



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

BLÍER PEREIRA DE MACEDO

**ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM EXECUÇÃO DE
FORMAS DE VIGA E CONCRETAGEM DE LAJES E VIGAS DE CONCRETO
ARMADO**

PALMAS/TO

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

BLÍER PEREIRA DE MACEDO

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM EXECUÇÃO DE FORMAS
DE VIGA E CONCRETAGEM DE LAJES E VIGAS DE CONCRETO ARMADO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Fundação Universidade Federal do Tocantins, como requisito para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dr^a. Orieta Soto Izquierdo.

PALMAS/TO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

M141a Macedo, Blier Pereira de.

Análise da Produtividade da Mão de Obra em Execução de Formas de Viga e Concretagem de Lajes e Vigas de Concreto Armado. / Blier Pereira de Macedo. – Palmas, TO, 2019.

52 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2019.

Orientadora : Orieta Soto Izquierdo

1. Produtividade. 2. Mão de obra. 3. Concreto Armado. 4. Razão Unitária de Produção. I. Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

BLÍER PEREIRA DE MACEDO

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM EXECUÇÃO DE FORMAS DE VIGA E CONCRETAGEM DE LAJES E VIGAS DE CONCRETO ARMADO

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT - Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, curso de Engenharia Civil, para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela banca examinadora.

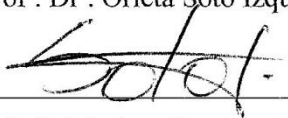
Orientadora: Dr^a. Orieta Soto Izquierdo.

Data da aprovação: 13 /12 /2019

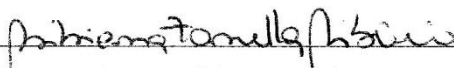
Banca Examinadora:



Orientador: Prof^a. Dr^a. Orieta Soto Izquierdo



Membro: Prof^a. Dr^a. Indara Soto Izquierdo



Membro: Prof^a. M^a. Bibiana Zarrella Ribeiro

PALMAS/TO

2019

RESUMO

O trabalho busca analisar a produtividade na mão de obra nos serviços de execução de formas para vigas e concretagem de vigas e lajes em obras residenciais com estrutura de concreto armado. Os métodos utilizados são medições diárias de produtividade das equipes com o consequente acompanhamento dos serviços e verificação de problemas ocorridos no dia-a-dia durante os serviços. Com os dados e a análise é possível calcular a Razão Unitária de Produção (RUP), que se trata do indicador de produção utilizado, e, assim, descrever os verdadeiros fatores que influenciaram na produtividade, propondo diretrizes para aprimoramento da situação produtiva dos trabalhadores. Os indicadores encontrados mostraram alta produtividade para a atividade de formas e em maior parte baixa produtividade para a atividade de concretagem. Para a concretagem, os atrasos de caminhões-betoneira, quebras de isopores e entupimento de mangotes contribuíram para produção baixa.

Palavras-chave: Produtividade, mão de obra, concreto armado, Razão Unitária de Produção.

ABSTRACT

This work evaluates labor productivity in beams formwork and in beams and slabs pouring concrete in reinforced concrete residential constructions. The methods used are daily productivity measurements of the workers, the consequent services monitoring and production data collect besides analyzing the everyday problems of the construction. Thus, it is possible to compute the Unitary Production Ratio (UPR), the production indicator used, and, so, to describe the true factors that influence the productivity, suggesting guidelines in order to improve the productive situation of the workers. The indicators found for formwork activity show high productivity and for pouring concrete most of them show low productivity. About pouring concrete, the delays of the concrete-mixer truck, styrofoam break and hose clogging contributed for the low production.

Key words: Labor productivity, reinforced concrete, Unitary Production Ratio.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Justificativa.....	9
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivo Principal	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Produtividade da mão de obra	11
2.2 Importância da Produtividade na Mão de Obra	12
2.3 Razão Unitária da Produção.....	15
2.3.1 Conceitos e importância	15
2.3.2 Tipos de RUP	16
2.3.3 Dados de Entrada	18
2.3.4 Dados de Saída	18
2.4 Manuais Orçamentários.....	20
2.5 Estruturas de Concreto Armado	21
2.5.1 Formas.....	22
2.5.2 Concretagem.....	23
3 METODOLOGIA.....	25
3.1 Descrição das Obras	25
3.2 Coleta e análise de dados.....	28
3.3 Geração de indicadores RUP	29
3.4 Comparação com índices de outras fontes	30
3.5 Identificação de fatores de melhoramento da produtividade	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 Serviço de Execução de Formas de Vigas.....	31
4.1.1 Prognóstico Inicial do Serviço de Formas.....	31
4.1.2 Materiais e equipamentos.....	33
4.1.3 Equipe de trabalho e suas funções.....	33
4.1.4 Execução do Serviço	34
4.1.5 Coleta de índices	35
4.1.6 Cálculo da RUP cumulativa na execução de formas.....	36
4.1.7 Comparação com os dados da TCPO.....	37
4.1.8 Fatores que influenciam na execução das formas de vigas.....	37

4.2 Serviço de Concretagem de Lajes e Vigas	38
4.2.1 Prognóstico Inicial do Serviço de Concretagem	38
4.2.2 Materiais e equipamentos.....	41
4.2.3 Equipe de trabalho e Execução do Serviço	41
4.2.4 Coleta de índices	42
4.2.5 Cálculo da RUP cíclica e RUP potencial na concretagem	44
4.2.6 Comparação com os dados da TCPO	45
4.2.7 Fatores que influenciam na execução da concretagem	46
4.3 Diretrizes para o aprimoramento da produtividade	47
5 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria da construção civil, como qualquer outro setor da economia, está cada vez mais competitiva. Assim, surge a necessidade de aumentar a qualidade da edificação e alcançar índices de produtividade mais altos, para que se possa diminuir custos e o empreendimento sobreviver no mercado. Obter a otimização quanto à utilização de recursos é ação fundamental para empresas de construção se firmarem na busca por melhores produtos e, conseqüentemente, mais consumidores (CARRARO, 1998).

Para se alcançar este resultado é preciso conhecer como ocorre o processo produtivo em uma obra, a quantidade de materiais, máquinas e funcionários que estão sendo utilizados, o tempo gasto para realização de determinadas tarefas entre outros aspectos. Com isso, percebe-se que para se obter maior produtividade é razoável reduzir o emprego de recursos, a fim de se ter um menor custo de produção (AZEVEDO, 2012).

Contudo, esta redução precisa ser feita com um bom planejamento, uma vez que a simples diminuição de recursos não acarreta em maior produção. Deve-se estudar cuidadosamente como as atividades produtivas se entrelaçam para saber onde é possível retirar ou modificar recursos. Exemplos de recursos: espaço físico, ferramentas, técnicas de gerenciamento, mão-de-obra, meio de transporte interno e externo, insumos, informatização, horário de trabalho entre outros (AZEVEDO, 2012).

Porém, antes de iniciar estas tomadas de decisão, é essencial levantar os dados, por meios adequados, que caracterizam a produtividade. Com estas informações, calcula-se os índices e, por fim, interpreta-se os resultados para que se faça as escolhas apropriadas para melhorar a produção (RIVEROS, 2016).

A estrutura de concreto armado é com certeza uma das estruturas mais utilizadas nas construções brasileiras. Os elementos fabricados em concreto armado moldados *in loco* da obra são os mais comuns (BARROS; MELHADO, 1998).

Buscar informações de produtividade em elementos de concreto armado (como lajes e vigas) se trata de um grande avanço para o entendimento das atividades na obra. Pois, dentre os sistemas que compõem uma edificação, a etapa estrutural de concreto armado se trata de uma das mais importantes nos custos totais de construção (RIVEROS, 2016).

Logo, ter a atitude de melhorar a produtividade da mão-de-obra ao ser construídas estruturas de concreto armado é uma ótima maneira para cortar gastos. Isto contribui para a economia do capital da empresa construtora e para o aumento de sua competitividade no mercado (RIVEROS, 2016).

Este trabalho busca confirmar a importância da implantação de ferramentas de medição do rendimento de processos construtivos. Para uma completa análise dos serviços, é necessária uma coleta dos fatores que influenciam a produtividade, permitindo, assim, a percepção dos problemas que mais causam transtornos no cotidiano do canteiro de obras. Assim, será apresentado um estudo sobre índices de produtividade para atividades de execução de formas para vigas e concretagem de lajes e vigas feitas de concreto armado. Os dados serão provenientes de obras residenciais na cidade de Palmas – TO.

1.1 Justificativa

A pesquisa foi realizada a fim de mostrar a importância de medir e avaliar a produtividade nas atividades construtivas. Pois, se a esta não for dada a devida importância em uma obra, implica em severos prejuízos financeiros.

Além do mais, muitos outros setores dependem da construção civil, como por exemplo o mercado imobiliário, os fornecedores de mão de obra, de insumos, entre outros. A construção civil está entranhada na economia nacional. Caso ela estagnasse, haveria consequências econômicas bastante negativas (RAMOS, 2014).

Saber a respeito dos indicadores de produtividade que influenciam em uma obra é importante para a gestão da produção na construção, proporcionando acompanhamento detalhado dos serviços. A negligência quanto a eles pode levar ao encarecimento da construção e ao prolongamento do cronograma.

Pode-se observar também que o desperdício dos recursos nos canteiros de obra é algo bastante recorrente e preocupante. A falta de informações sobre os índices de processos produtivos da mão de obra, no ambiente dos empresários da construção civil e no meio técnico contribui para esta situação. Outra causa para o desperdício é a existência de uma dificuldade em quantificar atividades na mão-de-obra na execução de estruturas de concreto armado, o que gera perda do controle da produção (CARRARO, 1998).

Sobre as lajes e vigas de concreto armado, são relevantes para estudos de produtividade. Isto justifica-se pelo fato das atividades ligadas a elas fazerem parte do caminho crítico do Diagrama PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique/ Critical Path Method*). Ainda consomem grande fração da mão de obra disponível, têm grande participação na ECA (Estrutura de Concreto Armado) e nos custos da obra.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Principal

Analisar os índices de produtividade da mão de obra nos serviços de execução de formas para vigas e concretagem de vigas e lajes em obras residenciais com estrutura de concreto armado na cidade de Palmas – TO.

1.2.2 Objetivos Específicos

A fim de alcançar o objetivo principal explanado previamente, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Estudar a composição de estruturas de concreto armado de lajes e vigas;
- Coletar dados diários de produção de execução de formas para vigas e concretagem de vigas e lajes por meio de planilhas de levantamento de dados;
- Comparar os resultados obtidos com os índices de produtividade presentes nas Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO 2010);
- Estudar parâmetros que influenciam na produtividade;
- Propor alternativas para melhorar os índices de produtividade na obra;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produtividade da mão de obra

A produtividade é, basicamente, a relação entre a ação de se produzir algo e o tempo de produção. Uma grande produtividade significa produzir em grande quantidade com economia de tempo e recursos. Em vista disto, entende-se que o processo de produção tem foco na qualidade dos objetos produzidos.

Ela pode ser definida também como a quantidade de bens ou serviços feitos levando em consideração um fator de produção. É também expressa como a relação entre os serviços, os insumos e os produtos. Pode ser medida através de índices calculados pela razão entre uma certa quantidade física de produção e o tempo de duração do trabalho para realizá-la (MACHADO *et al.*, 2010).

