhões
Proximidade entre locais de descarregamento do concreto em relação ao equipamento de transporte vertical	Local de recebimento do concreto não compatível com o sistema de transporte vertical
Equipe bem dimensionada para a velocidade de concretagem	Excesso de pessoas na equipe
Bom funcionamento do equipamento de transporte	Ocorrência freqüente de paralisações por problemas com o equipamento de transporte vertical
Paga-se tarefa atraente	Trabalho sem incentivo
Serviço em condições favoráveis: fatores climáticos favoráveis; baixa rotatividade da mão-de-obra; operários satisfeitos	Serviço em condições desfavoráveis: fatores climáticos desfavoráveis; alta rotatividade da mão-de-obra; operários insatisfeitos

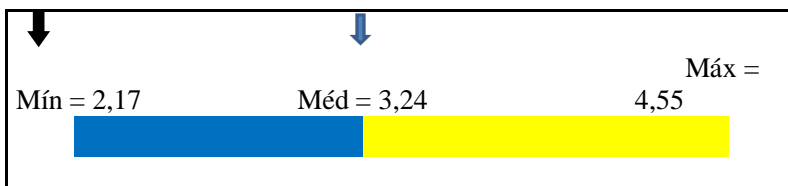


Figura 44 - Faixa de produtividade para Concretagem  
(H\*h/m<sup>3</sup>) – TCPO 2010

#### 4.3.2. DEFINIÇÃO DO SERVIÇO DE CONCRETAGEM

Os pavimentos tipo utilizados nesta análise foram o, 2º, 3º e 4º, onde nestes foi analisada a concretagem separadamente dos pilares e das vigas e laje. Assim para efeitos de comparação com os índices da TPCO estas duas produtividades foram somadas para termos de comparação. O início de levantamento de dados deste tipo de serviço foi iniciado em 06/05/2014 com a leitura de dados de concretagem de pilares, e encerrada a leitura em 07/07/2014 quando aconteceu a última leitura de concretagem de vigas e laje do quarto pavimento.

As seguintes questões foram levadas em conta a fim de modelar a armação executada: RUP adotada, materiais e equipamentos utilizados, equipes de trabalho, forma de ataque ao serviço e definição a qual o levantamento se refere.

RUP adotada para o diagnóstico deste serviço: no caso da concretagem por este serviço não ser como os descritos anteriormente que estão presentes no dia a dia de obra. Ou seja, não é um serviço contínuo como o de armação ou de carpintaria. Contudo, para ser tornar capaz de uma análise deste serviço é necessário que se utilize a RUP cíclica, de modo que se meça a cada ciclo inteiro de pavimento executado.

- Materiais e equipamentos utilizados: quanto à concretagem que foi analisada neste empreendimento, por serem pavimentos baixos era possível ainda o uso de caminhões bomba lança, onde a esta eram acoplados mangotes rígidos de aço e flexíveis para dar uma mobilidade maior na ponta do mangote, caminhões betoneira, quanto aos operários estes utilizavam carrinhos quando a concretagem era de pilares, e de uso geral das concretagens era utilizado vibradores, pás, réguas para acabamento de superfície, rodo para espalhar o concreto e colher de pedreiro para acabamento finos.

- Equipe de trabalho: verificou-se que exceto os funcionários da empresa de concreto, na sua totalidade os operários que trabalhavam nas concretagens, eram todos oriundos de outras funções, neste caso eles eram realocados da carpintaria, os mesmos que trabalhavam

executando as fôrmas (pilares, vigas e laje) participavam da concretagem. Esta equipe era composta por 5 operários no manejo do mangote, 2 tinham a função de dar acabamento a laje (deixar o mais nivelada possível), 2 operários nos vibradores, com dois ajudantes no trabalho de manter os fios do mangotes livres, 6 com a função de distribuir o concreto na laje, um oficial mestre de obra durante a concretagem tinha a função de curar a laje e quanto a concreteira esta possuía 1 operário controlando a bomba na laje, 1 ficava junto a bomba no pavimento térreo e 1 sempre acompanhando o seu caminhão betoneira. Quanto a empresa detentora da obra, esta sempre possuía um mestre junto ao caminhão betoneira para analisar o concreto do caminhão que chegava, um mestre na laje orientando os terceirizados e 1 estagiário elaborando o mapeamento do concreto.

- Forma de ataque ao serviço: a concretagem de pilares era feito em separado dos outros elementos, por atraso em alguns momentos, no caso de execução de fôrmas de pilares, alguns pilares foram concretados juntamente com as vigas, laje e escada, estas que sempre eram executadas no mesmo dia.

- Definição ao qual o levantamento se refere: os índices foram gerados a partir do momento em que todo o

conjunto que formava a equipe de concretagem estava pronta para o início, e isto acontecia quando o concreto estava pronto para ser levado até o pavimento, e os operários estavam capazes de exercer o que lhes era pedido e o término acontecia quando o último serviço de concretagem era concluído. Neste caso não foram inseridas no índices o tempo gasto dos mestres de obra, dos operários da concreteira, da empresa que produz os corpos de prova até a análise, dos estagiários, do engenheiro, do indivíduo que cuidava da cura do concreto, dos encanadores e eletricitistas que marcavam e passavam mangueiras sobre a fôrma do assoalho e de outros funcionários que auxiliavam e coordenavam a concretagem.

