

# Estudo e Análise dos Índices de Produtividade de um Edifício Comercial e Residencial na Cidade de Joaçaba

Thauan Lucas Casarim<sup>1</sup>

Scheila Lockstein<sup>2</sup>

## Resumo

Este estudo de caso relata a produtividade da mão de obra para execução das estruturas de concreto armado, em uma edificação comercial e residencial, de 12.143,46m<sup>2</sup>, na Cidade de Joaçaba, SC. O objetivo deste trabalho é obter e analisar os índices de produtividade da mão de obra, seus condicionantes e interferências, além de utilizá-los em um comparativo de cronogramas. Na análise de resultados, pretende-se ainda aplicar os conceitos de gerenciamento de projetos. Os dados em obra foram coletados diariamente, e após o seu processamento através de planilhas, obteve-se valores de homens hora por quantidade de serviço realizada. Para a presente pesquisa adotou-se a Razão Unitária de Produção (RUP) e então mediu-se a produtividade na execução dos serviços, ou seja, a relação entre as entradas (Homens x horas) e as saídas (quantidade de serviço). Após a obtenção dos índices, foi elaborado um cronograma base, utilizando o software Microsoft Project, para comparação com o que foi executado em obra. Em relação aos índices de produtividade dos serviços acompanhados, apenas o serviço de fôrma de pilares ultrapassou o índice médio das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010), os demais serviços ficaram abaixo deste índice. Ressalta-se que quanto menor o valor, mais produtivo será a atividade. No desenvolvimento dos cronogramas, elaborou-se o cronograma base adotando índices de produtividade das atividades através das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010), e tendo as quantidades a serem executadas, com as equipes padrão determinadas, foram encontradas as horas necessárias para a equipe padrão executar determinada atividade. Após a montagem do cronograma, foi executada a comparação e constatou-se que a execução em obra gerou uma economia de tempo de, aproximadamente, 35%. Concluindo, foram aplicados os conceitos do gerenciamento de projetos e demonstrou-se os fatores conflitantes entre as restrições. Com o custo e qualidade como restrições principais do projeto (ou seja, os drivers), as análises precisam ser executadas em cima disso, adaptando as demais restrições, até que todos os requisitos do projeto sejam cumpridos. Nota-se, portanto, que o gerente de projetos deve deter de conhecimento multidisciplinar para organizar, planejar e controlar um projeto. Palavras-chave: Fôrmas. Armação. Concretagem. Produtividade. Cronograma. Gerenciamento de Projeto.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Joaçaba; thauan.casarim@gmail.com

<sup>2</sup> Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina; scheila.lockstein@unoesc.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

As práticas de gerenciamento de projetos vêm sendo difundidas em todos os setores da atividade industrial, inclusive na construção civil. Em um setor da indústria que vem estagnado desde o ano de 2015, de acordo com indicadores da Confederação Nacional da Indústria (2017), mostra-se cada vez mais importante uma estrutura organizacional adequada, que detenha de planejamento eficiente em todos os níveis de projeto.

Evidentemente, em função das particularidades da construção civil brasileira, a aplicação dos conceitos e procedimentos de gerenciamento encontra obstáculos para sua implementação. Em contrapartida, a competitividade exige que empresas e construtoras busquem soluções para padronizar processos, buscando a industrialização dos serviços e desta forma, produzir mais, com menor custo e em menos tempo, ou seja, melhorar a sua produtividade.

Conforme Dantas (2011),

a definição de produtividade estabelece a relação entre os resultados obtidos do processo produtivo e os recursos consumidos para a sua obtenção. Dessa forma, a produtividade de um sistema organizacional é decorrente da eficiência e do rendimento da mão-de-obra direta envolvida na execução da tarefa.

De modo a otimizar a execução de um projeto e traçar objetivos em um período de tempo pré-determinado, levando em consideração a produtividade das equipes de trabalho, é imprescindível para o planejamento das atividades deste projeto o desenvolvimento de um cronograma. Um cronograma bem confeccionado demonstra o caminho crítico dos serviços, proporciona previsões de quantidade de recursos a serem alocados, e além disso, com um monitoramento adequado, é possível determinar o progresso do projeto de acordo com o nível de detalhe desejado, garantindo o cumprimento de prazos e custos.

Portanto, neste estudo será abordada a metodologia de gerenciamento de projetos, visando o planejamento, monitoramento e controle dos serviços relacionados a execução das estruturas de concreto armado, de um edifício comercial e residencial da Cidade de Joaçaba, SC. Com enfoque nos índices de produtividade da mão de obra empregada e os fatores de influência e interferência, será realizada análise comparativa destes índices obtidos com indicadores das bibliografias.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

#### 2.1.1 O que é um projeto?

De acordo com o Guide to the Project Management Body of Knowledge (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos demonstra que eles têm um início e um término definidos, não significando obrigatoriamente uma curta duração. O término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando o projeto é encerrado pois os seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade de o projeto deixar de existir.

### 2.2 PRODUTIVIDADE

Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (2012), o termo produtividade abrange diferentes conceitos: produtividade do trabalho, produtividade do capital físico, produtividade de um processo produtivo, produtividade de um insumo. Todos os conceitos demonstram aspectos específicos, ou seja, a escolha do conceito e a medida de produtividade podem variar de acordo com os objetivos da análise.

#### 2.2.1 Mensuração dos dados

Consoante Dantas (2011), na medida em que se queira estudar a produtividade é necessário inicialmente mensurá-la segundo. Para mensurar a produtividade da mão de obra, adota-se o indicador denominado razão unitária de produção, que é encontrado a partir da Equação 1:

$$RUP = \frac{Hh}{Qs} \quad (1)$$

Onde:

RUP – Razão Unitária de Produção;

Hh – Mensuração do esforço despendido, em homens – hora, para a produção do serviço;

QS – Quantidade de Serviço.

A partir da Equação 1 verifica-se que a produtividade melhora quando cresce a relação entre os resultados e os consumos do processo. Pode-se perceber também que quanto menor for o RUP, maior será a produtividade do serviço.