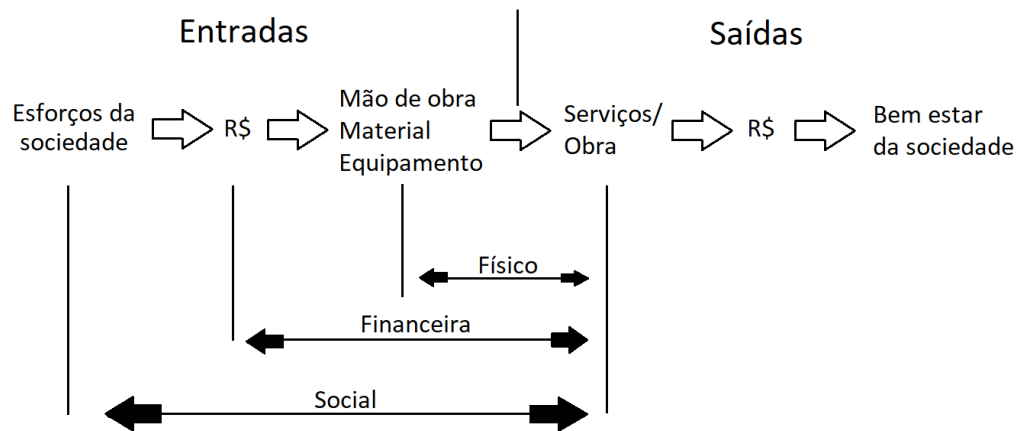
Os valores resultados da eficiência do processo de produção são definidos em diversas unidades, como por exemplo metro-quadrado executado, toneladas, litros, caixas, etc. Os recursos consumidos nestes processos são definidos como pessoas, máquinas, materiais e outros. Quanto maiores forem os resultados obtidos ou menor a quantidade de recursos utilizados, maior a produtividade (AZEVEDO, 2012).

A forma de definir e estudar produtividade muda de acordo com a área do profissional que a analisa. Todos eles possuem seus próprios conceitos e estudam os processos produtivos de acordo com cada caso que se quer estudar. Cada uma destas definições depende da esfera do conhecimento humano que serve de parâmetro para avaliar a produtividade (RAMOS, 2014).

No setor de construção civil, a produtividade pode ser analisada sob diferentes aspectos que estão relacionados ao tipo de entrada (recursos para produção) necessária para o processo produtivo. Por exemplo o aspecto físico tem a ver com a produtividade no uso de materiais, trabalhadores e maquinário; já o aspecto financeiro aborda a influência, na produção da obra, do dinheiro envolvido na construção; e o aspecto social se trata de como a sociedade é beneficiada com a produtividade da construção (SOUZA, 2000).

Em vista disso, o estudo da produtividade da mão-de-obra se enquadra no aspecto físico citado no parágrafo anterior (SOUZA, 2000). A Figura 1 mostra em um esquema os três aspectos descritos anteriormente:

Figura 1- Esquematização da produtividade



Fonte: Elaborado com base em Souza (2000, p. 2)

2.2 Importância da Produtividade na Mão de Obra

A eficiência nos processos produtivos surge, então, como um objetivo a ser alcançado pelas empresas construtoras a fim de garantir a sua lucratividade e, por conseguinte, assegurar sua permanência no mercado (SOUZA; ARAÚJO, 2001).

Isto ocorre, pois, o controle de produção na execução da obra é uma questão fundamental para que a construtora possa ser competitiva no mercado. O aumento da exigência dos clientes para que o produto seja feito com qualidade, dentro dos prazos estabelecidos, falta de mão-de-obra disponível são fatores que mostram que monitorar a produtividade nas construções é indispensável (KOTZIAS; MARCHIORI, 2012).

O entendimento da produtividade é fundamental para escolher quais tecnologias construtivas que serão utilizadas, qual mão-de-obra será contratada, qual será o sistema de transporte para o concreto entre outras decisões. Em outras palavras, o papel do gestor num empreendimento de construção civil é facilitado, pois este tipo de conhecimento representa a valorização das tomadas de decisão por meio da criação e instalação de um sistema de gestão de produtividade (KOTZIAS; MARCHIORI, 2012).

Entretanto, apenas adotar modernas tecnologias não garante produtividade maior. É preciso implementar uma boa gestão em sua utilização (SOUZA; ARAÚJO, 2001).

No contexto de uma construção civil, melhorar o processo produtivo não é apenas se preocupar com a eficiência na execução das atividades. Envolve também avaliação dos

custos, estudos de viabilidade e análise de fornecimento de materiais e maquinários (KOTZIAS; MARCHIORI, 2012).

Ressalta-se também a importância em se conseguir as informações de todas as etapas de produção no canteiro de obras. Ao estudar estes dados e, a partir deles, serem realizadas as correções necessárias, é possível obter a economia de recursos. Portanto, a análise da produtividade contribui para criação de orçamentos, cronogramas e, conseqüentemente, mais acertado planejamento (MULLER, 2017).

Uma boa forma de se aproveitar os estudos de produtividade é organizar um banco de dados da construtora. Observando os dados relacionados aos trabalhadores alocados em todas as obras anteriores e, depois, combinando-os, prestando atenção nas diferenças entre as obras anteriores, é possível fazer previsões com boa exatidão para novas obras (CARRARO, 1998).

O banco de dados permite ver como está o processo atual da construção, bem como auxilia ao elaborar cronogramas e orçamentos. Desta forma o planejamento da construção está bem fundamentado (MULLER, 2017).

Com isto, é possível a obtenção dos próprios índices de produtividade da empresa. Geralmente, valores acerca de consumo de mão-de-obra, materiais e maquinários utilizados a fim de planejar a obra são retirados de manuais de orçamento do Brasil. Contudo, esta padronização não reflete com grande exatidão a produtividade de qualquer obra, pois cada construção possui contexto próprio. Logo, o mais cabível seria a empresa criar seu próprio banco de dados para estabelecer seus próprios índices de produtividade, de acordo com sua realidade (CARRARO, 1998).

Muitos benefícios podem ser obtidos ao se dar atenção para a produtividade na mão-de-obra em um empreendimento. Segundo Carraro (1998), estas vantagens são:

- Previsão do consumo da mão-de-obra;
- Previsão de duração dos serviços;
- Analisar e comparar resultados obtidos das previsões citadas anteriormente;
- Desenvolver e aperfeiçoar os métodos de construção por meio das análises e comparações do tópico acima.

Em vista disso, percebe-se o valor da previsão nos processos produtivos e verificar, depois, se estas previsões descrevem a realidade ou não. Com isso, pode-se obter dados mais

confiáveis e estimar índices de desempenho com maior exatidão para, por fim, exercer controle sobre a produtividade (SOUZA; ARAÚJO, 2001).

Em um empreendimento que pouco valoriza a análise da produtividade na mão-de-obra, a previsão do consumo de mão-de-obra é, muitas vezes, feita por pessoas que não são responsáveis técnicas da construção ou, nem ao menos, possuem formação técnica em engenharia. Esta previsão é comumente feita utilizando-se dados históricos da construtora, que, muitas vezes, foram obtidos de forma precária (CARRARO, 1998).

Quando feito pelos profissionais corretos, este estudo pode levar à alta produtividade na construção civil e seria facilmente incorporado por empresas de construção civil brasileiras. Pois viria a trazer melhorias para o setor, como vantagens organizacionais e econômicas (DANTAS, 2006).

A previsão e duração dos serviços possibilita prever a quantidade de homens-hora que serão necessários para executar determinada atividade, ou seja, dimensionar equipes. Pode-se também, conhecendo a quantidade de trabalhadores disponíveis ou recursos financeiros, criar um cronograma com adequada alocação de mão-de-obra e dinheiro. Já a avaliação e comparação de resultados leva em consideração três tipos de resultados, o primeiro possui o prazo diário para sua coleta e avaliação e o segundo e o terceiro tipo possuem prazos maiores (CARRARO, 1998).

No caso da avaliação de prazo diário, o objetivo é prover ao analista meios e ferramentas para controlar diariamente a mão-de-obra e suas atividades, fiscalizar qualquer coisa que possa estar fora dos padrões determinados. Nos outros casos, pode-se englobar obras da mesma empresa ou até de empresas diferentes. A ideia do segundo e terceiro tipos de resultados é, tendo-se um banco de dados, prever como será a produtividade em função do histórico da construtora e do contexto da obra. Quando as informações reúnem dados de outras empresas, cria-se condições para comparar o processo produtivo com as demais construtoras e comparar os níveis de eficiência (CARRARO, 1998).

A etapa de desenvolver e aperfeiçoar métodos construtivos é necessária para a organização se tornar mais eficiente e, assim, superar a concorrência. É comum o uso de recursos esteja no limite da otimização e, mesmo assim, a construtora estar menos eficiente que as outras do mercado. Assim, a falta de eficiência não diz mais a respeito da gestão da mão-de-obra, dinheiro, materiais, etc., mas do método construtivo que está sendo utilizado. Este pode estar obsoleto ou não eficaz com o advento de novas tecnologias (CARRARO, 1998).

Sobre as novas tecnologias, é preciso que os profissionais as compreendam detalhadamente. Inovações da tecnologia da construção obtêm resultados positivos quanto à produtividade (SOUZA; LIBRAIS, 2002).

Assim, foi exposto que é importante fazer previsões de produtividade e ver como isto decorre na prática em uma obra. Entender razões que levam os índices produtivos variarem permite estimá-los. Isto faz com que seja possível a obtenção de dados confiáveis e índices mais exatos de desempenho, o que facilita o controle produtivo (DANTAS, 2006).

2.3 Razão Unitária da Produção

2.3.1 Conceitos e importância

Com o intento de medir a produtividade da mão-de-obra, de maneira direta, precisa-se de saber a quantidade de mão-de-obra (tem como unidade homens-hora) necessária para se produzir uma unidade de serviço (um metro quadrado de laje nervurada, por exemplo). O indicador que é utilizado para este fim é a Razão Unitária da Produção (RUP) calculado da seguinte forma (SOUZA, 2000):

Na Equação 1, a mão de obra corresponde a quantidade de funcionários envolvidos na produção multiplicado pelo tempo gasto por eles para executarem alguma unidade de serviço. Esta se trata dos resultados da produção, que dependendo do tipo de serviço (concretagem, execução de formas, etc.) pode ter unidades de medida diferentes (SOUZA, 2000).

$$RUP = \frac{\text{Mão de obra (Hh)}}{\text{Unidade de Serviço (m}^2, \text{m}^3 \dots)} \quad (1)$$

Para que o valor resultado da Equação 1 seja preciso, as regras de medição das entradas e saídas devem ser feitas de maneira padronizada. Caso isto não seja feito, os resultados do cálculo da RUP podem ser extremamente diferentes ao se examinar a mesma situação. Além disso, há que definir o espaço de tempo que será gasto para extrair estas informações (SOUZA, 2000).

