



ISSN: 2447-5580

# ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO ESPÍRITO SANTO

## ANÁLISIS OF PRODUCTIVITY LABOR IN CONSTRUCTION: A CASE STUDY IN A COMPANY OF ESPÍRITO SANTO STATE

**Sandro Rocha Soares<sup>1</sup>; Bruna Campanharo Batista<sup>2</sup>; Rodrigo Randow de Freitas<sup>3</sup>**

- 1 Bacharel em Engenharia de Produção. UFES, 2015. Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. [srochasoares@gmail.com](mailto:srochasoares@gmail.com).
- 2 Graduanda em Engenharia de Produção. UFES, 2016. Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES. São Mateus, ES. [bcampanharo@gmail.com](mailto:bcampanharo@gmail.com).
- 3 Doutor em Aquacultura. FURG, 2011. Universidade Federal de Rio Grande – FURG. Rio Grande, RS. [digorandow@ig.com.br](mailto:digorandow@ig.com.br)

**Recebido em: 18/05/2016 - Aprovado em: 28/06/2016 - Disponibilizado em: 15/07/2016**

*RESUMO: Um grande desafio para as empresas, principalmente com o aumento da competitividade, é a diminuição dos custos, a continuidade deste objetivo implica na consolidação da empresa no mercado. Na construção civil não é diferente, a produtividade figura para o setor como um fator importante na busca pela diminuição de custo das empresas. Na construção civil, mais especificamente na produtividade da mão de obra, é onde as maiores perdas são verificadas. Um grande número de atividades é ditado pela mão de obra, que é o recurso mais difícil de ser controlado. Geralmente, os gestores não fazem um controle adequado do processo produtivo relacionado à mão de obra, diminuindo com isso sua eficiência. Com isso, métodos de controles de produtividade da mão de obra foram criados para tentar auxiliarem as empresas detectarem possíveis falhas ao fim de um determinado processo produtivo. Sendo que, o método de controle mais usual, é chamado Razão Unitária de Produtividade, em que é feito o acompanhamento constante da obra, mais especificamente, no serviço da obra desejado, com isso ao fim desses serviços, índices de produtividade serão calculados para análises. Nesse contexto, o estudo visa analisar a relação entre produtividade e mão de obra durante as etapas de construção da infraestrutura/fundação e estrutura de um empreendimento localizado no norte do estado do Espírito Santo.*

*Palavras-chave: produtividade; construção civil; mão de obra; razão unitária de produtividade.*

*ABSTRACT: A major challenge for companies, especially with the increase in competitiveness is the reduction of costs, the continuity of this objective implies a company's consolidation in market. In construction, it isn't different, productivity for the sector is an important factor on search for reduction of companies's cost. In construction, more specifically in the labor productivity, it is where the biggest losses happened. A large number of activities is dictated by the labor, which is the most difficult to control feature. Generally, managers do not do an adequate control of the production process related to labor, reducing its efficiency. Thus, methods of labor productivity controls were created to assist companies identify possible failures at the end of a given production process. Since the most common control method is called Unitary Reason Productivity, which is made constant monitoring of the work, more specifically, in the service of desired work with it to the end of these services, productivity indices are calculated for analysis. In this context, the study aims to analyze the relationship between productivity and labor during the stages of construction of infrastructure/foundation and structure of an enterprise located in the northern state of Espírito Santo.*

*KEYWORDS: Article. Formatting. Revista BJPE.*

## INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira após décadas de baixo investimento em infraestrutura e habitação exerce papel importante na receita e desenvolvimento do país. Com ele, são evidenciados grandes desafios, um deles que merece relevância é o da produtividade, que busca produzir mais e melhor a partir de uma combinação correta de recursos (SIMÃO, 2012).

Em 2014, a maior parcela da renda da cadeia produtiva – 61,0% ou R\$ 224 bilhões – foi gerada no setor da construção, que considera tanto as produções das construtoras, que executam obras ou etapas das obras de engenharia, quanto autogestão, autoconstrução e reformas (FIESP, 2015). A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) reforça a importância do setor informando que ele gera quase quatro milhões de empregos diretos. Fatos que salientam a importância de investir em aprimoramento da produtividade e no aumento do nível de competitividade no mercado, por parte das empresas.