Dantas (2011) cita as RUP diárias, cumulativa e potencial, sendo que: A RUP diária é obtida tomando-se como fundamento uma avaliação diária da produtividade da mão de obra. Assim, ao final de cada dia de execução do serviço, utilizando-se a RUP diária, avaliam-se os Hh utilizados e a quantidade de serviço produzida; A RUP cumulativa é calculada a partir do acúmulo das quantidades de Hh e de serviço desde o primeiro dia de trabalho. Assim sendo, representa a eficiência acumulada durante todo o período de execução do serviço, considerando os melhores dias e também aqueles que não são bons; A RUP potencial não está associada a cada dia de trabalho. Ela indica uma produtividade potencialmente alcançável desde que, mantido um determinado conteúdo de trabalho, não se tenha problemas quanto à gestão do mesmo. Obtêm-se matematicamente calculando a mediana dos valores de RUP diária inferiores ao valor da RUP cumulativa para o final do período de estudo.

## 2.3 CRONOGRAMA

Para Faria (2011), no início de uma obra é necessário ter um planejamento detalhado com os serviços que serão executados em cada fase de execução do projeto. É essencial ter o conhecimento de quanto tempo os serviços levam para ser executados, a ordem de execução, os conflitos entre cada atividade e o caminho crítico da obra. Desta forma, este planejamento resulta no cronograma da obra.

### 2.3.1 Processos de desenvolvimento do cronograma

O processo de desenvolver o cronograma, segundo Melo (2010) é o ponto central do planejamento. O desenvolvimento envolve a elaboração do calendário de atividades do projeto, determinar o seu início e término, finalizar o sequenciamento lógico e determinar a duração das atividades.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo de caso, com abordagem qualitativa e também quantitativa, feito através de uma pesquisa de campo, partindo de uma análise teórica e prática da aplicação do gerenciamento de projetos, verificando índices de produtividade e desenvolvendo cronogramas para fins de comparação.

Foi avaliada a produtividade diária da mão de obra nos serviços relacionados a execução das estruturas de concreto armado (pilares, vigas e lajes) em três pavimentos tipo, de maneira que a coleta de dados foi realizada em um período de 3 meses, entre março e junho de 2017.

### 3.1 MÉTODO DE COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS DE PRODUTIVIDADE

Antes do início da coleta dos dados, primeiramente, é importante o conhecimento do projeto a ser executado, a forma de execução e a forma de organização da mão de obra no ambiente de trabalho. Após isso, existe a necessidade do controle para realização das medições, tornando fundamental a elaboração de ferramentas de processamento.

Para coleta diária de informações, elaborou-se uma planilha, utilizando o software Microsoft Excel, contendo: a data da execução de determinado serviço, a atividade executada, os funcionários demandados, o período da atividade (tempo) e um campo para observações. Os serviços eram medidos diariamente, no período da tarde, observando visualmente o que havia sido executado. Era demarcada em uma planta do projeto, utilizando lápis e caneta, quais elementos (pilares, vigas e laje, divididos entre os serviços de fôrma e armação) que haviam sido executados.

Para cada serviço, para pilares, vigas e lajes, a produtividade foi analisada desta forma: Armação: observou-se equipe variável de acordo com a demanda na obra, sendo feita a contagem dos funcionários diariamente, a produção referente à execução das armaduras foi extraída em Kg; Fôrmas: notou-se que a equipe variava conforme a demanda na obra, e a contagem dos funcionários diariamente, a produção pertinente à execução das fôrmas foi extraída em m<sup>2</sup>. Concretagem: pode ser observado a equipe composta por 12 profissionais para realização do serviço, a produção referente à concretagem foi extraída em m<sup>3</sup>.

Os dados retirados durante o período de coleta foram processados e serão apresentados por meio de tabelas e gráficos, desenvolvidos também utilizando o software Microsoft Excel. Os gráficos, além de estarem representando os dados tabelados, demonstram os comparativos entre as RUP's obtidas em obra com os índices de produtividade que constam em Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010).

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 PRODUTIVIDADE

Neste item serão apresentados e analisados os resultados referentes à produtividade na execução das estruturas de concreto armado de um edifício comercial e residencial na cidade de Joaçaba, sendo eles separados por serviços. As tabelas e gráficos apresentados foram desenvolvidos pelo autor. Gráficos e tabelas de autoria de terceiros serão apresentados com a devida autoria e data.

## 4.1.2 Execução dos pilares

Foram coletados dados que dizem respeito a 1.052 horas de trabalho para a execução dos pilares, divididas nos serviços de armação e fôrmas, em três pavimentos tipo da edificação. Desta forma, foram analisados cada serviço separadamente, cada um com suas referentes equipes.

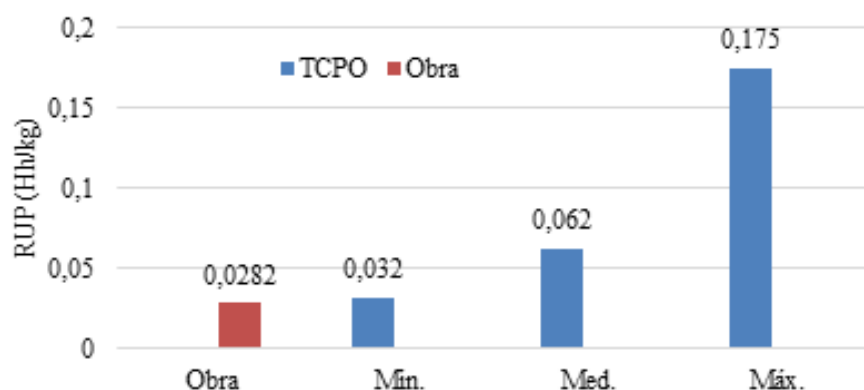
### 4.1.1.1 Produtividade da equipe na execução das armaduras

Este serviço foi executado por uma equipe variável que está indicada de acordo com os respectivos dias de trabalho. Com as horas trabalhadas pela equipe, medindo a produtividade através da quantidade de Kg produzida, foram calculados as RUP's diária, cumulativa e potencial.