Este indicador possibilita ao gerente de obras construir um planejamento, em que ele tem informações de cada setor de atividades que podem ser utilizadas para calcular o tempo de cada função. Assim, é possível saber a quantidade de operários necessários para integrar as

equipes e a quantidade certa de materiais. Isto pode ser feito para o curto ou longo prazo (RAMOS, 2014).

Esta mão-de-obra pode ser incentivada por meio de diferentes técnicas. Dentre elas, destacam-se bônus por metas atingidas antes do previsto, bons salários, salários sem atrasos, reconhecimento, entre outras técnicas. Desta forma, é possível alterar o comportamento do operário sem ele saber que isto está ocorrendo (RAMOS, 2014).

2.3.2 Tipos de RUP

Dependendo dos objetivos ao se estudar a produtividade, o índice de razão unitária da produção possui os perfis diário e cumulativo. O perfil diário, ou RUP diária, expressa a relação entre a mão-de-obra investida em um único dia de serviço com a quantidade de trabalho produzida por esta mão-de-obra neste dia. Este perfil da RUP faz com que seja possível observar o cotidiano da produção na obra, identificar os dias ruins e os motivos para isso, podendo consertar esta situação de forma imediata (CARRARO, 1998).

Já o perfil cumulativo relaciona os homens-hora investidos durante um período da obra com a produção durante este período de tempo. O nome do perfil é cumulativo pois representa a produção acumulada durante o intervalo temporal avaliado. Além do mais, este índice fornece valores sobre as tendências sistemáticas de melhoria ou até de piora dos processos produtivos a longo prazo (SOUZA, 2002).

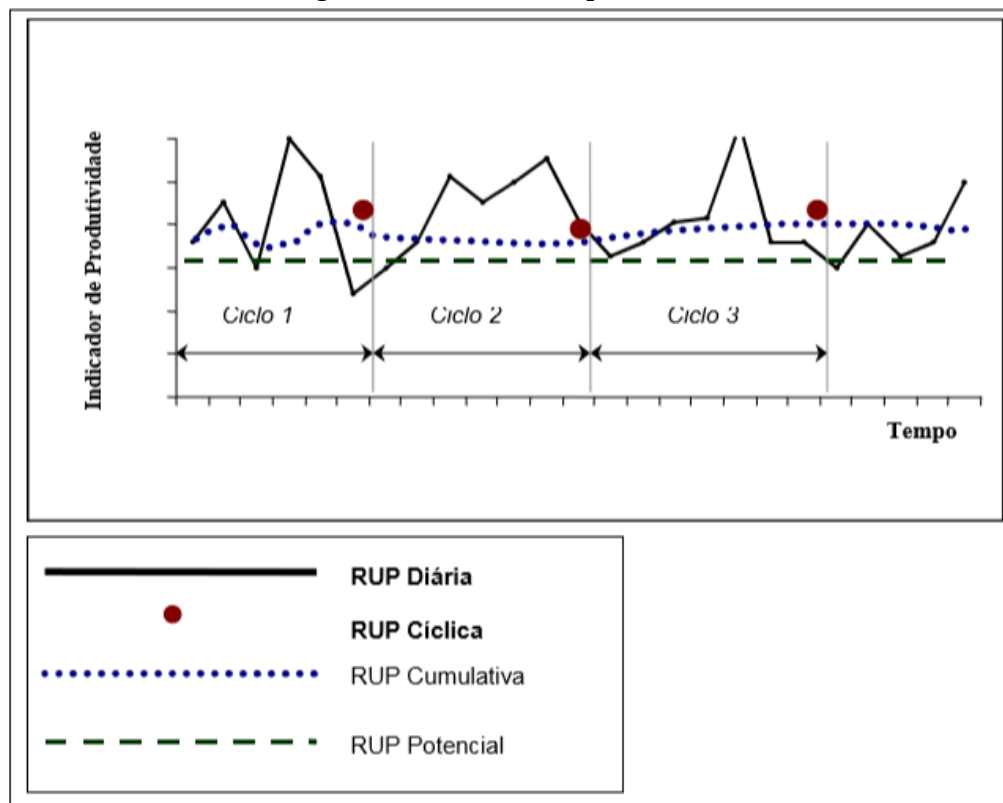
Considerando estas duas classificações para a RUP, ainda podem existir derivações destas, em função dos recursos estudados ou das equipes de serviço. Alguns exemplos destas derivações são calcular a produtividade considerando apenas a equipe relacionada diretamente ao serviço, considerando a equipe total (incluem também as pessoas que participam indiretamente da produção, como trabalhadores do transporte, da limpeza, etc.) ou considerando apenas uma subtarefa, como por exemplo a marcação da alvenaria, a elevação da alvenaria e assim por diante. Logo, pode-se analisar a construção através de cada atividade que compõe um serviço mais geral (CARRARO, 1998).

Também existem RUP's intermediárias entre os perfis diário e acumulativo, como a análise cíclica. Esta estuda a produtividade de uma certa atividade durante o intervalo de um ciclo. Um exemplo seria no caso da construção de lajes, edificar um pavimento completamente poderia ser um ciclo. A vantagem deste índice, neste exemplo, seria ter dados de produção para cada pavimento (CARRARO, 1998).

E, ainda, há a RUP potencial, igualmente importante. Utilizando-a, é possível enxergar um padrão de ótimo desempenho que pode ser alcançada. Trata-se de um objetivo ideal para a produção na construção. O cálculo desta razão unitária é feito por meio da mediana das RUP's diárias cujos valores estejam abaixo dos valores da RUP cumulativa ao final do período analisado (MULLER, 2017).

A Figura 2 apresenta os diferentes tipos de RUP discutidos anteriormente:

Figura 2 – Diferentes tipos de RUP



Fonte: Souza & Araújo (2001, p. 7)

Vê-se que medir a produção por meio de RUP's é ajustável a muitas situações. Conhecendo o objetivo do estudo da produtividade, consegue-se definir quais destes indicadores serão adequados para a obra. É interessante observar que quanto maior a razão unitária (homens-hora/resultados da produção), pior é a produtividade. Pois significa que há muita mão de obra em comparação com o que foi produzido (CARRARO, 1998).

Neste trabalho, foi utilizada a RUP cumulativa para as atividades de execução de formas e RUP cíclica para a concretagem, em que o ciclo é a concretagem de um pavimento. A RUP potencial também foi calculada a fim de identificar um índice de ótimo desempenho para cada atividade.

2.3.3 Dados de Entrada

As entradas são expressas em função da quantidade de homens-hora (Hh) que estão presentes exercendo a atividade que está em observação. Para encontrar o valor de homens (H) basta quantificar os trabalhadores responsáveis pelo serviço (oficiais e ajudantes). O valor das horas (h) é obtido em função do tempo que cada operário envolvido na atividade tem para trabalhar por dia. Isto é especificado nas leis de trabalho, que estabelecem a jornada de trabalho, limite para horas extras, entre outras informações. Então, homens-hora consistem no número de horas que os operários fazem certa atividade (SOUZA; LIBRAIS, 2002).

A coleta dos dados de entrada pode ser feita utilizando o cartão de ponto, fazendo observações contínuas ou conversando com o encarregado da obra (SOUZA; ARAÚJO, 2001). Neste presente trabalho, as informações fornecidas pelo encarregado e descritas nos projetos são suficientes para compor os dados de entrada.

A quantidade de homens-hora referente ao dia de serviço é encontrada por meio da soma das horas de trabalho de cada pessoa da equipe. Apropriam-se as horas disponíveis do trabalhador para exercer seu ofício, também conhecidas como horas trabalháveis (MULLER, 2017).

É importante salientar que horas disponíveis não são, necessariamente, assalariadas bem como horas-extra não são contadas (SOUZA; ARAÚJO, 2001).

As equipes se dividem em equipes de produção direta, equipes de produção indireta ou equipes de apoio. Segundo Souza e Araújo (2001):

- **Equipe de produção direta:** Fazem parte os funcionários participam diretamente da atividade ou auxiliam nesta por perto;
- **Equipe de produção indireta ou de apoio:** Fazem parte os funcionários envolvidos em tarefas auxiliares mais longe do local da atividade realizada;

2.3.4 Dados de Saída

Quanto aos dados que são resultado da produção, devem ser obtidas a quantidade de serviço executado e caracterização deste serviço. Segundo Souza e Araújo (2001):

- **Quantidade de serviço executado:** Quanto à medição das saídas, para melhor padronização, uma mesma atividade deve ser dividida em subtarefas que demandam esforços diferentes. Por exemplo: no serviço de alvenaria estudam-se a marcação e a elevação. Estas são tarefas que requerem esforços distintos. Desta forma, precisa-se extrair o quantitativo de cada uma delas separadamente. Caso estas subtarefas tenham esforços que se relacionam muito uns com os outros, utiliza-se fatores de conversão que servem para transformar a quantidade de uma subtarefa em outra.
- **Caracterização do serviço:** Os serviços estudados terão suas características principais levantadas. Depois, um banco de dados será feito com estas características. Com isso será possível eleger fatores potenciais que influenciam a produtividade.

A cerca dos fatores potenciais mencionados no parágrafo acima, estes possuem cinco categorias: Características do produto, materiais e componentes, equipamentos e ferramentas, mão-de-obra e organização da produção (SOUZA; ARAÚJO, 2001).

A característica do produto é a primeira etapa para se entender a construção. Estas possuem projetos específicos que se adequam a suas características peculiares, ou seja, possuem projetos não uniformes. Desta forma, levantar a produtividade da mão-de-obra requer considerar que cada obra é única e os dados produtivos são atrelados a este fato (SOUZA; ARAÚJO, 2001).

Existem diversos materiais e componentes que podem ser utilizados nos serviços na construção. Escolher os melhores e mais baratos materiais contribui para atingir um nível mais alto de racionalização, o que, com certeza, influencia na produtividade dos trabalhadores.

Acredita-se que como a produtividade, o estudo do consumo de materiais na construção civil também seja importante para a sobrevivência das empresas no mercado atual. A partir do momento em que se possui uma base de dados com a quantidade de material que a empresa utiliza para realizar determinadas atividades, a orçamentação da obra pode vir a se tornar mais confiável e simples de se desenvolver (MULLER, 2017).

A escolha do maquinário a ser utilizado também tem impacto na racionalização da produção. As boas ferramentas garantem melhor ergonomia para o operário, o que os deixa mais produtivos. Além disso, a durabilidade e eficiência do maquinário também influencia na produção no canteiro de obras (SOUZA; ARAÚJO, 2001).

A mão-de-obra é tão importante quanto os itens citados nos parágrafos logo acima. Dimensionar as equipes de cada atividade na construção é um passo importante rumo ao aumento de produtividade.

A organização da produção correlaciona todos os fatores citados acima. Isto inclui a análise das características do produto, escolher materiais e equipamentos mais eficientes, montar equipes adequadas para cada atividade, além de organizar o processo produtivo a partir de uma visão mais ampla (CARRARO, 1998).

2.4 Manuais Orçamentários

No Brasil, existem dois grandes manuais orçamentários onde estão presentes indicadores de produtividade na construção civil. Estes são o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO). Existem ainda composições de custo unitário menos populares, porém importantes como o da Companhia Paulista de Obras e Serviços (CPOS) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do DNIT.