#### 4.3.3. DADOS LEVANTADOS NA CONCRETAGEM

##### 4.3.3.1. 2º Pavimento

Quanto ao serviço de concretagem este foi o que se menos constatou problemas na sua execução, pois as datas de concretagem eram totalmente obedecidas pela concreteira contratada, esta chegava no horário em que lhe era ofertada, quanto ao atraso de concreto, este se ocorreu foi de pequena magnitude, nada que se causa diminuição do índice de produtividade, apenas no último caminhão da

concretagem que ocasionalmente ocorre certo atraso, no caminhão de “corte”, este que acaba se esperando até o fim para se ter certeza da quantidade de concreto que deve ser pedida para que não falte ou sobre o concreto, que por mais que se façam cálculos muitas vezes uma laje pode haver certa variação, por se usar blocos de siporex estes por sua vez possuem certa variação de tamanho, muitas vezes acabam por interferir na cubagem de concreto. Nesta composição de pilares, vigas, laje e escada foram utilizados 202,50 m<sup>3</sup> de concreto com Fck 35 MPa. A concretagem dos pilares aconteceu na data 06/05/2014 e da laje 15/05/2014.

#### 4.3.3.2. 3º Pavimento

Este pavimento como o anterior não foi constatado problemas de execução, as datas de concretagem foram 02/06/2014 para os pilares e 10/06/2014 para a laje. Neste pavimento ocorreu que o serviço de carpintaria atrasou um dia em relação ao pré-determinado de planejamento de concretagem, assim 3 pilares não foram concretados e estes acabaram sendo executados no dia da concretagem de laje. Não interferindo muito na produtividade, pois os pilares não eram de difícil execução e possuíam seções grandes, assim esta concretagem seguiu de forma adequada ao esperado. Foram utilizados nestes dois dias de

concretagem o total de 200,00 m<sup>3</sup> de concreto de Fck 35 MPa, com diminuição de 2,5 m<sup>3</sup> de concreto em relação à última concretagem Isto como consequência da mudança do controle da camada de concreto, que serve de cobertura, que antes era feita com uma ferramenta simples, que era inserida no concreto em certos pontos, por blocos de siporex com uma espécie de talisca, estes espalhados por locais estratégicos da laje, que tem como função fornecer a altura necessária para o concreto.

#### 4.3.3.3. 4º Pavimento

O 4º pavimento dos estudados foi o obteve o pior índice de produtividade, isto se deve ao atraso ocorrido por parte da concreteira no dia 26/06/2014, quando foi feita a concretagem de pilares, assim exercida toda a mobilização de operários para realizar a concretagem, mas com a carência de caminhões pelo alto fornecimento de concreto pela concreteira neste dia para outras obras, quando foi necessário pedir o último caminhão de concreto este acabou demorando muito. Outro fator foi o atraso no último dia de execução de fôrmas do assoalho, pois como nesta obra é feita a concretagem após o assoalho concluído, e não por andaimes próximos aos pilares, o número de 5 pilares não foram concretados, assim diminuindo a quantidade de volume de concreto utilizado

neste dia, mais não a quantidade de pessoas mobilizadas para esta concretagem.

Quando à concretagem do dia 07/07/2014, esta ocorreu sem maiores problemas, toda a laje foi concretada dentro do turno de trabalho e juntamente com a laje foram concretados os 5 pilares que deixaram de ser concretados como descrito anteriormente. No total das duas concretagens foram 200,00 m<sup>3</sup> de concreto e este com Fck 35,0 MPa.



Figura 45 – Concretagem de Laje

#### 4.3.4. ANÁLISE DOS DADOS DA CONCRETAGEM



Na análise dos dados da concretagem, foram englobados os índices de concretagem de pilares, estes que eram programados para um dia de trabalho e os de vigas, laje e escadas, estes três últimos executados em apenas um dia. Assim foi formado para cada pavimento apenas um índice, e este com esse formato pôde-se gerar comparações com as bases de dados da TCPO 2010.

A equipe de concretagem era composta, via de regra, por carpinteiros que executavam as fôrmas, onde dois tinham a função de vibrar o concreto, outros 6 eram encarregados de espalhar o concreto e dar a ele acabamento, 1 armador para consertar amarrações que são necessárias pelo alto movimento de pessoas na concretagem, 3 serventes para auxiliar com movimentações do mangote e demais funções e 3 funcionários da concreteira.

O concreto até os andares em estudo era bombeado por caminhões com bomba lança, pois não existindo grandes alturas para concretagem, não era necessário à montagem de tubulação para bomba estacionária, assim com a utilização da bomba lança existe uma maior mobilidade e melhores índices de produtividade.