Para obtenção de dados finais, foi realizada ainda a análise de todos os dados obtidos encontrando os seguintes resultados para RUP Total (Hh/Kg) para armação de pilares: A RUP Cumulativa, tendo como resultado de 0,0282 Hh/Kg – um homem executa 1,00 Kg de armação a cada 1,69 minutos, em média; A RUP Potencial, que apresentou 0,0285 Hh/Kg – isso significa que um homem tem potencial de produção de 1,71 minutos para executar 1,00 Kg.

No comparativo apresentado no Gráfico 1 apresenta-se os indicadores de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010) e os dados obtidos em obra. Na análise dos resultados, para o serviço de armação de pilares observa-se que os valores de RUP Cumulativa Total fica abaixo do indicador mínimo. Desta forma, o indicador de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010) apresentou um valor de RUP acima que o pesquisado, deixando claro que a obra em questão teve 13% menos consumo de mão de obra. Ressalta-se que quanto menor o valor, mais produtivo será a atividade.

Gráfico 1 – Comparativo TCPO x OBRA – Armação de pilares



Fonte: os autores.

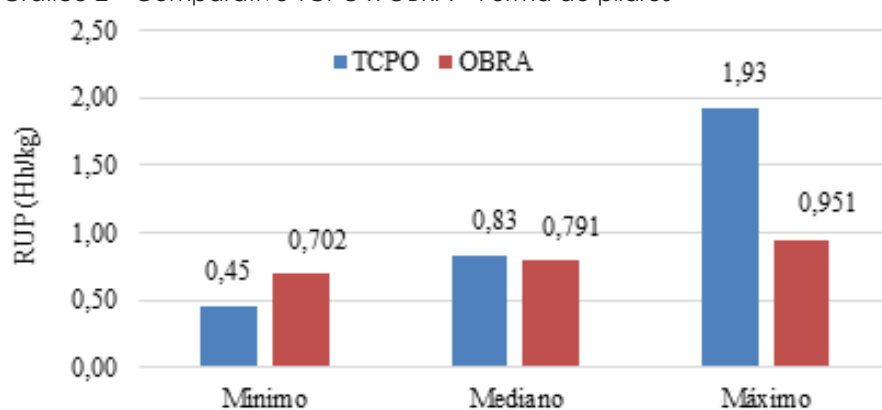
#### 4.1.1.2 Produtividade da equipe na execução das fôrmas

Com as horas trabalhadas pela equipe, medindo a produtividade através da quantidade de m<sup>2</sup> produzida, foram calculados as RUP's diária, cumulativa e potencial. A equipe variava de acordo com a demanda de serviço e com o prazo de execução. Foram recolhidos os dados em dias de trabalho.

Para obtenção de dados finais, foi realizada ainda a análise de todos os dados obtidos encontrando os seguintes resultados para RUP Total (Hh/Kg) para armação de pilares: A RUP Cumulativa, tendo como resultado de 0,7913 Hh/Kg – um homem executa 1,00 m<sup>2</sup> de fôrma a cada 47,48 minutos, em média; A RUP Potencial, que apresentou 0,7851 Hh/Kg – isso significa que um homem tem potencial de produção de 47,11 minutos para executar 1,00 m<sup>2</sup>.

O Gráfico 2 apresenta a comparação da execução das fôrmas de pilares em obra com os indicadores de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Na análise dos resultados obtidos, observa-se que o índice de consumo médio de mão de obra é, aproximadamente, 5% menor que o índice médio das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Além disso, todos os índices obtidos em obra estão inseridos entre o índice mínimo e máximo, o que representa que a equipe teve um desempenho satisfatório. Porém, na comparação entre os índices mínimos, nota-se que em in loco há um consumo de mão de obra 56%.

Gráfico 2 – Comparativo TCPO x OBRA – Fôrma de pilares



Fonte: os autores.

#### 4.1.2 Execução das vigas

Na execução das vigas foram recolhidos dados referentes a 2005 horas de trabalho, divididas nos serviços de fôrma e armação em três pavimentos tipo da edificação. Desta forma, foram analisados cada serviço separadamente, cada um com suas referentes equipes.

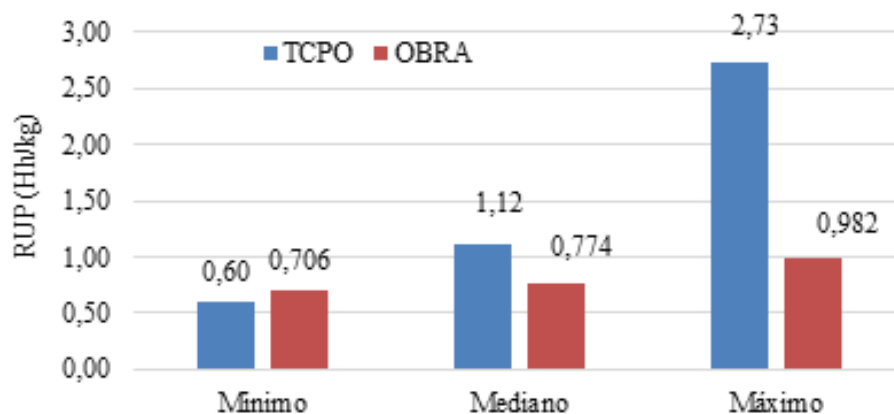
#### 4.1.2.1 Produtividade da equipe na execução das fôrmas

Este serviço foi executado por uma equipe variável que está indicada de acordo com os respectivos dias de trabalho. Com as horas trabalhadas pela equipe, medindo a produtividade através da quantidade de m<sup>2</sup> produzida, foram calculados as RUP's diária, cumulativa e potencial.