Segundo Guerrini, Tauk e Sacomano (1997), as construtoras brasileiras têm buscado no exterior a eficiência que não conseguiram no Brasil, com a intenção de racionalizar custos e melhorar a produtividade. Nesse contexto, o aumento da eficiência no processo produtivo surge como um constante objetivo para as empresas da construção civil, com o intuito de garantir a lucratividade e conseqüentemente a permanência no mercado (SPINELLI, 2006).

Na busca pela evolução do processo, as empresas esbarram na falta de conhecimento em relação à eficiência das atividades produtivas, ocasionada pela falta de um controle adequado. A partir do conhecimento do desempenho da empresa é possível realizar análises e detectar falhas ocasionadas e

potenciais. Por exemplo, a falha pelo desperdício no serviço prestado pela mão de obra contratada.

Assim, para estudar a produtividade na construção civil, o método de controle diário que estuda a Razão Unitária de Produtividade pode ser respaldado pelo índice de produtividade da mão de obra, ambos aplicados com o intuito de identificar falhas e propor melhorias nas atividades de fôrma, armação e concretagem nas etapas de construção da infraestrutura/fundação e estrutura.

## A PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Porter (1999) conceitua produtividade como sendo o valor gerado por um dia de trabalho e por unidade de capital ou por recursos físicos utilizados. Também relata a fronteira da produtividade como sendo o valor máximo que uma empresa é capaz de gerar, utilizando todas as melhores práticas disponíveis num determinado momento, em termos de tecnologia, técnicas gerenciais, habilidades e insumos de terceiros e conseqüentemente buscando o máximo de eficiência.

Dessa forma, para obtenção de uma boa eficiência na gestão da produção da empresa, é necessário conhecer o nível de desempenho possível a ser alcançado. Com isso, os gestores terão subsídios para identificar possíveis falhas e saber o momento exato de tomar atitudes corretivas em relação ao processo (ARAÚJO, 2000).

Borges (2008) diz que o processo de produção da construção civil possui dois modelos: o tradicional, em que pilares e vigas de concreto estruturam a construção e tijolos fecham as paredes; e o modelo de construção pré-moldado que pode ser de aço, madeira ou concreto. Este último, forma um arcabouço que recebe

painéis (de gesso ou concreto) ou blocos (cerâmicos, sílico-calcários e etc) de fechamentos industrializados.

O mesmo autor exemplifica, o processo de construção do edifício tradicional, que tem início com os serviços gerais, que incluem a providencia de banheiros, refeitórios, almoxarifados e escritório para o canteiro de obras, para então começar o preparo do terreno. É importante a contratação prévia do serviço de execução da sondagem do terreno e do levantamento topográfico para checar a necessidade ou não da contratação do serviço de terraplanagem.

Após o estudo e preparo inicial do terreno, de acordo com Gomes (2006) é possível iniciar a etapa de infraestrutura/fundação da obra, responsável pela solidez do empreendimento, e pode ser feita de maneira direta e indireta: a fundação direta é para terrenos firmes que possibilita uma fundação rasa de até 1,5 metros, a fundação indireta é para terrenos inseguros e ultrapassa os 3 metros de profundidade.

Ainda de acordo com Gomes (2006), a etapa de fundação que é realizada abaixo do nível do terreno, pode ser dividida em três serviços: fôrma, fôrma de chapa compensada resinada; armação, fornecimento, dobragem e colocação em fôrma; e concretagem, fornecimento, preparo e aplicação de concreto.

O serviço de fôrma utiliza uma estrutura de madeira para dar forma ao concreto fresco na geometria desejada, dá à superfície de concreto a textura requerida e sustenta o concreto fresco até que consiga a resistência para o auto suporte. Ela servirá de apoio para o posicionamento da armação (BARROS e MELHADO, 2006).

A aplicação das armações consiste no corte, dobra da armadura (ou aço) e montagem da mesma dentro das fôrmas, que tem a função principal de absorver as tensões de tração e ajudar a aumentar a capacidade resistente das pincas ou componentes que estão resistindo a compressão (BARROS e MELHADO, 2006).