Concretagem	
	RUP (Hh/m <sup>3</sup> )
2º Pav.	2,11
3º Pav.	2,00
4º Pav.	2,57

Tabela 15 – RUP de Concretagem por Pavimento

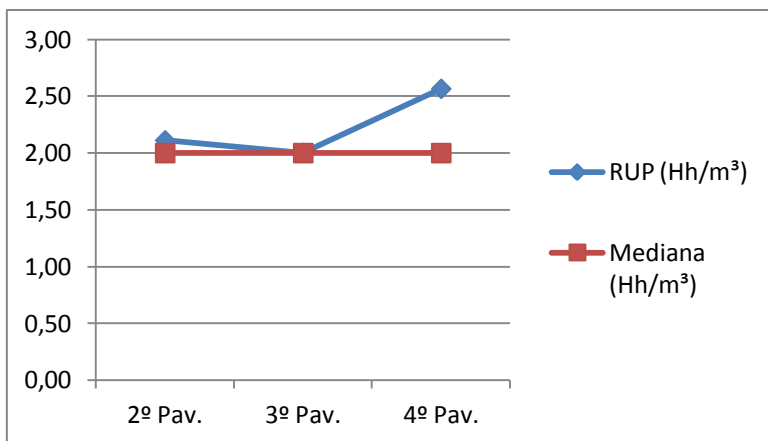


Figura 46 – Concretagem (RUP Total x Pavimento)

#### 4.3.5. COMPARAÇÃO COM OS DADOS DA TCPO

Como já feito anteriormente para os serviços de execução de fôrmas e de armação, agora para a concretagem será analisado os índices obtidos nos levantamentos, os índices esperados através das características do empreendimento e a base de dados da TCPO 2010. Assim feitas às devidas comparações se

chegou à conclusão que a produtividade neste serviço ficou acima do esperado anteriormente, onde mesmo que esta sofreu um decréscimo no 4º pavimento, ainda seguiu abaixo do prognóstico inicial, todos estes foram tão produtivos que a mediana se situou fora da faixa indicado como de maior produtividade.

A mediana das RUPs para o serviço de execução da concretagem foi de 2,00 Hh/m<sup>3</sup>.

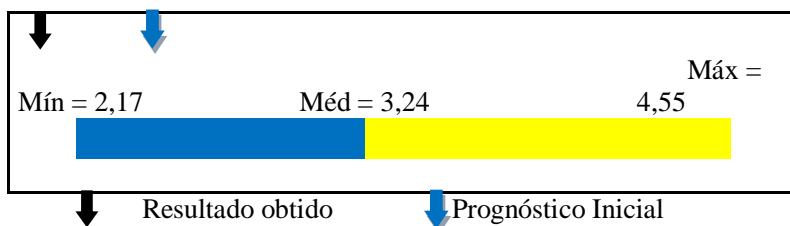


Figura 47 - Faixa de produtividade para Concretagem  
(H\*h/m<sup>3</sup>) – TCPO 2010

#### 4.3.6. FATORES QUE INFLUENCIAM NA EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM

Neste empreendimento os operários que participavam das concretagem eram oriundos de outras funções, principalmente da carpintaria de fôrmas, salvo um ou no máximo dois pedreiros que auxiliam na fase de

acabamento da superfície do concreto e os funcionários da concreteira.

Quanto aos fatores que agem de forma incisiva na produtividade deste serviço, um fato que pode causar grandes atrasos é o entupimento dos dutos de concreto, que seguem das bombas estacionárias ou bombas lança, até o local final de depósito do concreto, isso pode acontecer quando há misturado no agregado (brita), rochas de tamanho não compatível com os dutos, assim quando esta rocha passa principalmente por alguma redução do duto ou curva, isto acaba interrompendo o fluxo do concreto e deste modo até se achar o local do entupimento e sanar este problema, podem ser perdidos até 30 minutos de serviço em alguns casos.

Quanto ao concreto, este por algumas vezes pode vir com dosagem diferente com as especificações requeridas pela construtora, e assim esse problema só é detectado quando é feito o teste de slump ou checagem das especificações que vem no documento que chega a obra juntamente com o caminhão betoneira, e muitas vezes o concreto não chega a essas especificações e devolvido a central, onde deve ser descartado.

Outro grande problema é o percurso do concreto até a obra, muitas vezes os caminhões percorrem grandes distâncias para chegar até a obra, principalmente nos horários de pico, onde estes tem que enfrentar grandes congestionamentos, e em outros casos a grande demanda por parte de outros empreendimentos força as concreteiras em alguns casos fornecer concreto a muitas obras a um mesmo tempo, assim quando necessário um grande numero de caminhões em apenas um dia em certa obra, podem ocorrer atrasos por falta de caminhões.