Os dados finais foram feitos através da análise de todos os dados obtidos encontrando os seguintes resultados para RUP Total (Hh/Kg) para armação de pilares: A RUP Cumulativa, tendo como resultado de 0,7740 Hh/Kg – um homem executa 1,00 m<sup>2</sup> de fôrma a cada 46,44 minutos, em média; A RUP Potencial, que apresentou 0,7661 Hh/Kg – isso significa que um homem tem potencial de produção de 46,56 minutos para executar 1,00 m<sup>2</sup>.

O Gráfico 3 apresenta a comparação da execução das fôrmas de vigas em obra com os indicadores de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Na análise dos resultados obtidos, observa-se que o índice de consumo médio de mão de obra é 45% menor que o índice médio das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Na comparação entre os índices mínimos, nota-se um consumo de mão de obra 18% maior que as Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010), mesmo assim a equipe apresentou desempenho satisfatório neste serviço.

Gráfico 3 – Comparativo TCPO x OBRA – Fôrmas de vigas



Fonte: os autores.

#### 4.1.2.2 Produtividade da equipe na execução das armaduras

Este serviço foi executado por uma equipe variável que está indicada de acordo com os respectivos dias de trabalho. Com as horas trabalhadas pela equipe, medindo a produtividade através da quantidade de Kg produzida, foram calculados as RUP's diária, cumulativa e potencial.

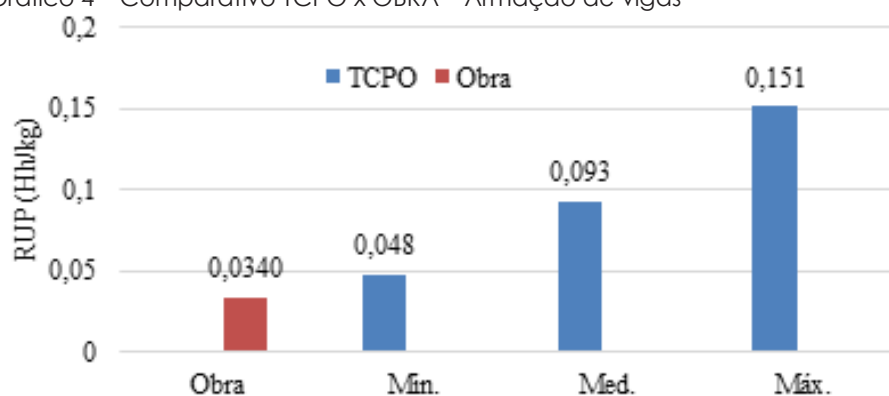
Para obtenção de dados finais, foi realizada ainda a análise de todos os dados obtidos encontrando os seguintes resultados para RUP Total (Hh/Kg) para armação de pilares: A RUP Cumulativa, tendo como resultado de 0,0336 Hh/Kg – um homem executa 1,00 Kg de armação



a cada 2,02 minutos, em média; A RUP Potencial, que apresentou 0,0332 Hh/Kg – isso significa que um homem tem potencial de produção de 1,99 minutos para executar 1,00 Kg.

No comparativo apresentado no Gráfico 4 apresenta-se os indicadores de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010) e os dados obtidos em obra. Na análise dos resultados, para o serviço de armação de vigas observa-se que os valores de RUP Cumulativa Total fica abaixo do indicador mínimo. Desta forma, o indicador de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010) apresentou um valor de RUP acima que o pesquisado. A obra consumiu 41% a menos de mão de obra em relação ao consumo mínimo apresentado pelas Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Demonstrando um desempenho excelente da equipe no serviço de armação de vigas.

Gráfico 4 – Comparativo TCPO x OBRA – Armação de vigas



Fonte: os autores.

#### 4.1.3 Execução das lajes

Foram coletados dados que dizem respeito a 1121 horas de trabalho para a execução dos pilares, divididas nos serviços de armação e fôrmas em três pavimentos tipo da edificação. Desta forma, foram analisados cada serviço separadamente, cada um com suas referentes equipes.

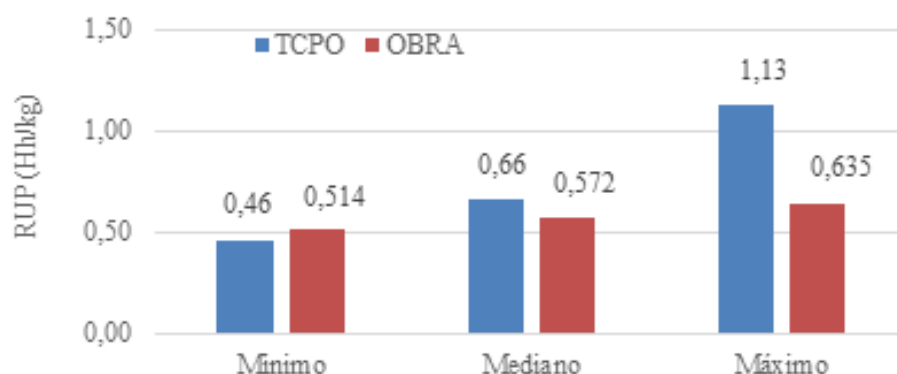
##### 4.1.3.1 Produtividade da equipe na execução das fôrmas

Este serviço foi executado por uma equipe variável que está indicada de acordo com os respectivos dias de trabalho. Com as horas trabalhadas pela equipe, medindo a produtividade através da quantidade de m<sup>2</sup> produzida, foram calculados as RUP's diária, cumulativa e potencial.

Para obtenção de dados finais, foi realizada ainda a análise de todos os dados obtidos encontrando os seguintes resultados para RUP Total (Hh/Kg) para armação de pilares: A RUP Cumulativa, tendo como resultado de 0,5721 Hh/Kg – um homem executa 1,00 m<sup>2</sup> de fôrma a cada 34,33 minutos, em média; A RUP Potencial, que apresentou 0,5638 Hh/Kg – isso significa que um homem tem potencial de produção de 33,83 minutos para executar 1,00 m<sup>2</sup>.