O SINAPI é um manual trabalhado em conjunto entre a Caixa Econômica Federal e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). É divulgado mensalmente. A Caixa provê as informações técnicas de engenharia (características dos insumos, composições dos serviços, etc.) enquanto que o IBGE fornece a pesquisa de preço mensal, metodologia e formação dos índices (RAMOS, 2014).

Qualquer pessoa pode ter acesso aos índices deste sistema, pois o SINAPI é de poder público e está presente na *internet*. A Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) exige, desde 2003, que as informações contidas no SINAPI sejam utilizadas como referência para orçamentos de obras públicas construídas com recursos do Orçamento Geral da União. É bastante utilizado também como base por empresas que concorrem a licitações públicas (RAMOS, 2014).

A TCPO é elaborada pela PINI, empresa especializada em gerar informações de produtividade da construção civil. Apresenta muitos dados para orçamentos separados em serviços da obra. São aproximadamente 5000 (cinco mil) composições, com índices de produtividade, tabelas para prognósticos iniciais entre outras informações (RAMOS, 2014).

A CPOS se trata de uma empresa que presta serviços de engenharia a diversas entidades do estado de São Paulo, com administração direta e indireta. Ela está associada à Secretaria de Planejamento e Gestão. Dentre as atividades de engenharia que realiza, está a

elaboração do Boletim Referencial de Custos, onde existem dados orçamentários da construção civil da região (CPOS).

Já a SICRO é uma ferramenta criada e aperfeiçoada pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes) para definir custos, estabelecer parâmetros para referenciar elaboração de orçamentos. É utilizado principalmente para orçar projetos rodoviários e conceituar licitação de obras (DNIT).

Para este trabalho, foi utilizado os indicadores da TCPO publicada em 2010 para a comparação com os índices encontrados no canteiro em estudo. Isto porque se trata do manual orçamentário disponível na biblioteca da Universidade Federal do Tocantins.

2.5 Estruturas de Concreto Armado

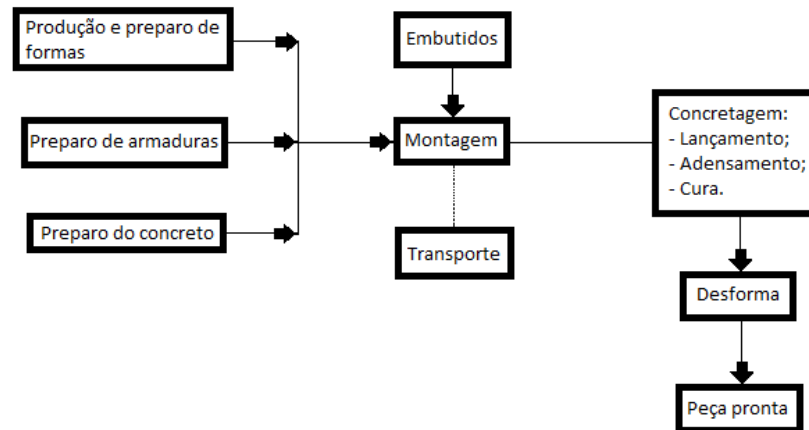
Construções feitas em concreto armado geralmente são chamadas de construções convencionais. Têm uma estrutura de pilares, vigas e lajes de concreto armado que são moldados na obra (BARROS; MELHADO, 1998).

Utilizar concreto armado na obra traz grandes vantagens comparado a outros materiais. Segundo Pinheiro *et al.* (2004), algumas delas são:

- É um material moldável, o que permite formatos de peças variados e, consequentemente, variadas soluções arquitetônicas;
- Possui elevada resistência a diversos tipos de esforços, desde que seja bem dimensionado;
- É monolítico, ou seja, toda a estrutura trabalha conjuntamente durante a solicitação dos esforços;
- É bastante difundido no Brasil. Os trabalhadores conhecem bem o processo construtivo envolvido;
- Tem boa durabilidade e protege a armação de corrosão;
- É seguro contra o fogo, desde que a armação seja adequadamente protegida pelo cobrimento;
- É resistente contra choques, vibrações e efeitos térmicos.

A execução organizada destes elementos deve seguir a Figura 3, que representa um esquema de produção para elementos em concreto armado:

Figura 3 – Fluxograma para produção de elementos de concreto armado



Fonte: Barros; Melhado (1998, p. 4)

Para este trabalho, as etapas de produção e montagem de formas bem como a concretagem serão utilizadas para captar dados de produtividade.

2.5.1 Formas

O sistema de formas possui a função de moldar o concreto, mantê-lo sustentado até que tenha a resistência necessária suficiente para sustentar-se por si como também prover a textura definida em projeto para a superfície do elemento de concreto. É formado por molde, estrutura do molde, escoramentos e peças acessórias (BARROS; MELHADO, 1998).

O molde define o formato e textura superficial da peça de concreto. É constituído de painéis de laje, fundos além de faces de vigas e pilares. Já a estrutura do molde é o que dá a suporte ao molde, efetuando os travamentos necessários para que ele esteja firme para executar sua função. Esta estrutura deve suportar esforços que vêm das atividades de armação e concretagem. Ela pode possuir diferentes arranjos, dependendo da peça e sistema utilizado, e é composto por gravatas, sarrafos, painéis e travessões (FAJERSZTAJN, 1987 apud BARROS; MELHADO, 1998).

O que provê o apoio para a estrutura do molde é o escoramento, também chamado de cimbramento. Este transmite esforços captados da estrutura do molde para algum suporte no solo ou em uma ECA. É formado por guias e pontaletes. As peças acessórias se tratam dos equipamentos para nivelamento, prumo e locação das peças como aprumadores, cunhas e sarrafos (FAJERSZTAJN, 1987 apud BARROS; MELHADO, 1998).

A estrutura de formas pode ser subdividida em função das peças que molda: pilares, vigas, lajes e escadas. Isto facilitaria identificar problemas de produtividade presentes em

cada elemento estrutural e o encontro das soluções. Cada subdivisão pode exigir características diferentes para seu processo produtivo (TCPO, 2010).

As formas podem ser confeccionadas na obra ou serem pré-fabricadas, já prontas para utilização. As duas opções resultam em produtividades diferentes na atividade. O número de reutilização da forma se trata de outro fator importante, que modifica os esforços demandados para a mão de obra e a quantidade de materiais (TCPO, 2010).

2.5.2 Concretagem

Esta atividade trata-se de receber (quando usinado em empresa especializada) ou produzir (manualmente ou em betoneira) concreto, transportá-lo até onde será feita a concretagem, lança-lo nas formas, espalhá-lo, adensá-lo, nivelá-lo e dar o acabamento para, assim, ocorrer a cura.

O concreto de cimento Portland é um material que é composto por aglomerante, pela mistura de um ou mais agregados e água. Após estes componentes serem misturados, precisam ter a plasticidade necessária para facilitar o transporte, lançamento e adensamento. Quando endurecido, o concreto tem que atender as resistências solicitadas no projeto à compressão e tração solicitadas no projeto bem como ter módulo de deformação adequado entre outras características (YAZIGI, 2003).

O controle de qualidade destes componentes influencia diretamente na qualidade do concreto, o que, obviamente, é um grande influenciador na qualidade da estrutura de concreto armado. Por exemplo, um concreto que possui agregados com granulometrias diferentes ou cimento com diferenças em sua resistência possuirá trabalhabilidade e resistências que oscilam (YAZIGI, 2003).

O concreto utilizado para a concretagem das vigas e lajes pode ser produzido na obra ou comprado de alguma central de produção. Contudo, seja qual for a forma de produção, deve ser devidamente dosado e controlado antes de sua aplicação (BARROS; MELHADO, 1998).

O lançamento do concreto deve seguir o plano de concretagem. É recomendado pelo Yazigi (2003) que, ao programar o lançamento, deve-se preencher primeiro os pilares até o fundo das vigas para só depois posicionar as armaduras nas vigas e lajes e continuar concretando. Isto facilita o lançamento nas colunas para o preenchimento perfeito de concreto.

O adensamento é realizado durante e depois do lançamento de concreto por meio de vibradores. Os intervalos de vibração variam conforme a consistência do concreto, geralmente entre cinco e trinta segundos. Em peças altas, como pilares, é usual as formas receberem pancadas laterais externamente para otimizar o preenchimento durante o lançamento (YAZIGI, 2003).

A cura é o processo de endurecimento do concreto. É importante que seja feita apropriadamente para garantir a resistência de projeto, para evitar fissuras, prejuízo na durabilidade bem como na aparência do elemento estrutural. A peça recém-concretada e em processo de cura deve ser protegida de vento e sol. Estes podem acelerar a evaporação da água, causando secagem rápida, e prejudicando a cura (YAZIGI, 2003).

A concretagem de uma estrutura é uma atividade que ocorre na obra apenas em certos dias do processo construtivo, em outras palavras, periodicamente. As vigas e lajes geralmente são concretadas no mesmo período (TCPO, 2010).

A produtividade nesse serviço pode variar em função de muitos fatores como tamanho das peças em concreto, altura do pavimento em que está sendo realizada a concretagem, equipe bem dimensionada para execução, fatores climáticos entre outros. Estes são dados essenciais para estabelecer o prognóstico inicial de produção (TCPO, 2010).

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição das Obras

As obras que foram visitadas estão localizadas em um condomínio residencial de alto padrão na cidade de Palmas – TO. Para poder proteger a identidade do condomínio onde foi feito o estudo de caso deste trabalho de conclusão de curso, ele será chamado de condomínio A.

A construção das moradias nas unidades autônomas do condomínio fica a cargo dos proprietários. Sendo assim, as construções analisadas foram concebidas por construtoras diferentes umas das outras, visto que cada proprietário foi responsável por contratar a empreiteira que preferisse.

Algumas vezes, para uma mesma obra, foram contratadas mais de uma empresa, como, por exemplo, uma para a parte estrutural, hidráulica, sanitária e elétrica, e outra empresa para os serviços de acabamento.

Algumas obras tinham engenheiros como responsáveis técnicos, outras, apenas o mestre de obras. Todas as construções seguiam as normas para execução de obras aprovadas pelo condomínio.

No total foram analisadas cinco obras deste condomínio. Cada uma delas será enumerada e caracterizada a seguir:

- **Obra 1** – Se trata da construção de uma residência unifamiliar térrea. Um mestre de obras foi a liderança de supervisão no dia a dia da obra. Neste canteiro analisou-se a execução de formas das vigas e a concretagem das vigas e lajes. Os dados desta análise (volume de concreto, área de formas, etc.) foram obtidos por meio de conversas com o mestre de obras e análise dos projetos estruturais.

Figura 4 – Obra 1



Fonte: Acervo Próprio.

- **Obra 2** – Se trata da construção de uma residência unifamiliar de dois pavimentos. O engenheiro civil foi a liderança de supervisão no dia a dia da obra. O mestre de obras acompanhava o canteiro todos os dias. Analisou-se a execução de formas das vigas do segundo pavimento bem como a concretagem de vigas e lajes deste mesmo pavimento. Os dados desta análise (volume de concreto, área de formas, etc.) foram obtidos por meio de conversas com o mestre de obras e engenheiro civil bem como análise dos projetos estruturais.