Outros fatores também influenciam na produtividade do concreto, de acordo com a TCPO 2010: quais sejam:

- Slump do concreto: quando mais auto-adensável teoricamente maior a produtividade;
- Quanto maior o senso de equipe: com o entrosamento dentro da equipe, cada operário tenta fazer o seu melhor para assim ajudar o próximo;
- Equipamentos utilizados: quanto mais modernos e novos, menos o trabalhador é

forçado ao trabalho pesado e maior sua produtividade;

- Altura do local a ser concretado: quanto menor esta altura, menos se força equipamentos, e menos as chances de interrupção do fluxo de concreto;
- Formas dos elementos: quanto mais simples as formas dos elementos a serem concretados, este exige menos tempo de execução e eleva os índices.

Assim cada fator pode agir de forma mais intensa em cada empreendimento, alguns fatores podem não ter relevância alguma em certa obra, mais em outro local pode influenciar de certa maneira, que se não forem tomadas as devidas precauções acaba afetando diretamente a produtividade.

## 5. DIRETRIZES PARA O APRIMORAMENTO DA PRODUTIVIDADE

A busca por dados e sua posterior análise, juntos formam um processo imprescindível à gestão da produção de uma obra. Esta prática permite ao gestor da obra conhecer em qual setor deve investir mais tempo e ter maiores cuidados quanto ao planejamento de curto e longo prazo.

Assim cada função tem como resultado do estudo um produto diferenciado, onde a produtividade de um carpinteiro é quase que totalmente dependente do esforço do trabalhador, se este não possui treinamento adequado ou experiência, seus índices serão teoricamente baixos, onde ele levará mais tempo para executar uma fôrma, pois terá dificuldade do entendimento do trabalho e de montagem desta. O mesmo pode-se levar para a armação onde a mão de obra qualificada tem um grande peso na formação do índice de produtividade. Já no terceiro serviço analisado neste trabalho, conclui-se que a concretagem é o setor que possui um menor impacto quanto à falta de experiência, quando se fala em execução de um serviço, pois excluindo a função do operário de vibrar uma peça para não ocorrerem falhas no concreto, as outras funções são mais simples e assim exigindo menos da qualificação

do operário e quase que totalmente da sua capacidade física.

Uma diretriz para a melhora na produtividade neste empreendimento seria a elaboração de um mapa das fôrmas da estrutura, onde estas que já possuíam numeração seriam enumeradas e inseridas na planta de forma de cada pavimento, onde quando se ocorre alguma dúvida da localização de alguma peça, o operário poderia consultar este mapa, e assim tornaria seu trabalho mais produtivo. Isto não foi implementado, pois o mestre de obra da empresa terceirizada não se manifestou a favor deste mapa, pois para ele não teria grande uso, assim isto acabou ficando apenas como uma ideia para melhoria da produtividade a qual poderá ser usada em outros empreendimentos e já combinada com o empreiteiro na fase de contratação do mesmo.

O planejamento de obra inicia com um acentuado estudo, com o intuito de realizar pequenos testes, que permitam a análise dos potenciais efeitos de ações mais abrangentes nos processos. Depois de analisadas e aprovadas, trabalha-se com o propósito de aumentar a abordagem das ações testadas. Caso sejam encontradas falhas, trabalha-se para corrigi-las.



Planejamento: Estabelecer os objetivos e os processos necessários para alcançar tal efeito ou identificar um problema, analisá-lo e formar um plano de ação, no caso em estudo ter as definições das frentes de trabalho disponíveis, a quantidade necessária de operários para a função, as ferramentas e insumos necessários, formas de motivar os funcionários. Com estas mudanças em fase de implantação isto deve seguir para próxima fase. Execução: Programar os novos processos, preferencialmente em pequenas escalas, baseando-se nos planos de ação. Verificar: Analisar os resultados obtidos e comparar com os esperados no planejamento. Agir: Agir de acordo com a análise, promovendo as devidas mudanças nos processos e expandindo sua abrangência.

Algumas ações podem ser implantadas em obras de construção civil:

- Produção: evitar a interferência de frentes de serviço. Buscar salários atrativos para diminuir a rotatividade das equipes. Realizar análises periódicas das equipes e dos equipamentos utilizados, com a busca da equipe ideal para o serviço;

- Projeto: análise da falta de compatibilidade entre o projeto e a realidade, assim auxiliando na execução e em

relação ao consumo de materiais. Demonstrar para os projetistas de estruturas e arquitetos as dificuldades de execução, durante decorrentes de projetos de pilares com seções muito esbeltas ou com excesso de armaduras;

- Planejamento: Busca de planejamento de curto prazo. Verificar se os fornecedores cumprem os prazos e se certos atrasos acabam por prejudicar o andamento dos serviços.

- Orçamento: Analisar periodicamente as medições, de maneira a mantê-las atualizadas de acordo com os valores de mercado e evitando gastos não planejados. Premiar funcionários cujo trabalho se destaca pela qualidade e produtividade alcançadas. Contabilizar o desperdício não só em quantidade de material, mas, também, em capital despendido. Utilizar dados reais de obra para se definir o montante a ser despendido em cada serviço, inclusive para efeitos de balizar a contratação de subempreiteiros.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 6.1. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS

Quanto aos objetivos propostos desde o início deste estudo, estes foram alcançados, pois através do levantamento e análise de dados, teve-se como produto índices regionais quanto à execução de uma Estrutura de Concreto Armado (ECA).