O Gráfico 5 apresenta a comparação da execução das fôrmas de lajes em obra com os indicadores de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Na análise dos resultados obtidos, observa-se que o índice de consumo médio de mão de obra é aproximadamente 15% menor que o indicador médio. Além disso, todos os índices obtidos em obra estão abaixo do índice médio das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010), sendo que o índice mínimo da obra apresenta um consumo apenas 11% maior que o indicador mínimo, representando assim um desempenho satisfatório da equipe.

Gráfico 5 – Comparativo TCPO x OBRA – Fôrmas de lajes



Fonte: os autores.

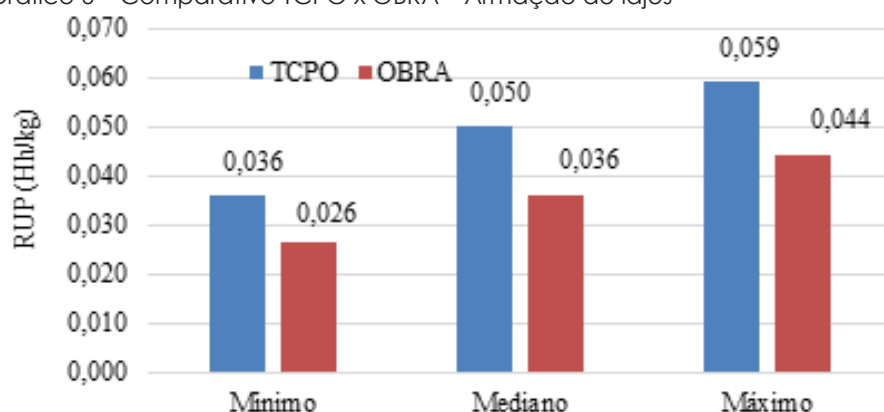
#### 4.1.3.2 Produtividade da equipe na execução das armaduras

Este serviço foi executado por uma equipe variável que está indicada de acordo com os respectivos dias de trabalho. Com as horas trabalhadas pela equipe, medindo a produtividade através da quantidade de Kg produzida, foram calculados as RUP's diária, cumulativa e potencial.

Para obtenção de dados finais foi realizada ainda a análise de todos os dados obtidos encontrando os seguintes resultados para RUP Total (Hh/Kg) para armação de pilares: A RUP Cumulativa, tendo como resultado de 0,036 Hh/Kg – um homem executa 1,00 Kg de armação a cada 2,16 minutos, em média; A RUP Potencial, que apresentou 0,037 Hh/Kg – isso significa que um homem tem potencial de produção de 2,22 minutos para executar 1,00 Kg.

O Gráfico 6 apresenta o comparativo dos índices de consumo da mão de obra da armação das lajes em relação aos indicadores de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Analisando os resultados obtidos, para o serviço de armação das lajes observa-se todos valores de consumo de mão de obra do edifício ficam abaixo do indicador mediano. Na comparação entre os valores medianos, demonstra-se um consumo de mão de obra 38% menor que os índices apresentados pelas Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Demonstrando uma elevada produtividade da equipe no serviço de armação da laje.

Gráfico 6 – Comparativo TCPO x OBRA – Armação de lajes



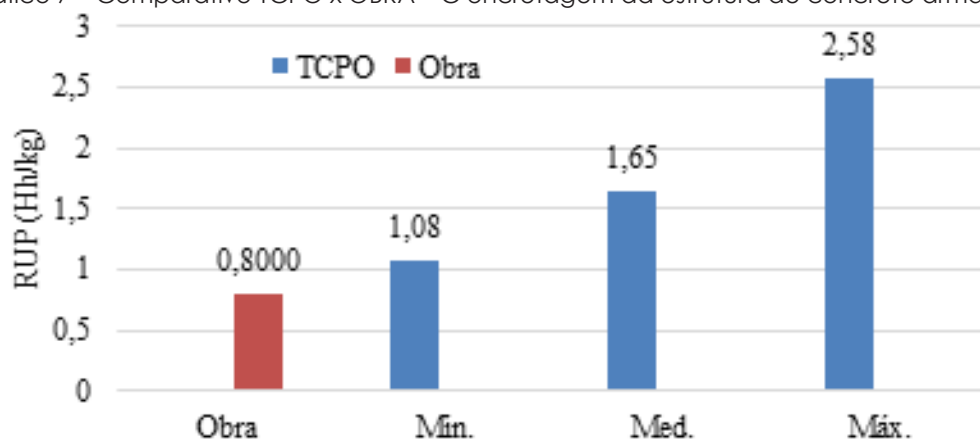
Fonte: os autores.

#### 4.1.4 Concretagem de pilares, vigas e lajes

Em concretagens da estrutura foram recolhidos dados referentes a 336 horas de trabalho no serviço de concretagem em três pavimentos tipo da edificação. Com as horas trabalhadas pela equipe, medindo a produtividade através da quantidade de m<sup>3</sup> produzida. Foram recolhidos os dados em dias de trabalho. A partir dos dados foram calculados as RUP's diária, cumulativa e potencial.

O Gráfico 7 apresenta o comparativo dos índices de consumo da mão de obra da concretagem da estrutura em relação às composições das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Analisando os resultados obtidos, para o serviço de concretagem observa-se que o valor de RUP Cumulativa Total fica abaixo do indicador mínimo. Desta forma, o indicador de produtividade das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010) apresentou um valor acima que o pesquisado. A obra consumiu 35% a menos de mão de obra em relação ao consumo mínimo apresentado pelas Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010). Demonstrando um bom desempenho da equipe no serviço de concretagem.

Gráfico 7 – Comparativo TCPO x OBRA – Concretagem da estrutura de concreto armado



Fonte: os autores.

## 4.2 CRONOGRAMA

O cronograma de barras, também conhecido como diagrama de Gantt, é um instrumento de simples aplicação, utilizado para hierarquizar e visualizar graficamente a duração de cada uma das atividades de um projeto. A principal vantagem dessa ferramenta é a facilidade de sua assimilação e o rápido entendimento quanto à programação dos trabalhos de planejamento da produção. Este foi o método escolhido para o presente estudo.