Figura 5 – Obra 2



Fonte: Acervo Próprio.

- **Obra 3** – Se trata da construção de uma residência unifamiliar térrea. Um mestre de obras foi a liderança de supervisão no dia a dia da obra. Analisou-se a concretagem das vigas e lajes. Os dados desta análise (volume de concreto, equipe, tempo de execução, etc.) foram obtidos por meio de conversa com o mestre de obras.

Figura 6 – Obra 3



Fonte: Acervo Próprio.

- **Obra 4** – Se trata da construção de uma residência unifamiliar com dois pavimentos. Um mestre de obras foi a liderança de supervisão no dia a dia da obra. Neste canteiro analisou-se a execução de formas das vigas do segundo pavimento. Esta construção é caracterizada pela presença de algumas vigas curvas.

Figura 7 – Obra 4



Fonte: Acervo Próprio.

- **Obra 5** – Se trata da construção de três residências multifamiliares com dois pavimentos. Um mestre de obras foi a liderança de supervisão no dia a dia da obra. Analisou-se a concretagem de vigas e lajes do segundo pavimento das três casas. Os projetos estruturais destas são iguais, seguindo o padrão imposto pelo condomínio A.

Figura 8 – Obra 5



Fonte: Acervo Próprio.

3.2 Coleta e análise de dados

A coleta foi realizada observando as atividades de fabricação e montagem de forma para vigas e concretagem de vigas e lajes no canteiro de obras. Conversas com o engenheiro ou o encarregado da obra e leitura dos projetos também foram feitas a fim de obter informações.

Assim, para que fossem organizadas todas estas informações, elaborou-se tabelas para coleta de dados. Os modelos das tabelas de cada atividade serão exibidos nos parágrafos abaixo.

Na Tabela 1 está representado o levantamento de dados de forma para vigas. Foi feita a quantificação de funcionários que trabalharam na função em determinado dia, das áreas de forma e das horas trabalhadas. Para cada obra foi utilizada uma tabela como a Tabela 1 para coleta de dados.

Tabela 1 -Produtividade na execução de formas de vigas

Obra 1	Dia	Dia	Dia	Total
Quantidade de Operários	***	***	***	***
Elemento Executado	Vigas	Vigas	Vigas	Vigas
Área de formas	***	***	***	***
Homem*Hora	***	***	***	***
RUP (Homem*Hora/m ²)	***	***	***	***

Fonte: Elaborado com base em Ramos (2014, p. 40).

A Tabela 2 representa o modelo para o serviço de concretagem. Este quadro é preenchido com quantidade de funcionários em cada dia, tempo de execução da concretagem e volume de concreto utilizado, além dos outros parâmetros apresentados abaixo. A Razão Unitária de Produção foi calculada dividindo o total de homens-hora pela quantidade de concreto utilizado. Cada linha da Tabela 2 foi preenchida com dados de cada obra.

Tabela 2 – Produtividade na concretagem de vigas e lajes

Obras	Data	Quantidade de trabalhadores	Tempo de execução	Volume de concreto (M ³)	RUP (Homem*Hora/M ³)
Obra 1	***	***	***	***	***
Obra 2	***	***	***	***	***
Obra 3	***	***	***	***	***
Obra 4	***	***	***	***	***

Fonte: Autoria Própria.

3.3 Geração de indicadores RUP

Foi feita a descrição de como cada uma das atividades estudadas foram realizadas no canteiro de obras. Após isto, compreendeu-se os índices que foram gerados após o levantamento de dados. Determinou-se a produtividade dos serviços de fabricação e montagem de forma de vigas de concreto armado e concretagens de vigas e lajes.

Para cálculo da RUP, foi utilizada a equação 1 citada neste trabalho, ou seja, dividiu-se a quantidade de homens-hora pela quantidade de trabalho produzido. No caso da atividade de forma, o trabalho é medido em metros quadrados (m²). Já para a concretagem, o resultado da produção é dado em metros cúbicos (m³).

Os dados foram apresentados em um gráfico para cada serviço estudado. No caso do eixo y (das ordenadas), foram inseridos os índices quanto à produtividade gerada nos cálculos, já no eixo x, as obras visitadas.

Através da mediana, é possível conhecer a tendência central dos valores da Razão Unitária de Produção de determinada atividade e calcular a RUP potencial, que expressa um valor para a produtividade ótima. Desta forma, o cálculo da mediana permite encontrar um valor central que representa a produção de armação das vigas para todos os ciclos bem como a produtividade ótima.

3.4 Comparação com índices de outras fontes

Então foi realizada a comparação entre os dados do presente levantamento em obra e os índices de outras fontes. Utilizou-se a TCPO 2010, que é literatura disponível na biblioteca da Universidade Federal do Tocantins.

3.5 Identificação de fatores de melhoramento da produtividade

Feitas as comparações, explicou-se os fatores que influenciaram na mão de obra e que auxiliam na melhoria da produtividade desta. Isto foi feito por meio de estudo da revisão bibliográfica e observação dos dados coletados do canteiro de obras visitado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Serviço de Execução de Formas de Vigas

As obras utilizadas para esta análise foram as obras 1, 2 e 4, pois foram nestas onde pode-se observar as atividades de formas. Apenas a execução de formas de vigas foi observada, em razão das formas para pilares já estarem concluídas em maior parte e por não haver formas de madeira para lajes, visto que se tratavam de lajes com vigas pré-moldadas treliçadas e isopor. O início de levantamento de dados deste tipo de atividade iniciou-se no dia 29/08/2019 e encerrou-se dia 19/09/2019.

Observou-se trechos de períodos de produção, às vezes de mais de uma obra no mesmo dia. Desse modo, para o estudo do processo produtivo deste serviço escolheu-se a RUP cumulativa. Pois, esta permite análise mais precisa da produtividade em períodos variados de tempo, culminando em um índice de produtividade que representa cada um dos três canteiros.

4.1.1 Prognóstico Inicial do Serviço de Formas

Observando o serviço de formas nas obras, esperava-se que a produtividade possuisse índices similares aos fornecidos pela TCPO 2010. Assim, fez-se uma estimativa inicial dos índices que representam a produtividade no serviço de formas nas construções analisadas. Para esta finalidade, utiliza-se os fatores influenciadores listados em tabelas do manual orçamentário utilizado neste trabalho.

Cada tabela representa uma atividade de produção na construção civil. É comumente utilizada para estabelecer um prognóstico inicial de produtividade. Em algumas obras, as atividades produtivas envolvem a confecção das formas. Para as obras 1 e 4, as formas foram aproveitadas da construção do primeiro pavimento. Já para a obra 2, as formas foram reutilizadas da construção do pavimento térreo. Neste trabalho, a execução de formas analisada seria apenas a de vigas. A Tabela 3 detalha a atividade de execução de formas de vigas (neste caso, não se faz a distinção entre formas fabricadas na obra e as pré-fabricadas).

A coluna 1 descreve os fatores que fariam a produtividade ser mais alta, enquanto que a coluna 2 descreve os fatores que fariam a produtividade mais baixa. Os números na coluna

escolhida indicam de qual coluna foi retirada a característica, naquela linha, decidida para caracterizar as obras estudadas neste trabalho.

Tabela 3 – Fatores Influenciadores da RUP na Atividade de Execução de Formas para Vigas

Coluna 1	Coluna 2	Coluna escolhida
Vigas longas	Vigas curtas	Não se aplica
Tirantes laterais inexistentes	Quantidade significativa de tirantes laterais	1
Quantidade desprezível de vigas invertidas	Quantidade não desprezível de vigas invertidas	1
Poucos encontros viga-viga	Muitos encontros viga-viga	1
Não predominância de vigas externas	Predominância de vigas externas	1
Estrutura de geometria fácil	Estrutura de geometria complexa	1
Uso intensivo de garfos	Uso intensivo de escoras metálicas	2
Escoras muito espaçadas	Escoras pouco espaçadas	2
Uso de barras de ancoragem	Uso de tensores-esticadores	1
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	1

Fonte: Elaborado com base na TCPO (2010, p. 178).

Com isto, é possível entender a Figura 9, que propõe valores de RUP para as atividades montagem de formas, incluindo a confecção das mesmas:

Figura 9 – Faixa de valores de RUP da mão de obra na execução de formas (incluindo a confecção) de vigas (considerando 1 reutilização)



Fonte: Elaborado com base na TCPO (2010, p. 179).

A região azul das faixas representa uma RUP baixa (delimitada pelos valores sugeridos para RUP mínima e média) e a região vermelha uma RUP alta (delimitada pelos valores sugeridos para RUP média e máxima). É importante frisar que uma RUP alta representa uma produtividade baixa, e vice-versa.

Para interpretar a Figura 9, verifica-se qual coluna é a mais citada na coluna escolhida na Tabela 3 (a linha da tabela onde está escrito “não se aplica” foi utilizada para fatores que não se aplicam às obras visitadas ou não há a predominância de um deles).

Logo, na Tabela 3, percebe-se que a coluna 1 é a mais citada. Então, constata-se que as produtividades estimadas seriam altas (região azul das faixas).

Assim, é praticável encontrar valores estimados das RUPs para execução de formas para vigas, incluindo a confecção: algo entre 1,97 e 2,49 Hh/m².

4.1.2 Materiais e equipamentos

As formas utilizadas foram feitas de madeirite com espessuras variáveis em cada obra. A variação ocorria de 12 milímetros a 22 milímetros. Outras peças de madeira, como barrotes, foram utilizadas para dar firmeza a estrutura de forma. Painéis de madeira plastificados pretos foram observados nas obras 1 e 4. As amarrações foram feitas com pregos e arames recozidos.

O escoramento foi metálico e o seu nivelamento foi feito com mangueiras de nível. Os cortes nas chapas de madeira foram feitos por meio de serras circulares compactas e facões. Na obra 4, existia vigas e lajes curvas, assim, o formato para o corte da madeira foi delimitado com giz.

4.1.3 Equipe de trabalho e suas funções

Os operários foram alocados de acordo com a necessidade que surgia no decorrer da atividade. O número de trabalhadores variava de obra em obra e de dia para dia. Como os serviços foram executados em conjunto, em alguns momentos um trabalhador de outra atividade (como armação por exemplo) podia auxiliar na fabricação e montagem das formas. Em todas as obras observadas o mestre de obras também participava das tarefas.

Muitas vezes um dos operários foram responsáveis pelo corte das chapas compensadas de madeira enquanto que outro fazia as amarrações necessárias. Para montar os escoramentos metálicos, geralmente precisava-se de 2 trabalhadores. Estes também fixavam as longarinas, que iriam auxiliar na sustentação do assoalho da laje. Ao todo, tinha-se, geralmente, 4 trabalhadores para executar formas.

4.1.4 Execução do Serviço

A execução deste serviço se iniciava logo após a concretagem de pilares. As formas de vigas foram montadas no solo para depois serem levadas para o local de projeto e já se montava um escoramento inicial. O travamento das formas foi feito com pregos e pedaços de sarrafo (gravatas). A amarração das formas de vigas foi realizada com arame recozido. A Figura 10 apresenta montagem de forma para vigas:

Figura 10 – Montagem de escoramento para formas de viga na obra 1



Fonte: Acervo Próprio.