Este trabalho teve início com a escolha do tema, onde se buscou aliar certa necessidade por índices de execução de uma ECA próxima a região de Florianópolis, e a disponibilidade de ser estagiário em uma obra da construção civil que continha esta fase de execução. Assim o levantamento de dados se iniciou em abril de 2014, e juntamente com a leitura de dados se estabeleceu a fase de leitura, de estruturação da base teórica que seria utilizada para a posterior análise. Com esta base teórica e o tempo de estadia em obra, pode-se entender todo o sistema de construção, ter a visão que um operário tem de cada elemento que ele executa, e das dificuldades impostas a cada nova tarefa que lhe é ofertada.

Assim esta base de dados foi sendo gerada e organizada, onde eram levados não somente os dados, mas

seus fatores influenciadores. Nas observações diárias eram inseridas as informações que eram tidas como importantes, para posterior embasamento das anormalidades acontecidas em obra. Pois sem a devida organização, todos estes dados acabam perdendo o sentido, onde não se poderia julgar o porquê que certo dia foi muito produtivo ou não. Durante quase 3 meses se seguiu com essa rotina de leitura, mais precisamente do dia 15/04/14 até dia 07/07/2014, onde foram levantados dados de armação, fôrma e concretagem de um edifício residencial.

Após o levantamento totalmente concluído foi obtido os índices de produtividade, as RUPs (Estas cíclicas em certos casos, e diárias em elementos que se conseguir ter um maior controle na medição), com estes dados pode-se entender as consequências que alguns acontecimentos causam a produtividade, atrasos de cronograma, aumento de custos de materiais e mão de obra, entre outros. E disto podem-se comparar com outros trabalhos, teses e a TCPO, onde desta comparação se avaliou o quão eficaz eram os serviços analisados na obra em questão.

## 6.2 CONCLUSÃO

Com a análise dos dados coletados produzida em obra chegou-se a conclusão que o empreendimento em

estudo segue com alta produtividade em comparação com a TCPO 2010, onde que ao longo do levantamento, era indagado aos encarregados de cada setor, e estes em alguns momentos tinham o pensamento de que seus índices poderiam não ser produtivos quando em comparação com outras obras, isto levando em conta que por serem equipes que possuem qualificação e organização, mesmo tendo alguns problemas na execução de alguns serviços, quando comparadas a outras equipes, ainda possuem certa diferença superior de qualidade.

Após estes levantamentos serem feitos, a obra continuou com seu planejamento, por simples comparações de datas de concretagem tanto de pilares quando da laje, sabe-se que após a leitura ser concluída deste estudo, os índices de produtividade melhoraram ainda mais, isto se levando em conta que se chegou a uma equipe ideal para a execução de fôrmas, esta não possuindo alternância de operários, e por o edifício não possuir diferenças de execução no decorrer dos pavimentos, este trabalho acaba se tornando repetitivo, e assim melhorando ainda mais seus índices de produtividade.

Assim particularmente através de uma análise do edifício em construção, se leva uma ótima imagem da empresa detentora do projeto, pois esta possui uma ótima organização, tanto de execução, planejamento, liderança, onde ela não deixa que os serviços sejam liderados pela empreiteira contratada, ela dá as diretrizes, e exige que seja feito da melhor maneira possível, para que assim obtenha cada vez mais a qualidade de serviço, esta interada a produtividade e ao não desperdício de tempo de mão de obra e materiais. Isto tudo para que seus produtos finais, neste caso apartamentos, possuam o melhor padrão possível ao quais seus clientes exigem.

Para o fechamento de toda esta ideia se desenvolveu uma análise baseada no ciclo PDCA, onde com a essência deste programa, puderam-se gerar diretrizes para a incessante busca da melhora da produção, pois esta nunca terá um teto onde se estagnará, constantemente se irá almejar índices cada vez mais produtivos e que tragam economia financeira.

## 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.

**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.

**CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, CBIC. A produtividade da construção civil Brasileira.** Brasília, 2010, 63 p.

**CARRARO, F. & Souza, U. E. L. Monitoramento da Produtividade da Mão-de-Obra na Execução da Alvenaria: um caminho para a otimização dos recursos.** Congresso Latino Americano de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios (3 a 6 de novembro, 1998). PCC-USP, São Paulo, 1998

**COSTA, A. L. M. C. A questão da produtividade.** Organização do Trabalho: uma abordagem interdisciplinar / sete estudos sobre a realidade brasileira. São Paulo, Atlas, 1987.

**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.

FREITAS, M. C. D.; POZZOBON C. E.; HEINECK L. F. **M. Dignóstico de mudanças voltadas à qualidade e produtividade de canteiros de obra Brasileiros.** 1998.