### 4.2.1 Índices de produtividades adotados e horas necessárias para equipe

Após adoção dos índices de produtividade das atividades através das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010), em posse das quantidades a serem executadas e também com as equipes padrão determinadas, encontrou-se as horas necessárias para a equipe executar determinada atividade. Essas informações podem ser observadas nos quadros a seguir.

#### 4.2.1.1 Armação de Pilares

Na Tabela 1, para armação de pilares, podemos observar 0,032Hh/Kg como índice de produtividade adotado. Esse é o valor mínimo das régua de produtividade da TCPO. Optou-se por esse valor em função dos aspectos da atividade, dos funcionários e do canteiro encontrados em obra. Este valor também é o mais próximo do valor de RUP obtido anteriormente na seção 4.1.1.1.

Tabela 1 – Horas necessárias para Equipe – Armação de pilares

Elementos	Índice de produtividade adotado (hh/kg)	Quantidade a ser executada (kg)	Horas necessárias para um homem	Equipe média em obra	Equipe padrão adotada	Horas necessárias para equipe
Pilares que suportam o 6º Pavto	0,032	5267,09	169	5,33	6	29
Pilares que suportam o 7º Pavto	0,032	4610,69	148	4,00	4	37
Pilares que suportam o 8º Pavto	0,032	4207,44	135	4,00	4	34

Fonte: os autores.

#### 4.2.1.2 Fôrma de Pilares

Na Tabela 2, observa-se 0,83Hh/m<sup>2</sup> como índice de produtividade adotado, para fôrma de pilares. Esse é o índice mediano das régua de produtividade da TCPO. Adotou-se esse valor novamente em função dos aspectos da atividade, dos funcionários e do canteiro.

Tabela 2 – Horas necessárias para Equipe – Fôrma de pilares

Elementos	Índice de produtividade adotado (hh/m <sup>2</sup> )	Quantidade a ser executada (m <sup>2</sup> )	Horas necessárias para um homem	Equipe média em obra	Equipe padrão adotada	Horas necessárias para equipe
Pilares que suportam o 6º Pavto	0,83	283,94	236	3,57	4	59
Pilares que suportam o 7º Pavto	0,83	283,94	236	5,98	6	40
Pilares que suportam o 8º Pavto	0,83	283,94	236	4,00	4	59

Fonte: os autores.

#### 4.2.1.3 Fôrma de Vigas

Para fôrma de vigas, visualizando a Tabela 3, o índice de produtividade adotado foi 0,86Hh/m<sup>2</sup>. Este é o valor médio entre o índice mínimo e o mediano das régua de produtividade da TCPO, e foi escolhido analisando novamente as características da atividade, do canteiro e dos funcionários.

Tabela 3 – Horas necessárias para Equipe – Fôrma de vigas

Elementos	Índice de produtividade adotado (hh/m <sup>2</sup> )	Quantidade a ser executada (m <sup>2</sup> )	Horas necessárias para um homem	Equipe média em obra	Equipe padrão adotada	Horas necessárias para equipe
Vigas do 6º Pavto	0,86	585,28	503	6,33	7	72
Vigas do 7º Pavto	0,86	585,28	503	5,40	6	84
Vigas do 8º Pavto	0,86	585,28	503	5,45	6	84

Fonte: os autores.

#### 4.2.1.4 Fôrma de Laje

Na Tabela 4, para fôrma de laje, optou-se por 0,56Hh/m<sup>2</sup> como índice de produtividade. Optou-se por esse valor em função dos aspectos da atividade, dos funcionários e do canteiro encontrados em obra. Este é o valor médio entre o índice mínimo e o mediano das régua de produtividade da TCPO.

Tabela 4 – Horas necessárias para Equipe – Fôrma de Laje

Elementos	Índice de produtividade adotado (hh/m <sup>2</sup> )	Quantidade a ser executada (m <sup>2</sup> )	Horas necessárias para um homem	Equipe média em obra	Equipe padrão adotada	Horas necessárias para equipe
Vigas do 6º Pavto	0,56	458,00	256	3,1	4	65
Vigas do 7º Pavto	0,56	458,00	256	3,87	4	65
Vigas do 8º Pavto	0,56	458,00	256	4,14	5	52

Fonte: os autores.

#### 4.2.1.5 Armação de Vigas

Na Tabela 5, para armação de vigas, nota-se 0,048Hh/Kg como índice de produtividade adotado. Esse é o valor mínimo das régua de produtividade da TCPO. O valor foi escolhido em função características da obra citadas anteriormente e ressalta-se que todas RUP's encontradas em obra e apresentadas no item 0 estão abaixo da mínima.

Tabela 5 – Horas necessárias para Equipe – Armação de vigas

Elementos	Índice de produtividade adotado (hh/kg)	Quantidade a ser executada (kg)	Horas necessárias para um homem	Equipe média em obra	Equipe padrão adotada	Horas necessárias para equipe
Vigas do 6º pavto	0,048	6416,42	308	2,70	3	103
Vigas do 7º pavto	0,048	6416,42	308	3,42	4	77
Vigas do 8º pavto	0,048	6416,42	308	3,62	4	77

Fonte: os autores.

#### 4.2.1.6 Armação de Lajes

Para armação de lajes, olhando para a Tabela 6, escolheu-se como índice de produtividade 0,043Hh/Kg. Este é o valor médio entre o índice mínimo e o mediano das régua de produtividade da TCPO, e foi escolhido analisando novamente as características da atividade, dos funcionários e do canteiro.

Tabela 6 – Horas necessárias para Equipe – Armação de laje

Elementos	Índice de produtividade adotado (hh/kg)	Quantidade a ser executada (kg)	Horas necessárias para um homem	Equipe média em obra	Equipe padrão adotada	Horas necessárias para equipe
Vigas do 6º pavto	0,043	3103,70	133	2	2	67
Vigas do 7º pavto	0,043	3103,70	133	2,33	2	67
Vigas do 8º pavto	0,043	3103,70	133	3	3	45

Fonte: os autores.