A montagem das lajes se iniciava junto com a das vigas. Primeiro foram posicionadas as longarinas de madeira, estas apoiadas nas escoras metálicas, e perpendicularmente, colocava-se as vigas treliçadas em concreto, e depois os isopores e armação.

4.1.5 Coleta de índices

Os índices começavam a ser coletados assim que se observava nas obras serviços relacionados à execução de formas. O término acontecia quando a visita a obra se encerrava para poder observar uma obra seguinte.

Não ocorreram anormalidades durante a coleta. Não houveram grandes períodos de chuva, que acabam por atrasar os serviços. Estes ocorreram sem imprevistos. As obras foram visitadas todas durante o turno da manhã. Trechos de períodos de produção foram observados em cada obra, que variavam de quarenta e cinco minutos a duas horas de análise *in loco*.

Na obra 1 e na obra 4, as formas foram confeccionadas na execução da atividade. Já a obra 2 utilizava as formas feitas para a construção do primeiro pavimento.

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam a área de forma construídas para vigas observadas por dia em cada obra bem como a quantidade de homens-hora:

Tabela 4 -Produtividade na execução de forma e desforma de vigas da obra 1

Obra 1	05/09	09/09	10/09	12/09	16/09	Total
Quantidade de Operários	4	4	5	5	4	***
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	Viga	***
Área de formas (m ²)	6,0	5	5,2	5,5	3,1	24,8
Homem*Hora	7,5	8	10	10	4,4	39,9
RUP (Homem*Hora/m ²)	1,25	1,6	1,92	1,81	1,42	1,60

Fonte: Elaborado com base em Ramos (2014, p. 40).

Tabela 5 -Produtividade na execução de forma e desforma de vigas da obra 2

Obra 2	29/08	03/09	09/09	Total
Quantidade de Operários	4	4	4	***
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	***
Área de formas	2,5	2,2	2,9	7,6
Homem*Hora	4	3,8	4	11,8
RUP (Homem*Hora/m ²)	1,6	1,7	1,38	1,56

Fonte: Elaborado com base em Ramos (2014, p. 40).

Tabela 6 - Produtividade na execução de forma e desforma de vigas da obra 4

Obra 4	29/08	03/09	09/09	19/09	Total
Quantidade de Operários	4	4	4	3	***
Elemento Executado	Viga	Viga	Viga	Viga	***
Área de formas	3,6	4,7	1,9	2,2	12,4
Homem*Hora	4	6	3	3	16
RUP (Homem*Hora/m ²)	1,11	1,28	1,57	1,36	1,33

Fonte: Elaborado com base em Ramos (2014, p. 40).

As áreas de forma foram calculadas de acordo com a geometria das vigas. Considerou-se o comprimento e largura para a área do fundo da viga e o comprimento e altura para áreas laterais.

4.1.6 Cálculo da RUP cumulativa na execução de formas

A Tabela 7 apresenta as razões unitárias de produção para cada obra, calculadas pela equação 1:

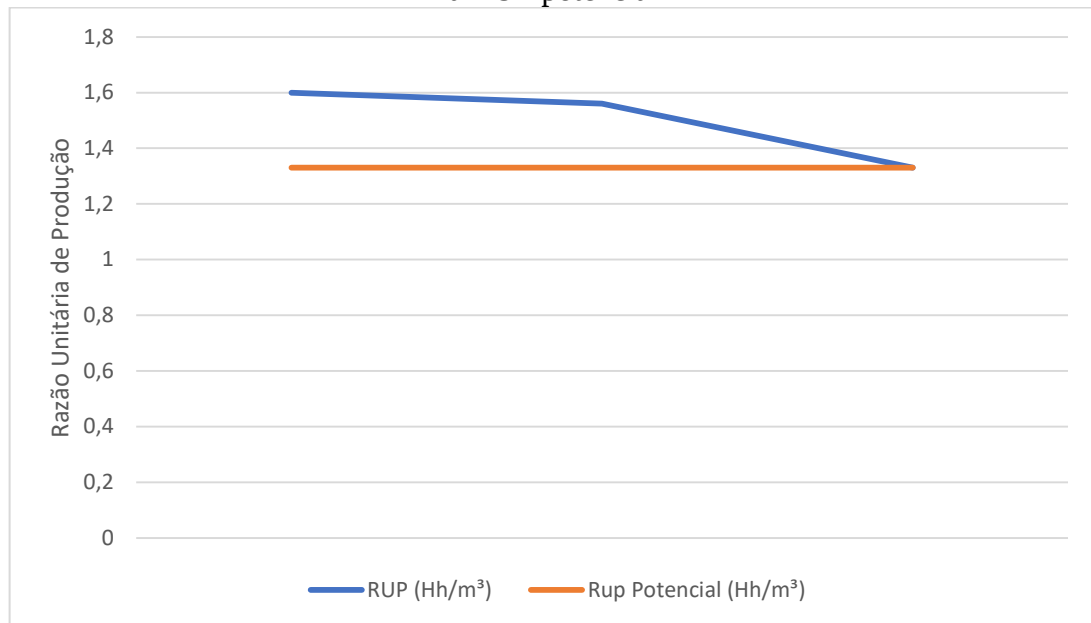
Tabela 7 – RUP de execução de formas por obra analisada

Obra	RUP (Hh/m³)
Obra 1	1,60
Obra 2	1,56
Obra 4	1,33

Fonte: Acervo Próprio.

A Figura 11 representa a RUP potencial para todas as construções visitadas. Este índice representa um valor para produtividade ótima englobando todas as obras. Para calculá-lo é necessário calcular uma RUP cumulativa para todas as obras (média aritmética das RUPs na Tabela 7) resultando em 1,50 Hh/m³. Com isso, encontra-se a mediana das RUPs na Tabela 7 que estejam abaixo de 1,50 Hh/m³, cujo resultado é 1,33 Hh/m³.

Figura 11 – Comparação das RUPs cíclicas de execução de formas de vigas de cada obra com a RUP potencial

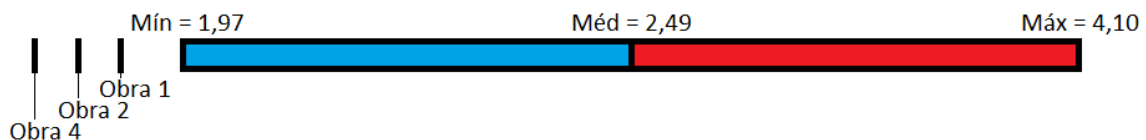


Fonte: Acervo Próprio.

4.1.7 Comparação com os dados da TCPO

Verificando as informações da Figura 9, constata-se que a produtividade neste serviço ficou acima do esperado, principalmente ao verificar a obra 4, confirmando a tendência do prognóstico inicial. Pode-se observar isto com o fato de que a maior RUP para o serviço de execução das formas estudado resultou em no máximo 1,60 Hh/m³ (menor do que a mínima 1,97 Hh/m³ descrito na Figura 9). Na Figura 12 os índices calculados para cada obra são inseridos na faixa de valores de RUP propostos pela TCPO 2010:

Figura 12 - Faixa de valores de RUP da mão de obra na concretagem de vigas/lajes comparada com as RUPs calculadas das obras



Fonte: Elaborado com base na TCPO (2010, p. 179).

4.1.8 Fatores que influenciam na execução das formas de vigas

Alguns fatores podem influenciar a produtividade final nestes serviços descritos até o momento. O principal destes se trata da experiência da equipe. Quanto mais operários experientes, mais produção haverá. Por meio de diálogos com os trabalhadores de cada obra,

percebeu-se o nível de experiência para execução de formas de cada um deles. Alguns chegavam a mais de uma década exercendo esta atividade.

As formas dos elementos também são importantes. Caso existam elementos com formas complexas, eles acabam gerando baixas produtividades. No caso da obra 4, existia algumas vigas curvas que compunham a estrutura. A produção de formas para este elemento demorava mais que para vigas retilíneas, apesar desta edificação ter alcançado o índice mais produtivo.

O material utilizado também influencia. O painel plastificado preto, por exemplo, facilita as reutilizações das formas, o nível a *laser* fornece resultados mais rápidos e precisos do que o nível de mangueira entre outros equipamentos.

4.2 Serviço de Concretagem de Lajes e Vigas

As obras utilizadas para esta análise foram as obras 1, 2, 3 e 5, pois foram nestas onde pode-se observar a atividade de concretagem de lajes e vigas. A concretagem de pilares não foi observada pelo motivo da maioria já ter acontecido. O início de levantamento de dados deste tipo de atividade iniciou-se no dia 05/09/2019 e encerrou-se dia 18/10/2019 quando ocorreu a última coleta de dados de concretagem de viga e laje na obra 5.

Todas as lajes observadas são do tipo laje com viga pré-moldada treliçada e isopor. São lajes mais econômicas (pois permite economizar com formas de laje e escoramentos), mais leves, sendo utilizadas bastante na construção de casas. Porém, ao empregá-las, não pode haver sobrecarga na estrutura (RAMOS, 2012).

Para o estudo do processo produtivo deste serviço escolheu-se a RUP cíclica. Pois a concretagem não é uma atividade contínua na obra (como a execução de formas). Portanto, é mais fácil examiná-la por ciclos, em que cada ciclo completo corresponde ao pavimento executado.

4.2.1 Prognóstico Inicial do Serviço de Concretagem

Para todas as obras que foram observadas, esperava-se obter um índice que significasse alta produtividade para concretagem. Os motivos para isto são:

- Obras com pavimentos baixos para concretagem (as residências possuíam no máximo dois pavimentos);
- Uso de caminhões com bomba lança;
- Tamanho da equipe adequado para disponibilidade do concreto;
- Duração do processo de concretagem não é maior do que o turno de trabalho.

Em vista disso, fez-se uma estimativa inicial dos índices que representam a produtividade no serviço de concretagem nas construções analisadas. Para esta finalidade utiliza-se os fatores influenciadores listados em tabelas da TCPO 2010.

Cada tabela representa uma atividade de produção na construção civil. É comumente utilizada para estabelecer um prognóstico inicial de produtividade. Eis a Tabela 8, que detalha a atividade de concretagem de lajes e vigas:

Tabela 8 – Fatores Influenciadores da RUP na Atividade de Concretagem de Vigas/Lajes

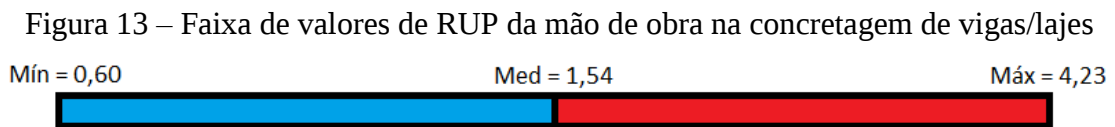
Coluna 1	Coluna 2	Coluna escolhida
Vigas mais largas	Vigas estreitas	2
Lajes espessas	Lajes esbeltas	1
Uso de concreto bombeado	Uso de grua ou elevador de obras	1
Adoção de caçambas ou jericas em quantidade coerente com a capacidade do sistema de transportes	Adoção de número reduzido de caçambas ou jericas	Não se aplica
Existência de mais de um vibrador	Vibrador único	2
Andar sendo concretado mais baixo	Andar sendo concretado alto	1
Concretagem programada para uso de turnos completos de trabalho	Concretagem utilizando parte do turno de trabalho	2
Entrega de concreto sem atraso	Atrasos na chegada dos caminhões-betoneira	2
Troca de caminhões ágil	Troca demorada de caminhões	1
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	1
Equipe bem dimensionada para a velocidade de concretagem	Excesso de pessoas na equipe	1
Bom funcionamento do	Ocorrência frequente de	1

equipamento de transporte	paralisações por problemas com o equipamento de transporte vertical	
Paga-se tarefa atraente	Trabalho sem incentivo	2
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	1

Fonte: Elaborado com base na TCPO (2010, p. 183).