HRUGER, José A., HEINECK, Luiz F. M. **A elaboração de manuais de procedimentos padronizados para a melhoria da qualidade e produtividade – Ação de uma empresa de construção civil num ambiente de competitividade e globalização.** Florianópolis, 11 p.

IBGE (2007). **Estatísticas do Cadastro Central.** IBGE, Rio de Janeiro, 2007.

SOARES, Carlos A. P.; COSENZA, Orlando N. O sistema de gestão como fator de produtividade para a construção civil. Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998

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.

TCPO 2010. **Tabela de composições de Preços para Orçamentos.** 13 ed., São Paulo, Editora PINI, 2010. 630p.

TEIXEIRA Regina C., MEng; TEIXEIRA, Ivandi S., MSc. **A relação entre motivação e produtividade nas empresas de construção civil.** Florianópolis, UFSC, ANTAC, 1998.





Pavimento: 2º Piso	07/mai	08/mai	09/mai	12/mai	13/mai	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	4	2	2	2	2	<b>12</b>
Função	Armador	Armador	Armador	Armador	Armador	<b>Armador</b>
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	<b>Viga</b>
Peso Total de Aço (Kg)	*	*	*	*	*	<b>2762</b>
Homem*Hora	30	15	15	15	15	<b>90</b>
RUP (Homem*Hora/Kg)	*	*	*	*	*	<b>0,0326</b>

Pavimento: 3º Piso	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	4	2	4	2	<b>12</b>
Função	Armador	Armador	Armador	Armador	<b>Armador</b>
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	<b>Viga</b>
Peso Total de Aço (Kg)	*	*	*	*	<b>2762</b>
Homem*Hora	30	15	30	13	<b>88</b>
RUP (Homem*Hora/Kg)	*	*	*	*	<b>0,0319</b>

Pavimento: 4º Piso	27/jun	30/jun	01/jul	02/jul	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	4	2	4	2	<b>12</b>
Função	Armador	Armador	Armador	Armador	<b>Armador</b>
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	<b>Viga</b>
Peso Total de Aço (Kg)	*	*	*	*	<b>2762</b>
Homem*Hora	26	15	30	15	<b>86</b>
RUP (Homem*Hora/Kg)	*	*	*	*	<b>0,0311</b>

Pavimento: 2º Piso	08/mai	09/mai	12/mai	13/mai	14/mai	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	4	4	4	4	6	<b>22</b>
Função	Armador	Armador	Armador	Armador	Armador	<b>Armador</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Viga
Peso Total de Aço (Kg)	*	*	*	*	*	<b>10102</b>
Homem*Hora	30	26	30	30	45	<b>161</b>
RUP (Homem*Hora/Kg)	*	*	*	*	*	<b>0,0159</b>

Pavimento: 3º Piso	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	09/jun	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	2	5	4	6	4	<b>21</b>
Função	Armador	Armador	Armador	Armador	Armador	<b>Armador</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Viga
Peso Total de Aço (Kg)	*	*	*	*	*	<b>10102</b>
Homem*Hora	15	37,5	30	39	30	<b>151,5</b>
RUP (Homem*Hora/Kg)	*	*	*	*	*	<b>0,0150</b>

Pavimento: 4º Piso	30/jun	01/jul	02/jul	03/jul	04/jul	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	2	3	6	6	5	<b>22</b>
Função	Armador	Armador	Armador	Armador	Armador	<b>Armador</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Viga
Peso Total de Aço (Kg)	*	*	*	*	*	<b>10102</b>
Homem*Hora	15	22,5	45	45	32,5	<b>160</b>
RUP (Homem*Hora/Kg)	*	*	*	*	*	<b>0,0158</b>

APÊNDICE II – PLANILHAS DE LEVANTAMENTO DO SERVIÇO DE CONCRETAGEM

Pavimento: 2º Piso	06/mai					TOTAL	Horas de Concretagem	Volume de Projeto	Volume de Execução	RUP (Homem*Hora) m <sup>2</sup>
Quantidade de funcionários	1	9	2	1	3	16,00	*	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
Função de Origem	Pedreiro	Carpinteiro	Servente	Mestre	Concreteira	*	10:00 ao 12:15 h	<b>36,39</b>	<b>30,00</b>	
Função na Concretagem	Dar Acabamento	Vibrador Mangote Desempeno	Auxílio	Comando	Controle da Bomba de Concreto	*	13:10 às 14:30 h	*	*	1,432
Elemento Executado	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	<b>Total = 3:35h</b>	*	*	
Homem*Hora	3,58	32,22	7,16	0	0	42,96	*	*	*	

Pavimento: 3º Piso	02/jun					TOTAL	Horas de Concretagem	Volume de Projeto	Volume de Execução	RUP (Homem*Hora) m <sup>2</sup>
Quantidade de funcionários	1	7	2	1	3	14,00	*	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
Função de Origem	Pedreiro	Carpinteiro	Servente	Mestre	Concreteira	*	11:30 ao 12:00 h	<b>35,28</b>	<b>30,00</b>	
Função na Concretagem	Dar Acabamento	Vibrador Mangote Desempeno	Auxílio	Comando	Controle da Bomba de Concreto	*	13:00 às 15:30 h	*	*	1,364
Elemento Executado	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	<b>Total = 3:00h</b>	*	*	
Homem*Hora	3	21	6	0	0	30,00	*	*	*	