#### 4.2.1.7 Concretagem de Pilares, Vigas e Laje

Na Tabela 7, concretagem de pilares, vigas e laje, nota-se 1,08Hh/m<sup>3</sup> como índice de produtividade adotado. Esse é o valor mínimo das régua de produtividade da TCPO. O valor foi escolhido em função características da execução, ressaltando que todas RUP's encontradas em obra para este serviço no item 4.1.4, estão abaixo da mínima.

Tabela 7 – Horas necessárias para Equipe – Concretagem de pilares, vigas e laje

Elementos	Índice de produtividade adotado (hh/m <sup>3</sup> )	Quantidade a ser executada (m <sup>3</sup> )	Horas necessárias para um homem	Equipe média em obra	Equipe padrão adotada	Horas necessárias para equipe
6º pavto	1,08	140,00	151	12	12	13
7º pavto	1,08	140,00	151	12	12	13
8º pavto	1,08	140,00	151	12	12	13

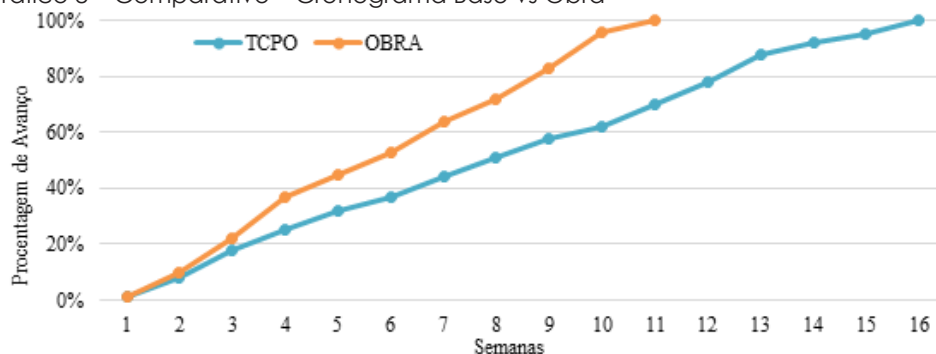
Fonte: os autores.

#### 4.2.2 Análise Global

Os índices de produtividade obtidos neste estudo, demonstram que, principalmente nos serviços de armação, a execução em obra se sobressai em relação aos índices da TCPO, apresentando um consumo de mão de obra significativamente inferior. Isso fica ainda mais claro no momento da comparação do Cronograma Base com o executado em obra.

Os serviços têm início no dia 17/03/2017, e enquanto o Cronograma Base concluiria suas atividades apenas no dia 28/06/2017 (15 semanas + 5 dias), as equipes em obra concluíram os serviços no dia 13/05/2017 (10 semanas + 4 dias), o que representa uma diferença de 36 dias corridos (29 dias úteis), como demonstra o Gráfico 8. Sendo assim, a economia de tempo gerada em obra é de, aproximadamente, 35%.

Gráfico 8 – Comparativo – Cronograma Base vs Obra



Fonte: os autores.

## 4.3 APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS

No gerenciamento de projetos existem cinco grupos de processos para serem aplicados no desenvolvimento de um projeto. Para este estudo foi utilizado as informações contidas no grupo de processos de planejamento e também de monitoramento e controle.

As considerações sobre planejamento foram utilizadas no desenvolvimento do cronograma, sendo na definição atividades e seus sequenciamento ou na estimativa dos recursos e durações das atividades. Utilizou-se das considerações de monitoramento e controle justamente no acompanhamento do cronograma, observando os condicionantes e executando os comparativos pertinentes a este projeto

### 4.3.1 Escopo

Neste caso, o estudo é baseado em um projeto estrutural definido e existe a dificuldade técnica de mudanças no projeto durante sua execução, em função da complexidade. Desta forma, não há o que ser analisado, em consequência de tudo estar sendo cumprido conforme o projeto, de acordo com as informações repassadas pela empresa.

### 4.3.2 Tempo ou Cronograma

Como observamos na montagem e nos resultados do comparativo entre o Cronograma Base e o executado em obra, o tempo é afetado diretamente pela produtividade das equipes, ou seja, os recursos envolvidos. O rendimento da mão de obra é o fator que mais impacta no cronograma.

Uma mão de obra qualificada pode ter um maior custo direto, porém lhe impacta diretamente em cronograma e qualidade. Um serviço mais produtivo reduz os custos indiretos gerados pela permanência das equipes por mais tempo em obra. Além disso, se os serviços não forem executados de maneira adequada isso pode gerar custos de retrabalhos, correções e elevar os custos dos serviços subsequentes.

Um cronograma mais compacto, exige recursos, não somente mão de obra, mas também materiais, ferramentas e equipamentos que atendam a demanda, traz mais riscos e, às vezes, a qualidade fica comprometida.

Neste estudo, de acordo com as informações repassadas pela empresa, a obra se mostra dentro dos prazos previstos e as entregas requisitadas pelo escopo estão em dia. Para garantir o cumprimento do cronograma e de metas, o contrato com a empresa executora da estrutura é regido por medições estabelecidas para a então liberação do pagamento, o que impede grandes atrasos e assegura a produtividade. Entretanto, caso o cronograma extrapole, o prazo não é a principal restrição e ao lado do custo, preza-se pela qualidade. Barato é diferente de econômico.



### 4.3.3 Custos ou orçamento

O estudo em questão trata de uma edificação comercial e residencial que parte de uma iniciativa privada, onde o objetivo é redução de despesas e aumento da lucratividade, e desta maneira o custo é a principal restrição a ser considerada, ou seja, o chamado *drive*.

Como citei acima, o contrato com a empresa executora da estrutura é regido por medições estabelecidas para então a liberação do pagamento, isto é, há um controle de custos em função destas metas. Outrossim, durante a obtenção dos índices de produtividade, ficou claro que a mão de obra se mostrava qualificada e comprometida com os prazos a serem cumpridos.