Finalizando, quanto ao processo de fundação a concretagem é o último serviço de um ciclo de execução da infraestrutura/fundação. A concretagem pode ser feita de três maneiras, dependendo do tipo do serviço e de acordo com a sua execução: concreto usinado com lançamento bombeado; o concreto usinado com lançamento manual; e concreto moldado in loco, com suas utilizações dependentes do tipo de construção (GOMES, 2006).

Ao final da execução dos três serviços (fôrma, armação e concretagem) é consolidada a sapata, elemento tridimensional que têm a finalidade de transferir para o terreno as ações oriundas de pilares ou paredes, durante a etapa da fundação (ALVA, 2007).

Após todos os pilares especificados estiverem prontos no projeto de fundação, inicia-se a etapa de estrutura da obra que é constituída novamente pelos serviços de fôrma, armação, concretagem, que se diferem dos serviços da fundação por serem realizados ao nível do terreno. A etapa de estrutura contém ainda o serviço de acabamento que inclui instalações, pinturas e revestimentos (FALCÃO, 2001).

Após a etapa de construção da estrutura, a próxima etapa é a de alvenaria, que é definido como o conjunto de pedras, de tijolos, com argamassa ou não, que forma paredes, muros e alicerces. Quando esse conjunto sustenta o empreendimento, é chamado de alvenaria estrutural. Já a etapa de cobertura se caracteriza pela implantação do telhado, com o objetivo de proteger do sol, chuva e vento, funcionando como uma espécie de moldura e tendo o poder de completar ou até definir o estilo da casa (MELO et al, 2011).

As próximas etapas são as instalações hidráulica e elétrica, que geralmente necessitam da contratação de serviço especializado para formular o projeto e uma mão de obra especializada para executar os serviços. Já a etapa de impermeabilização, caracteriza a aplicação de soluções arquitetônicas que ajudam a manter o empreendimento seco e contribuir para o

isolamento térmico. Incluem ações como beirais largos que livram as paredes das chuvas, pés direitos altos e aberturas suficientes que melhoram a circulação do ar (GUIA DA CONSTRUÇÃO, 2012).

Para a etapa final da obra, fazem parte os serviços de esquadria, instalação de portas, janelas e venezianas, serviços de revestimentos e acabamentos, que são destinados ao piso, parede e aplicação da cerâmica, instalação dos vidros e pintura, e finalizando com os serviços complementares como limpeza da obra e jardinagem (COSTA, 2013).

Portanto, fica claro que a construção civil possui todos os quesitos básicos para servir como base de estudo sobre produtividade. Podendo ser caracterizada como um sistema produtivo cujas entradas são os recursos físicos a serem utilizados (materiais, equipamentos e mão de obra) e saídas são os resultados dos processos (a obra concluída ou uma etapa dela) (ARAÚJO, 2000).

Diversos autores, ao discutirem produtividade têm dúvidas em relação à maneira de como calcular e quais indicadores utilizar. Com isso, é necessário padronizar essa medida para que se torne um método palpável a todos os profissionais da área da construção civil (SOUZA, 2006).

Um dos indicadores utilizados é o denominado Razão Unitária de Produtividade (RUP) que, de acordo com Espinelli (2006), relaciona o esforço humano avaliado em Homem x hora (Hh), com quantidade de serviço realizado (Q).

$$RUP = (Hh)/Q \quad (1)$$

Em que:

RUP = razão unitária de produtividade

H = homens inseridos na avaliação do serviço

h = quantificação das horas de trabalho a considerar.

Q = quantidade produzida no serviço determinado.

Nota-se na equação 1, que a produtividade se tornará deficitária quanto maior o valor da RUP. Pode-se analisar a RUP sob diferentes aspectos, por exemplo, quando as medidas calculadas são referentes a um dia de trabalho, temos a “RUP diária”, que serve para indicar o índice de produtividade do tempo determinado; a “RUP cumulativa” que apresenta a produção acumulada por cada dia de serviço, e tem como objetivo acompanhar o andamento daquele determinado serviço no longo prazo; a “RUP cíclica” que é calculada e analisada após o término de um determinado ciclo do serviço (SOUZA, 1996).