Pavimento: 4º Piso	26/jun					TOTAL	Horas de Concretagem	Volume de Projeto	Volume de Execução	RUP (Homem*Hora)
Quantidade de funcionários	0	8	3	1	3	15,00	*	m³	m³	m²
Função de Origem	Pedreiro	Carpinteiro	Servente	Mestre	Concreteira	*		<b>32,08</b>	<b>24</b>	
Função na Concretagem	Dar Acabamento	Vibrador Mangote Desempeno	Auxílio	Comando	Controle da Bomba de Concreto	*	8:30 às 12:45 h	*	*	1,948
Elemento Executado	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	<b>Total = 4:15h</b>	*	*	
Homem*Hora	0	34	12,75	0	0	46,75	*	*	*	

pilar

Pavimento: 2º Piso	15/mai					TOTAL	Horas de Concretagem	Volume de Projeto	Volume de Execução	RUP (Homem*Hora)
Quantidade de funcionários	2	11	3	1	3	20,00	*	*	*	m²
Função de Origem	Pedreiro	Carpinteiro	Servente	Mestre	Concreteira	*	8:00 ao 12:00 h	<b>150,54</b>	<b>172,50</b>	
Função na Concretagem	Dar Acabamento	Vibrador Mangote Desempeno	Auxílio	Comando	Controle da Bomba de Concreto	*	12:40 às 16:00 h	*	*	0,680
Elemento Executado	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	<b>Total = 7:20 h</b>	*	*	
Homem*Hora	14,66	80,63	21,99	0	0	117,28				

laje

Pavimento: 3º Piso	10/jun					TOTAL	Horas de Concretagem	Volume de Projeto	Volume de Execução	RUP (Homem*Hora) m²
Quantidade de funcionários	2	10	2	1	3	18,00	*	*	*	
Função de Origem	Pedreiro	Carpinteiro	Servente	Mestre	Concreteira	*	8:15 ao 12:00 h	<b>150,54</b>	<b>170,00</b>	
Função na Concretagem	Dar Acabamento	Vibrador Mangote Desempeno	Auxílio	Comando	Controle da Bomba de Concreto	*	13:00 às 17:00 h	*	*	0,638
Elemento Executado	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	<b>Total = 7:45 h</b>	*	*	
Homem*Hora	15,5	77,5	15,5	0	0	108,50				

Pavimento: 4º Piso	07/jul					TOTAL	Horas de Concretagem	Volume de Projeto	Volume de Execução	RUP (Homem*Hora) m²
Quantidade de funcionários	2	11	2	1	3	19,00	*	*	*	
Função de Origem	Pedreiro	Carpinteiro	Servente	Mestre	Concreteira	*	7:45 às 11:00 h	<b>150,54</b>	<b>176,00</b>	
Função na Concretagem	Dar Acabamento	Vibrador Mangote Desempeno	Auxílio	Comando	Controle da Bomba de Concreto	*	12:40 às 15:40	*	*	0,618
Elemento Executado	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	Viga e Laje	<b>Total = 7:15 h</b>	*	*	
Homem*Hora	14,5	79,75	14,5	0	0	108,75				

APÊNDICE III – PLANILHAS DE LEVANTAMENTO DO SERVIÇO DE FÔRMAS

Pavimento: 2º Piso	16/abr	17/abr	22/abr	23/abr	24/abr	25/abr	28/abr	29/abr	30/abr	02/mai	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	6	3	5	6	4	4	5	3	6	4	<b>46</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	<b>Pilar</b>
Área Total de Fôrmas (m²)	45,12	29,40	45,77	36,28	34,65	45,26	44,73	27,45	30,94	28,44	<b>368,01</b>
Homem*Hora	45	22,5	32,5	45	30	30	37,5	19,5	45	30	<b>337</b>
RUP (Homem*Hora/m²)	1,00	0,77	0,71	1,24	0,87	0,66	0,84	0,71	1,45	1,05	<b>0,92</b>

Pavimento: 3º Piso	16/mai	19/mai	20/mai	21/mai	22/mai	23/mai	26/mai	27/mai	28/mai	29/mai	30/mai	02/jun	03/jun	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	5	6	5	5	2	4	2	4	4	2	6	1	2	<b>48</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	<b>Pilar</b>
Área Total de Fôrmas (m²)	31,08	38,49	34,7	45,07	12,42	30,72	13,34	26,09	26,24	18,11	70,21	7,23	14,31	<b>368,01</b>
Homem*Hora	37,5	45	37,5	37,5	7,5	26	15	30	30	15	39	7,5	15	<b>342,50</b>
RUP (Homem*Hora/m²)	1,21	1,17	1,08	0,83	0,60	0,85	1,12	1,15	1,14	0,83	0,56	1,04	1,05	<b>0,93</b>