A coluna 1 descreve os fatores que fariam a produtividade ser mais alta, enquanto que a coluna 2 descreve os fatores que fariam a produtividade mais baixa. Os números na coluna escolhida indicam de qual coluna foi retirada a característica, naquela linha, decidida para caracterizar as obras estudadas neste trabalho.

Com isto, é possível entender a Figura 13, que propõe valores de RUP para a atividade de concretagem de vigas/lajes:



Fonte: Elaborado com base na TCPO (2010, p. 183).

A região azul da faixa representa uma RUP baixa (delimitada pelos valores sugeridos para RUP mínima e média) e a região vermelha uma RUP alta (delimitada pelos valores sugeridos para RUP média e máxima).

Para interpretar a Figura 13, verifica-se qual coluna é a mais citada na coluna escolhida na Tabela 8 (a linha da tabela onde está escrito “não se aplica” foi utilizada para fatores que não se aplicam às obras visitadas ou não há a predominância de um deles).

Logo, na Tabela 8, percebe-se que a coluna 1 é a mais citada. Então, constata-se que as produtividades estimadas seriam altas (região azul das faixas). Assim, conclui-se que o valor estimado da RUP para a atividade de concretagem de lajes está na região azul da Figura 9, ou seja, entre os valores de 0,60 Hh/m³ e 1,54 Hh/m³.

4.2.2 Materiais e equipamentos

Todos os pavimentos onde foram realizadas as concretagens estudadas neste trabalho são considerados baixos (as casas possuíam no máximo dois pavimentos), o que permitiu o uso de caminhões com bomba-lança. Estes veículos são equipados com uma bomba lança para concreto. A bomba contém um mastro de distribuição que é movimentado por cilindros hidráulicos e é controlado por um operador por meio de controle remoto. Os mangotes rígidos são acoplados a este mastro e passam a ser mais flexíveis na ponta, para facilitar a operação, o que se pode observar na figura 14.

O caminhão betoneira também foi utilizado. Ele é responsável por receber o concreto usinado da central dosadora e levá-lo até o local da obra onde será aplicado.

Os trabalhadores da construtora fizeram uso de vibradores, enxada para espalhar o concreto e régua para acabamento de superfície.

Figura 14 - Caminhões bomba-lança e betoneira na obra 5



Fonte: Acervo Próprio.

4.2.3 Equipe de trabalho e Execução do Serviço

Cada obra visitada detinha uma quantidade própria de trabalhadores para o serviço de concretagem. Na Tabela 9 é descrito o número de trabalhadores por construção e diferencia-se a mão de obra da construtora da mão de obra da empresa de concreto:

Tabela 9 – Quantidade de trabalhadores participantes da atividade de concretagem de vigas/lajes

Obra	Quantidade de trabalhadores da construtora	Quantidade de trabalhadores da empresa de concreto	Total
Obra 1	8	3	11
Obra 2	8	3	11
Obra 3	7	3	10
Obra 5	9	4	13

Fonte: Acervo Próprio.

Os operários da construtora que concretavam foram realocados de outras funções. Por exemplo, existiam aqueles que foram oriundos da execução de formas (pilares, vigas e lajes), de armação, entre outras tarefas. Na obra 2 o próprio mestre de obras participou da concretagem operando o vibrador para o adensamento do concreto.

Geralmente, 1 operário foi responsável pelo manejo do mangote, 1 operava o vibrador, 1 espalhava com a enxada o concreto sobre a laje, 2 tinham a função de dar acabamento a laje (deixar nivelada) por meio de régua, 1 mantinha o fio do vibrador fora do concreto e um mestre de obra analisava o concreto do caminhão-betoneira que chegava e dava as orientações de execução.

Um dos trabalhadores citados no parágrafo anterior também tinha a função de molhar a estrutura de formas e isopor antes do lançamento do concreto (para evitar a perda de água do concreto para a madeira e o isopor). Isto só não ocorreu na obra 5, já que as chuvas umedeceram a estrutura.

Quando um isopor quebrava, um outro trabalhador foi responsável pela substituição por um novo. Esta situação ocorreu nas obras 1, 2 e 3.

Por parte da empresa de concreto, um trabalhador utilizava o controle remoto do mastro de distribuição e os demais dirigiram e operaram o caminhão bomba-lança e o caminhão-betoneira. No caso da obra 2, um outro funcionário da firma do concreto foi incumbido por manejar o mangote.

4.2.4 Coleta de índices

Os índices foram coletados a partir do momento em que toda equipe de concretagem estava pronta para o início e quando o concreto estava pronto para ser bombeado até a laje. O término acontecia quando o último serviço de concretagem foi concluído. O acabamento da superfície de concreto foi considerado esta última atividade.

O serviço de concretagem é relativamente rápido pois começava e terminava em um mesmo turno. Todas as concretagens estudadas neste trabalho foram realizadas pela manhã.

A Tabela 10 apresenta o volume de concreto utilizado nas lajes e vigas observadas em cada obra bem como o tempo de duração da atividade de concretagem:

Tabela 10 – Volume de concreto utilizado nas lajes e vigas e tempo de duração da concretagem de cada obra

Obras	Volume de concreto (m³)	Tempo de duração (min)
Obra 1	12,4	178
Obra 2	14,2	158
Obra 3	14,9	192
Obra 5	32,2	185

Fonte: Acervo Próprio.

Os tempos de duração apresentados na Tabela 10 contam com todos os atrasos que foram explicados anteriormente, exceto com aqueles relacionados a chegada dos profissionais da empresa de concreto à obra para o início da concretagem.

Os volumes de concreto foram calculados de acordo com as informações de dimensões de lajes e vigas disponíveis nos projetos estruturais. Pensou-se em adotar os volumes fornecidos pela central de concreto para cada caminhão-betoneira. Entretanto, na obra 5, o mestre de obras explicou que duvidava da medição do volume de concreto pela concreteira. Isto porque ele tinha pedido a mesma quantidade de concreto que requereu para uma edificação multifamiliar de dimensões iguais a obra 5, e acabou não sendo suficiente. Logo, preferiu-se as informações de projeto.

Figura 15 – Concretagem de laje e vigas da obra 2



Fonte: Acervo Próprio.

4.2.5 Cálculo da RUP cíclica e RUP potencial na concretagem

A Tabela 11 apresenta as razões unitárias de produção para cada obra, calculadas pela equação 1:

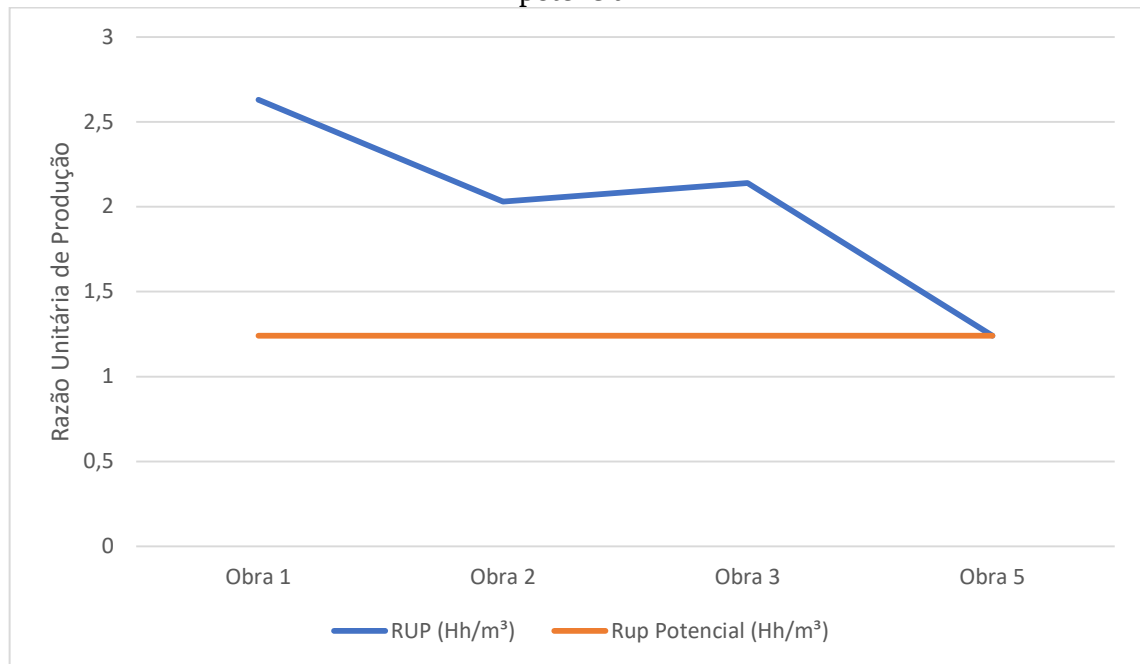
Tabela 11 – RUP cíclica de concretagem por obra analisada

Obra	RUP (Hh/m³)
Obra 1	2,63
Obra 2	2,03
Obra 3	2,14
Obra 5	1,24

Fonte: Acervo Próprio.

A Figura 16 representa a RUP potencial para todas as construções visitadas. Este índice representa um valor para produtividade ótima englobando todas as obras. Para calculá-lo é necessário calcular uma RUP cumulativa para todas as obras (média aritmética das RUPs na Tabela 11) resultando em 2,01 Hh/m³. Com isso, encontra-se a mediana das RUPs na Tabela 4 que estejam abaixo de 2,01 Hh/m³, cujo resultado é 1,24 Hh/m³.

Figura 16 – Comparação das RUPs cíclicas de concretagem de cada obra com a RUP potencial



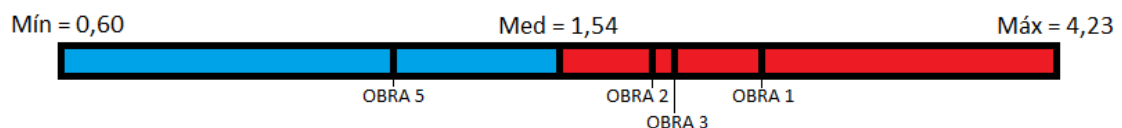
Fonte: Acervo Próprio.

4.2.6 Comparação com os dados da TCPO

Da mesma maneira que se comparou os índices do serviço de execução de formas das obras analisadas com os índices da TCPO 2010, será feito com os índices associados a concretagem.