As variáveis supracitadas são comparadas à “RUP potencial”, que representa o desempenho ótimo do serviço e é passível de ser repetido. As RUP's potenciais dos serviços estudados foram coletadas em três fontes diferentes: Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO), livro impresso e publicado pela base de dados PINI para orçamentos com informações e critérios de maior credibilidade na indústria da construção civil nacional; Instituto de Obras Públicas do Estado do Espírito Santo (IOPES), autarquia estatal que realiza estudo em obras do estado do Espírito Santo, executadas por empresas da região, portanto, apresenta índices de produtividade para auxiliar no controle dos gestores que atuam no estado; e o RUP potencial definido por índice da própria obra analisada.

A Figura 1 demonstra através de exemplo três formas de análises da produtividade. Os pontos mais altos representam dias de produtividade muito ruim, enquanto os pontos abaixo do tracejado da RUP potencial, se referem a dias em que a produtividade superou o ótimo para a situação estudada.

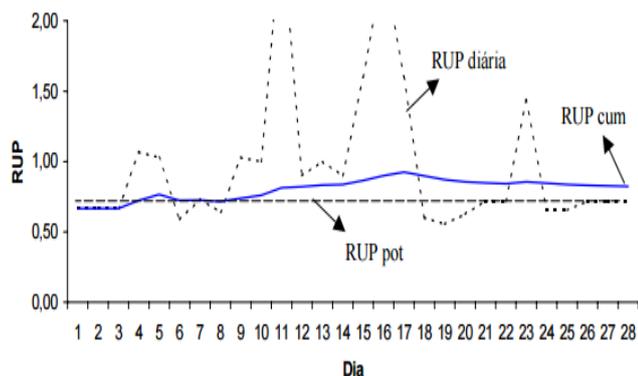


Figura 1 - Diferentes tipos de RUP

Fonte - Souza e Araújo (2012).

De acordo com Souza e Araújo (2002), partir dos índices de RUP's pode-se calcular o indicador de perda de produtividade, com o intuito de ajudar a avaliar a gestão de um determinado tipo de serviço de uma construção (Equação 2).

$$PPMO = \frac{(RUP_{cumulativa} - RUP_{potencial}) \times 100\%}{RUP_{potencial}} \quad (2)$$

Em que:

PPMO = perda de produtividade da mão de obra.

Existem eventos que podem causar variação na produtividade se persistirem por tempo significativo, são as anormalidades externas, e podem ser fora de controle, como as chuvas, ou sob controle, como falta de diferentes materiais durante a execução. Apesar de reconhecer que tais anormalidades tenham efeito no RUP acumulativo, elas serão desconsideradas para o estudo de análise e medição da produtividade em relação à mão de obra.

Desse modo, o presente artigo busca produzir previamente um embasamento teórico para futuras pesquisas e, por conseguinte o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia em um estudo de caso.

## METODOLOGIA

A abordagem deste trabalho, sob o ponto de vista de sua natureza, é classificada como estudo de campo, pois tem o objetivo de estudar a interação entre as variáveis do processo produtivo da empresa em estudo. Foi desenvolvida por meio da observação direta das atividades, no próprio local em que ocorreram os fenômenos, portanto, pode-se afirmar que foram obtidos resultados fidedignos (GIL, 2006).

A pesquisa teve caráter explicativo, no que se refere aos seus objetivos, uma vez que além de registrar e analisar os fenômenos estudados buscou-se identificar causas, por meio da aplicação do método experimental/matemático. Já em relação aos procedimentos técnicos, o trabalho se enquadrou como uma pesquisa-ação, que, além de compreender, visa intervir na situação, com vistas a modificá-la (SEVERINO, 2007).

O estudo foi desenvolvido em uma obra situada em Vitória, ES, construída por uma empresa familiar de grande porte (mais de 100 funcionários), segundo a classificação do Serviço Brasileiro de Apoio as Micros e Pequenas empresas (SEBRAE).