Pavimento: 4º Piso	16/jun	17/jun	18/jun	20/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	30/jun	<b>Total</b>
Quantidade de funcionários	5	6	5	6	4	6	4	5	6	2	<b>49</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	Pilar	<b>Pilar</b>
Área Total de Fôrmas (m²)	23,32	42,36	40,7	59,52	36,92	30,34	43,44	45,15	24,41	21,85	<b>368,01</b>
Homem*Hora	37,5	45	32,5	45	30	45	30	37,5	39	15	<b>356,50</b>
RUP (Homem*Hora/m²)	1,61	1,06	0,80	0,76	0,81	1,48	0,69	0,83	1,60	0,69	<b>0,97</b>

Pavimento: 2º Piso	22/abr	23/abr	24/abr	25/abr	28/abr	29/abr	30/abr	02/mai	06/mai	07/mai	08/mai	09/mai	13/mai	Total
Quantidade de funcionários	3	2	2	2	1	2	3	4	2	2	4	2	6	<b>35</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	<b>Viga</b>
Área Total de Fôrmas (m <sup>2</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>253,53</b>
Homem*Hora	22,5	15	13	15	7,5	15	22,5	26	15	15	30	15	45	<b>256,50</b>
RUP (Homem*Hora/m <sup>2</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>1,01</b>

Pavimento: 3º Piso	21/mai	23/mai	27/mai	28/mai	29/mai	30/mai	02/jun	03/jun	04/jun	05/jun	06/jun	09/jun	Total
Quantidade de funcionários	4	4	3	2	3	3	3	2	4	2	5	4	<b>39</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	<b>Viga</b>
Área Total de Fôrmas (m <sup>2</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>253,53</b>
Homem*Hora	30	30	22,5	15	11,25	19,5	9	15	30	15	32,5	30	<b>259,75</b>
RUP (Homem*Hora/m <sup>2</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>1,02</b>

Pavimento: 4º Piso	16/jun	17/jun	18/jun	20/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	30/jun	01/jul	02/jul	03/jul	04/jul	Total
Quantidade de funcionários	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	4	4	<b>35</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	<b>Viga</b>
Área Total de Fôrmas (m <sup>2</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>253,53</b>
Homem*Hora	15	22,5	13	15	15	15	15	15	13	22,5	22,5	15	30	26	<b>254,50</b>
RUP (Homem*Hora/m <sup>2</sup> )	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>1,00</b>



Pavimento: 2º Piso	23/abr	24/abr	25/mai	28/abr	29/abr	30/abr	02/mai	05/mai	06/mai	07/mai	08/mai	Total
Quantidade de funcionários	2	1	3	2	3	4	4	3	4	3	2	<b>31</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	<b>Laje</b>
Área Total de Fôrmas (m <sup>2</sup> )	125,00	33,37	96,88	56,82	61,00	104,95	65,56	32,54	55,58	42,51	19,97	<b>694,18</b>
Homem*Hora	15	7,5	19,5	15	22,5	30	30	19,5	30	22,5	15	<b>211,5</b>
RUP (Homem*Hora/m <sup>2</sup> )	0,12	0,22	0,20	0,26	0,37	0,29	0,46	0,60	0,54	0,53	0,75	<b>0,30</b>

Pavimento: 3º Piso	21/mai	22/mai	23/mai	26/mai	27/mai	28/mai	29/mai	30/mai	02/jun	03/jun	04/jun	05/jun	Total
Quantidade de funcionários	4	2	0	5	4	3	3	2	4	2	3	2	<b>34</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	<b>Laje</b>
Área Total de Fôrmas (m <sup>2</sup> )	117,57	40,2	0	133	82,9	52,47	42,23	69,11	63,35	18,11	30,01	45,23	<b>694,18</b>
Homem*Hora	30	15	0	37,5	15	19,5	22,5	15	16	15	22,5	15	<b>223,00</b>
RUP (Homem*Hora/m <sup>2</sup> )	0,26	0,37	0,00	0,28	0,18	0,37	0,53	0,22	0,25	0,83	0,75	0,332	<b>0,32</b>

Pavimento: 4º Piso	17/jun	18/jun	20/jun	23/jun	24/jun	25/jun	26/jun	27/jun	30/jun	30/jun	01/jul	Total
Quantidade de funcionários	2	4	3	3	3	3	3	3	4	2	3	<b>33</b>
Função	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	<b>Carpinteiro</b>
Elemento Executado	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	Laje	<b>Pilar</b>
Área Total de Fôrmas (m <sup>2</sup> )	56,45	30,13	78,38	57,21	79,32	63,5	82,19	45,15	79,25	65,74	56,86	<b>694,18</b>
Homem*Hora	15	30	19,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	26	15	22,5	<b>218,00</b>
RUP (Homem*Hora/m <sup>2</sup> )	0,27	1,00	0,25	0,39	0,28	0,35	0,27	0,50	0,33	0,23	0,40	<b>0,31</b>