Verificando as informações da Figura 13 com a Figura 16, constata-se que a produtividade neste serviço ficou abaixo do esperado anteriormente, principalmente ao verificar a obra 1, contrariando o prognóstico inicial. Pode-se observar isto com o fato de que a mediana das RUPs para o serviço de execução da concretagem estudado resultou em 2,08 Hh/m³ (maior do que a mediana 1,54 Hh/m³ descrito na Figura 13). Na Figura 17 os índices calculados para cada obra são inseridos na faixa de valores de RUP propostos pela TCPO 2010:

Figura 17 - Faixa de valores de RUP da mão de obra na concretagem de vigas/lajes comparada com as RUPs calculadas das obras



Fonte: Elaborado com base na TCPO (2010, p. 183).

Logo, percebe-se que a maioria das edificações se encontra na zona vermelha da faixa, o que significa uma produtividade mais baixa (RUP mais alta).

4.2.7 Fatores que influenciam na execução da concretagem

É comum acontecer atrasos por parte do caminhão bomba-lança e do caminhão-betoneira. Na obra 1, os caminhões atrasaram a chegada em cerca de uma hora em relação ao horário combinado com a construtora para o início da concretagem. Na obra 2, este atraso durou 20 minutos enquanto que na obra 5, 30 minutos aproximadamente.

No caso da obra 5, foram concretadas vigas e lajes de 3 casas diferentes. Desta maneira, havia um atraso em relação ao término da concretagem de uma casa e o início da outra. Este atraso correspondia a 20 minutos.

Ainda na obra 5, foram necessários inicialmente dois caminhões-betoneira para a concretagem. A mudança de um caminhão-betoneira para outro a fim de transferir concreto para a bomba lança demorava cerca de 15 minutos. Os dois caminhões-betoneira solicitados não tiveram concreto suficiente para as lajes e vigas das 3 casas em construção. Assim, o mestre de obras necessitou de chamar mais um caminhão da central. Isto resultou em um atraso de aproximadamente 45 minutos.

Com exceção da obra 5, todas as outras tiveram os isopores da estrutura da laje quebrados assim que o concreto foi despejado sobre eles. Isto ocorria devido ao fato da densidade do concreto ser alta. Quanto mais alta a densidade do concreto, maior a chance dos isopores romperem.

Além disso, outra causa para os atrasos é o entupimento do mangote. Muitas vezes o mangote se entope com o concreto ao bombeá-lo e para solucionar este problema deve-se afastar o mangote dos trabalhadores e deixar que a própria pressão da bomba-lança o desentupa.

Por vezes, é necessário a retirada do mangote para resolver esta questão (caso da obra 5). Isto resulta em um atraso de 10 a 30 minutos. Entre as causas para este problema, está o fato de haver no agregado rochas de tamanho não compatível com os dutos, principalmente com suas reduções e curvas, o que leva à interrupção do fluxo de concreto. A Figura 18 mostra esta situação:

Figura 18 – Retirada do mangote para desentupimento na obra 5



Fonte: Acervo Próprio.

Problemas com o vibrador também existiram. Na obra 2 ele parou de funcionar e levou cerca de 10 minutos para que ele voltasse a ativa, o que reforça a utilização de equipamentos novos e modernos para se ter alta produtividade.

As equipes de trabalho possuíam alto grau de experiência. Ao conversar com muitos deles, descobriu-se que já haviam concretado lajes e vigas antes.

As formas dos elementos estruturais foram simples, o que facilita o trabalho. Apenas na obra 1 tinha algumas vigas isoladas, o que tornou a concretagem mais onerosa.

O fato dos pavimentos serem baixos (edificações com no máximo dois pavimentos) contribui para facilidade na concretagem. Caso as construções possuíssem muitos pavimentos, seria preciso mais de uma bomba para que o lançamento de concreto ocorresse nos andares mais altos.

4.3 Diretrizes para o aprimoramento da produtividade

Coletar informações sobre o processo produtivo para depois estudá-las e debatê-las trata-se de uma atividade fundamental para a gestão de produção da construção civil. Por meio dela, o gestor é capaz de ter maior visão do que acontece na obra e, portanto, de tomar decisões mais precisas e cuidadosas para que se tenha bom planejamento, tanto para curto quanto para longo prazo (RAMOS, 2014).

Por meio das coletas, percebeu-se a relevância do esforço do trabalhador. Caso ele não possua treinamento adequado ou experiência, seus índices serão teoricamente baixos. Ele levará mais tempo para executar uma forma, visto que terá dificuldade para entender o trabalho.

Uma diretriz para melhorar a produtividade na questão das formas seria a utilização massiva de painéis plastificados pretos, que facilitam a desforma bem como a reutilização das formas. A cerca da concretagem, utilizar vibradores e outros equipamentos bem conservados, isopores mais resistentes e precisão nos pedidos de concreto à central são diretrizes que acelerariam a produção.

As diretrizes são determinadas por meio de um acentuado estudo, com o intuito de realizar pequenos testes, que permitam analisar efeitos de ações maiores 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.

Seguem outras ações podem ser implantadas em obras de construção civil de acordo com Ramos (2014):

- Produção: 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: Observar se há alguma falta de compatibilidade entre o projeto e a realidade, o que auxilia na execução e em relação ao consumo de materiais.
- Planejamento: Busca de planejamento de curto prazo. Saber se os fornecedores cumprem os prazos e se os atrasos podem prejudicar o cronograma dos serviços.
- Orçamento: Contabilizar o desperdício não só em quantidade de material, mas, também, em capital gasto.

5 CONCLUSÃO

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 formas de vigas e concretagem de vigas e lajes.

A coleta e a leitura destes índices de produção formaram uma base teórica que foi utilizada para a posterior análise. Com esta base teórica e o tempo de estadia em obra, pode-se entender o processo construtivo, ter a visão que um operário tem de cada elemento que ele executa, e das dificuldades que surgem a cada nova tarefa.

A base de dados foi sendo gerada e organizada, atentava-se a seus fatores influenciadores e anotava-os. Após o levantamento totalmente concluído foi obtido os índices de produtividade, ou seja, as RUPs (cíclicas para concretagem, e cumulativas para formas). Assim pode-se comparar com a TCPO, onde desta comparação se avaliou o quão produtivos foram os serviços analisados na obra em questão na execução de formas, e o quão não tão produtivos foram os de concretagem.

O fato dos dados de execução de formas serem coletados durante trechos de período de produção contribuiu para o aumento do índice, já que o serviço na totalidade não pode ser observado, assim como a totalidade dos problemas de produção. Pode-se observar que o fato das equipes observadas serem entrosadas e experientes também contribuiu para a RUP baixa.

No tocante ao serviço de concretagem, os atrasos de caminhões-betoneira, quebras de isopores e entupimento de mangote são os eventos que mais influenciaram no tempo de execução. A obra 5 se destacou com alta produtividade pelo motivo de ser um conjunto de obras multifamiliares padronizada com elementos estruturais simples. Isto faz com que a atividade seja mais organizada, repetitiva e, logo, mais fácil de executar.

Sobre o cálculo da RUP, foi possível observar que tal indicador pode representar a obra como um todo. Um estudo preciso da mão de obra de um canteiro se faz bem encaminhado, de fácil aplicação e baixo custo por meio dos cálculos simples da Razão Unitária de Produção.

Portanto, o controle de produção na execução da obra por meio da RUP é um caminho totalmente viável para que a construtora possa ser competitiva no mercado. Na realidade de construção regional para obras residenciais de alto padrão, os índices possibilitaram saber pontos importantes de influência na produtividade, para que se possa tornar os serviços mais eficientes produtivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, M. L. M. **Produtividade na construção civil**. Disponível em: < http://www.ecivilnet.com/artigos/produtividade_na_construcao_civil.htm >. Acessado em: 04/11/2018.
- BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a Produção de Estruturas de Concreto Armado em Edifícios**. 1998. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00004.pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.
- CARRARO, F. **Produtividade da Mão-de-obra no Serviço de Alvenaria**. 1998. 244 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-28072017-073142/pt-br.php>>. Acesso em: 15 maio 2019.
- CPOS. **Sobre a empresa**. Disponível em: <<http://www.cpos.sp.gov.br/sobre-a-empresa>>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- DANTAS, M. M. **Proposição de Ações para Melhoria da Produtividade da Concretagem em Edifícios Verticais**. 2006. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-22042007-150027/publico/dissertacaofinalrev1.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- DNIT. **DNIT lança novo Sistema de Custos Referenciais de Obras -SICRO**: Ferramenta é utilizada por projetistas, construtores, fornecedores, empresários e órgãos governamentais. 2017. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/noticias/dnit-lanca-novo-sistema-de-custos-referenciais-de-obras-sicro>>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- KOTZIAS, R.V.; MARCHIORI, F.F. **Análise da Produtividade em serviços de Execução de Estruturas de Concreto Armado – Estudo de Caso em Florianópolis**. XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. JUIZ DE FORA-MG, 2012. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/18650029-Analise-da-produtividade-em-servicos-de-execucao-de-estruturas-de-concreto-armado-estudo-de-caso-em-florianopolis.html> >. Acesso em: 16 maio 2019.
- MACHADO, H. B.; FAGUNDES, J. B.; RIBEIRO, P. H. B. **Implantação de Indicadores de Produtividade para os Serviços de Alvenaria e Contrapiso em Edificações Multipavimentos**. 2010. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/IMPLANTAÇÃO_DE_INDICADORES_DE_PRODUTIVIDADE_PARA_OS_SERVIÇOS_DE_ALVENARIA_E_CONTRAPISO_EM_EDIFICAÇÕES_MULTIPAVIMENTOS.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

MULLER, G. M. **Análise da Produtividade da Mão-de-obra e do Consumo de Materiais na Execução do Revestimento de Fachada em Argamassa**. 2017. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177263/Guilherme%20Miguel%20Muller%20-%20TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 maio 2019.

PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P. **Estruturas de Concreto – Capítulo 1**. 2004. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/cv714/introducao.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2019.

RAMOS, A. B. **Lajes de Vigota Pré-Moldada**. 2012. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/eso/content/?p=1182>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

RAMOS, B. B. **Análise da Produtividade da Mão de Obra em Estrutura de Concreto Armado com Laje Nervurada**. 2014. 130 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

RIVEROS, V. A. O. **Desenvolvimento e utilização de um método simplificado de coleta de dados para entender a variação da produtividade na execução de estruturas de concreto armado**. 2016. 133 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/85ffae1c88c743b54e5c27402f593706.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2019.

SOUZA, U. E. L. **Como Medir a Produtividade da Mão-de-Obra na Construção Civil**. São Paulo: 2000. 8 p. Disponível em: <<http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Produtividade/como%20medir%20produtividade%20-%20Entac.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SOUZA, U. E. L.; ARAÚJO, L. O. C. **Produtividade da Mão-de-obra na Execução de Alvenaria: Detecção e Quantificação de Fatores Influenciadores**. São Paulo: 2001. 28 p. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/bt_00269.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2019.

SOUZA, U. E. L.; LIBRAIS, C. F. **Produtividade da Mão-de-obra no Assentamento de Revestimento Cerâmico Interno de Parede**. São Paulo: 2002. 28 p. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00316.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

TCPO 2010. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**: Engenharia Civil, Construção e Arquitetura. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010. 630 p.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**. 5. ed. São Paulo: Pini, 2003. 670 p.