A pesquisa contou com seis procedimentos que incluíam a observação que segundo Severino (2007), se mostra fundamental para qualquer tipo de pesquisa, visto que permite acesso aos fenômenos estudados. Os procedimentos foram:

- a) Levantamento de custos por etapa da obra;
- b) Definição dos processos principais que terão seus estudos aprofundados;
- c) Detalhamento das atividades executadas de forma a facilitar a identificação e contabilização da mão de obra encarregada.
- d) Quantificação da carga horária total trabalhada com marcação dos horários de início e término das

atividades que os trabalhadores efetivamente produziram;

e) Cálculo do total produzido por cada colaborador no período de horas registrado; e

f) Técnicas de observação e documentação de fatores externos (preenchimento de uma planilha diária).

Esta documentação pode ser vista no formato de relatórios criados pela empresa sobre assuntos pertinentes ao interesse do pesquisador.

A partir desses procedimentos foi possível calcular as RUPs diárias, as RUPs acumuladas e criar gráficos para facilitar a análise. O diagnóstico contou com o respaldo do índice de PPMO, que foi calculado escolhendo como RUP potencial a que mais se aproximasse da RUP média da atividade.

## A EMPRESA E INFORMAÇÕES SOBRE A OBRA ANALISADA

O método de análise da produtividade será aplicado em uma obra que está sob responsabilidade de uma empresa já consolidada no mercado em que atua há 28 anos. Esta atende a todos os municípios do estado do Espírito Santo, principalmente Vitória, Guarapari, Nova Venécia e São Mateus.

A quantidade de colaboradores e especialidades que cada obra necessita varia de acordo com o tamanho do empreendimento, que será definido pelo engenheiro responsável, mas no geral, para a construção de obras tradicionais (sem a utilização de pré-moldados), são utilizados carpinteiros, armadores, pedreiros e auxiliares de serviços, os quais exercem toda função operacional do início ao fim da construção da obra.

Na Tabela 1, segue o cronograma de execução das etapas da obra, juntamente com o cronograma dos serviços das etapas de infraestrutura/fundação e estrutura, de acordo com o projeto da construção do empreendimento.

Nota-se pelo quadro do cronograma de execução da obra que as etapas de infraestrutura/fundação e estrutura, são as que demandam mais tempo para serem finalizadas em relação ao total da obra e as outras etapas tem alta relação de dependência em com elas para terem seus serviços iniciados, demonstrando a importância de um trabalho bem executado e que atinja as metas estabelecidas.

Para dar sustentação à importância dos serviços de infraestrutura e estrutura para a obra analisada, foi observado no levantamento de custo que os maiores gastos também estão relacionados a essas etapas. Sendo que a atividade de estrutura da obra é responsável por 23,42% do custo total, que representam pouco mais de R\$ 890.000,00, enquanto a infraestrutura, teve gasto que ultrapassou os R\$350.000,00, o equivalente a 9,23%.

Tabela 1 - Cronograma de execução das etapas e serviços da obra

Obra: prédio comercial		
Item	Etapas	Dias
1	Serviços Gerais	15
2	Infraestrutura	100
2.1	Fôrma	45
2.2	Armação	30
2.3	Concretagem	25
3	Estrutura	165
3.1	Fôrma	75
3.2	Armação	60
3.3	Concretagem	30
4	Alvenaria	30
5	Cobertura	30
6	Instalação Hidráulica	45
7	Instalação Elétrica	45
8	Impermeabilização	40
9	Esquadrias	30
10	Revestimento/Acabamento	35
11	Vidros	40
12	Pintura	30
13	Serviços complementares	15

Fonte - Autor, 2016.

Após demonstrar a importância das etapas de infraestrutura e estrutura através de dados do projeto fornecido pela empresa, foram necessárias informações mais específicas das duas etapas que

serviram de base para aplicar o método RUP. As mesmas foram reunidas na Tabela 2 com dados relativos ao serviço de fôrma, armação e concretagem das etapas de infraestrutura/fundação e estrutura.