### 4.3.4 Qualidade

Ao lado custo, como *drive* do projeto está a qualidade e se tratando de uma edificação de alto padrão, a execução de qualquer serviço requer equipes qualificadas e materiais adequados. O planejamento é necessário para evitar correções e retrabalhos, evitando problemas posteriores que prejudiquem justamente a qualidade.

A qualidade diretamente ligada as necessidades, desejos e expectativas dos envolvidos detalhadas no escopo. O seu controle é feito diariamente através de inspeções, registrando e avaliando os resultados.

### 4.3.5 Recursos

Dentro desta restrição podemos citar a logística de obra como um aspecto central. Além de possuir um fornecimento de materiais que atenda às necessidades, é fundamental pensar no fluxo de materiais no canteiro de obras. A organização deste ambiente otimiza as atividades e oferece melhores condições de trabalho aos funcionários.

Observando o dia-a-dia de obra durante a coleta dos dados, os recursos eram fornecidos conforme a necessidade da obra: os materiais necessários para a execução dos serviços sempre estavam disponíveis; as ferramentas e equipamentos se mostravam adequados e atendiam a demanda.

Falando um pouco mais sobre a mão de obra, é importante ressaltar que a sua qualificação também é influenciada pelo entrosamento das equipes e pelo período de tempo em que trabalham juntos. No caso da obra, mesmo sofrendo com a alta rotatividade de funcionários, observou-se grande desenvoltura entre as equipes, demonstrando sincronismo entre os serviços, o que também aumenta a produtividade.

#### 4.3.6 Riscos

O gerenciamento de riscos geralmente é utilizado em obras de maior complexidade, onde isso é inserido no cronograma como uma forma de prever imprevistos e contingências, todavia pode ser aplicado a qualquer tipo de projeto. É feito o planejamento definindo como conduzir as atividades, determinando os riscos através de análises qualitativas e quantitativas, e feita as tomadas de decisões se os riscos serão assumidos ou não, para então executado o seu controle.

O planejamento para gerenciar riscos neste caso não foi executado por se tratar de uma obra onde existe um monitoramento diário das atividades, dentro de um ambiente de obra controlado, onde não há influências de organizações externas, apenas dos contratados para executar cada atividade.

### 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste estudo permitiu, além da análise da produtividade da mão de obra em um edifício comercial e residencial na Cidade de Joaçaba, SC, a elaboração de um cronograma para fins comparativos e a aplicação de conceitos do gerenciamento de projetos. Em relação a produtividade da mão de obra foi possível visualizar que existem diversos fatores envolvidos que influenciam diretamente em um dia produtivo. É obrigação de qualquer empresa ou organização, possibilitar um melhor ambiente de trabalho e de canteiro de obras para então obter um resultado final com economia de custos e tempo, mantendo a qualidade.

A produtividade afeta diretamente o cronograma de obra, e este é apenas uma das ferramentas do gerenciamento de projetos. Neste estudo, foi elaborado um cronograma físico, para comparação em caráter gerencial, com o que foi executado em obra. A análise feita a partir dos conceitos de gerenciamento mostra como as restrições de cada projeto estão interligadas e que cada mudança afeta o projeto como um todo. Desta maneira, se torna necessária a verificação de viabilidade de cada uma destas mudanças, que podem gerar, por exemplo, uma mudança de escopo, um aumento de cronograma e, conseqüentemente, demandando mais recursos e dinheiro.

Nos serviços acompanhados todos obtiveram resultado satisfatórios, sendo que apenas um serviço ultrapassou o índice médio das Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (2010), e os demais todos ficaram abaixo deste índice. Ressalta-se que quanto menor o valor, mais produtivo será a atividade. Entretanto, os resultados de produtividade atingidos neste estudo, demonstram os índices de apenas uma obra, e desta forma, para serem considerados para determinação de custos e de cronograma, devem ser compilados com os dados de outras obras, para então se chegar a um valor padrão que possa ser adotado pela empresa.

Como foi citado, encontrou-se valores que representam elevada produtividade dos funcionários na obra. A diferença de 35% em relação a duração das atividades no Cronograma Base e o executado em obra, comprovam que o consumo de mão de obra tem sido menor e conseqüentemente as atividades são otimizadas. Relaciona-se estes resultados ao entrosamento das equipes, habilidade dos funcionários, às boas condições climáticas e a circunstâncias favoráveis como a disponibilidade de materiais, equipamentos e ferramentas.

Por fim, a análise através do gerenciamento de projetos demonstrou os fatores conflitantes entre as restrições. Com o custo e qualidade como os drivers do projeto, as análises precisam ser executadas em cima disso, adaptando as demais restrições, até que todos os requisitos do projeto sejam cumpridos. Nota-se portanto, que o gerente de projetos deve deter de conhecimento multidisciplinar para organizar, planejar e controlar um projeto.

Recomenda-se, para futuros trabalhos, pesquisar o tema em outras obras, com diferentes metodologias de execução e outros serviços, com a finalidade de ampliar o banco de dados referente a mão de obra da região.

## REFERÊNCIAS

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **A produtividade da construção civil brasileira**. São Paulo: FGV Projetos, 2012. 34 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Estatísticas. Indicadores Industriais**. 2017. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicadores-industriais/>. Acesso em: 14 abr. 2017.

DANTAS, José Diogo Formiga. **Produtividade da mão de obra – Estudo de caso**: métodos e tempos na indústria da construção civil no subsetor de edificações na cidade de João Pessoa- PB. 2011. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

FARIA, Renato. Planejamento: cronograma físico-financeiro. **Revista Equipe de Obra**, São Paulo: Pini, 2011. Disponível em: <http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/35/artigo213994-1.aspx>. Acesso em: 15 abr. 2017.

MELO, Maury. **Gerenciamento de Projetos para a Construção Civil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010. 491 p.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos**. 5. ed. Tradução: PMBOK® (Project Management Body of Knowledge) Guide. EUA: Newton Square, 2013.

TABELAS DE COMPOSIÇÃO DE PREÇOS PARA ORÇAMENTOS. 13. ed. São Paulo: PINI, 2010.