Tabela 2 - Dados referentes aos serviços para as etapas de infraestrutura/fundação e de estrutura

Serviços	Unid	Quant. total a produzir	Quant. Colaborador.
<b>INFRAESTRUTURA/FUNDAÇÃO</b>			
<b>Fôrma</b>	M <sup>2</sup>	821,21	3 Carpinteiros
<b>Armação</b>	Kg	18.147,60	4 Armadores
<b>Concretagem</b>	M <sup>3</sup>	401,54	3 Pedreiros
<b>ESTRUTURA</b>			
<b>Fôrma</b>	M <sup>2</sup>	4.030,86	8 Carpinteiros
<b>Armação</b>	Kg	32.170,30	4 Armadores
<b>Concretagem</b>	M <sup>3</sup>	474,51	4 Pedreiros

Fonte - Autor, 2013.

O tempo de finalização dos três serviços que serão estudados foi definido pelo engenheiro responsável pela obra, e apresentado na Tabela 1 como os itens 2.1, 2.2, 2.3 para os serviços de infraestrutura/fundação e 3.1, 3.2 e 3.2 para estrutura.

A quantidade máxima de horas trabalhadas (efetivamente produzindo) para cada colaborador por dia são de 9 horas, porém nem todos os dias o colaborador trabalhará o máximo do tempo permitido. Em certos dias poderá haver situações inesperadas que atrapalhe a quantidade de horas trabalhadas pelo operário, como por exemplo, chuvas, ausência por doença e falta de material.

Os resultados obtidos da obra em foco foram comparados aos RUPs potenciais de produtividades dos serviços fornecidos pelo TCPO, pelo IOPES e pela empresa estudada, os valores de índices de cada organização são apresentados com a unidade homem x hora/quantidade produzida (Hh/Q) na Tabela 3.

Outra consideração deve ser feita é em relação ao salário do operário, se o mesmo trabalhar todos os dias letivos do mês, ele obterá um salário mensal de R\$1.200,00, com isso o custo total planejado de mão de obra para a etapa de construção da infraestrutura (100 dias) é de R\$ 40.000,00 e para a etapa de estrutura (165 dias) é de R\$ 79.200,00.

Tabela 3 - Índices ideais de produtividade (Hh/Q)

	Fôrma (m <sup>2</sup> )	Armação (Kg)	Concretagem (m <sup>3</sup> )
<b>TCPO</b>	0,72	0,062	1,65
<b>IOPES</b>	1,34	0,058	2,13
<b>Empresa</b>	1,40	0,054	2,25

Fonte - Autor, 2013.

A partir de todas as considerações e após serem coletados dados diários em relação à mão de obra para o serviço de fôrma, armação e concretagem nas etapas de infraestrutura/fundação e estrutura, os dados serão analisados separadamente em relação a cada serviço. Dessa forma, serão apresentados nos três próximos tópicos a RUP e o PPMO do serviço em questão para as duas etapas estudadas.

### SERVIÇO DE FÔRMA

Em relação aos índices ideais mostrados na Tabela 3, os índices propostos pelo IOPES (1,34 Hh/m<sup>2</sup>) e pela empresa (1,40 Hh/m<sup>2</sup>) em que foi aplicado o estudo, apresentaram valores pouco abaixo quando comparado a RUP média deste serviço na etapa de infraestrutura, 1,46 Hh/m<sup>2</sup>, calculada por meio dos 51 índices de RUP diário. O mesmo serviço para a etapa de estrutura apresentou desempenho mais defasado com a média da RUP em 1,53 Hh/m<sup>2</sup>, calculado por meio dos 88 índices diários.

Porém, o valor proposto pela TCPO (0,72 Hh/m<sup>2</sup>) apresenta um índice de produtividade muito abaixo do encontrado, destacando-se dos demais índices comparativos, isto é justificado pelo fato da TCPO realizar um estudo que abrange construções de vários

tamanhos e em diferentes regiões do Brasil, ao contrário do IOPES e do índice fornecido pela empresa, que apresentam seus índices por meio de estudos feitos apenas nas construções situadas no estado do Espírito Santo e obras da própria empresa, assim o RUP fornecido pela IOPES se adequou ao índice encontrado para o serviço de fôrma. Os índices para essa atividade em relação às duas etapas foram reunidos para a elaboração do Gráfico 1.

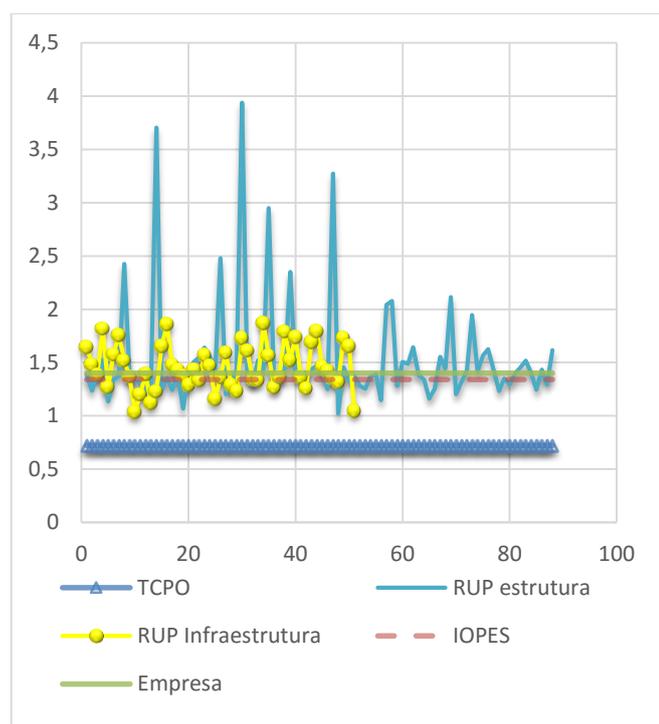


Gráfico 1 - RUP diária (Hh/m<sup>2</sup>) em dias para o serviço de fôrma

Fonte – Autor, 2016.

O cronograma para finalização do serviço de fôrma (Tabela 1) na etapa de infraestrutura/fundação, que aponta 45 dias, não foi atendido. A mão de obra contratada conseguiu terminar o serviço em 51 dias, prejudicando o andamento da construção.

Nesta etapa, vista em amarelo no Gráfico 1, é observado a existência de picos, quatro deles apresentaram índices de produtividade acima de 1,8 Hh/m<sup>2</sup>, valores muito acima da média dos demais índices encontrados. Eles ocorreram em função das chuvas nesses dias, prejudicando a produção diária

além da falta de material que afetou a continuidade da produção em um dia de serviço.

Com isso, se forem desconsiderados os cinco dias de serviços que obtiveram produtividade abaixo da normalidade, devido a fatores externos ao da mão de obra, pode-se considerar o serviço de fôrma para esta etapa como sendo conforme o programado. Apesar da maioria dos dias apresentar índices maiores que o ideal, ou seja, de baixa produtividade, a alta produtividade foi compensada em outros dias de serviços, produzindo acima do normal, como em três dias que os índices foram menores que 1,2 Hh/m<sup>2</sup>.

Já para a etapa de estrutura, visto em azul no Gráfico 1, os picos gerados destoam da maioria. Seis deles foram gerados em função da chuva, momentos em que a RUP ultrapassou a marca de 2 Hh/m<sup>2</sup>. Em outros quatro dias ocorreu falta do material necessário para a execução do serviço, neste caso, especificamente, foi ocasionado pela falta de fôrmas de madeira que não foram entregues pelo fornecedor no tempo hábil, gerando ociosidade no pátio de obra e consequentemente RUP's não conforme com o planejado. Portanto totalizaram dez dias de serviços prejudicados por fatores externos ao da mão de obra.

Com isso, o planejamento de término do serviço que seria de 75 dias, de acordo com o cronograma, não foi atendido, sendo finalizado em 88 dias.

Ao se descontar os dez dias de serviços prejudicados por fatores externos, alcançasse 78 dias de produção, três dias a mais que o planejado. Porém, considera-se que as expectativas da empresa foram atendidas, uma vez que as RUP's diárias são próximas dos índices ideais que foram utilizados para comparação.

Para apoiar a análise, o Gráfico 2, fornece a porcentagem de Perda de Produtividade de Mão de Obra, calculado pela Equação 2 e tendo como RUP potencial a fornecida pela IOPES.

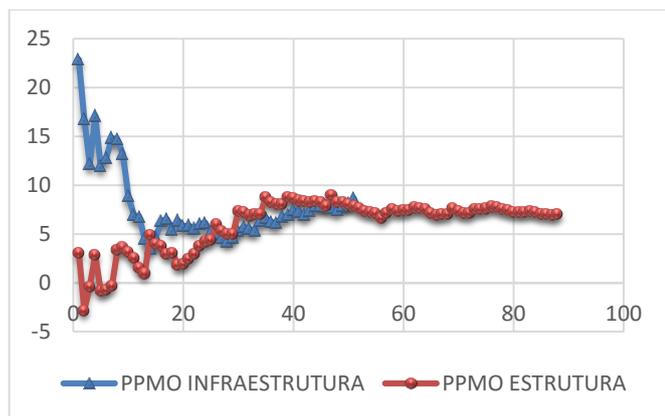


Gráfico 2 - Perda de Produtividade da Mão de Obra (%) para o serviço de fôrma

Fonte – Autor, 2016.

Para a etapa de infraestrutura/fundação, em azul, identificou-se que a perda de produtividade foi diminuindo com o passar do tempo, confirmando o fato de que a execução do serviço de fôrma foi se adequando ao ideal de acordo com o andamento da obra. Enquanto, para a etapa de estrutura, o início do serviço estava em ótimo andamento quando os picos de produtividade, proporcionado pelos fatores externos fizeram com que a PPMO aumentasse.

### 4.3 SERVIÇO DE ARMAÇÃO

O serviço de armação da etapa de infraestrutura, em amarelo no Gráfico 3, foi finalizado em 39 dias, não sendo conforme o programado pelo planejamento que seriam 30 dias. Notou-se que 24 dos 39 índices diários encontrados, estão acima de todos os índices ideais de comparação, ou seja, cerca de 60% do tempo de serviço foi produzido abaixo da normalidade.

Salvo dois dias de serviço, todos os outros tiveram produção diária abaixo do planejado (produção de 604,92 Kg por dia), sendo que, constatou-se que a produtividade foi prejudicada por fatores externos como a chuva, apenas em três dias.

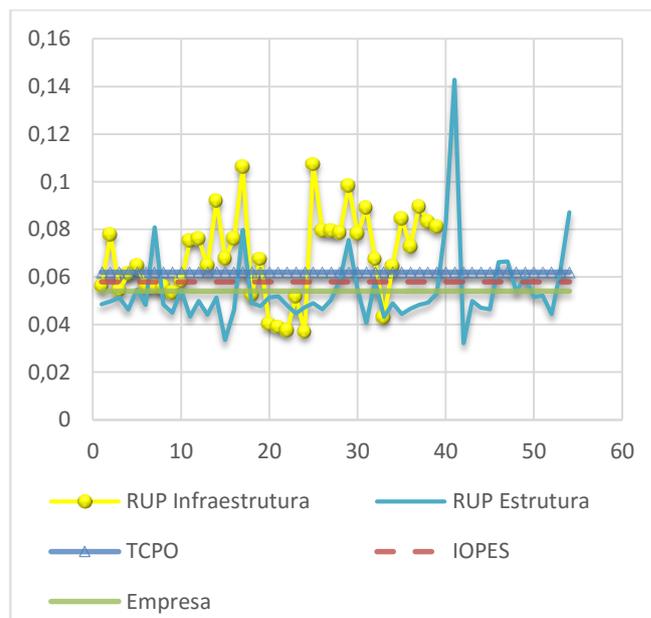


Gráfico 3 - RUP diária (Hh/m²) em dias para o serviço de armação

Fonte - Autor, 2016.

A execução do serviço de armação teve um cenário completamente diferente em relação à etapa de estrutura. Nesta, os picos mais altos apresentados correspondem a dois dias que houve chuva que dificultaram a produtividade, e outros dois dias que houveram falta de material, ocasionando ociosidade da mão de obra, nesse caso, falta da matéria prima ferragem utilizada na armação. Originando índices de produtividade acima dos três propostos para comparação.

Mas de forma geral, o processo de armação para a estrutura foi melhor do que o esperado pela própria empresa, o que foi refletido no tempo de serviço que estava programado para 60 dias e foi realizado em 54, considerando os dias prejudicados pelos fatores externos. A diferença de desempenho dos serviços nas duas etapas pode ser vista no Gráfico 4.

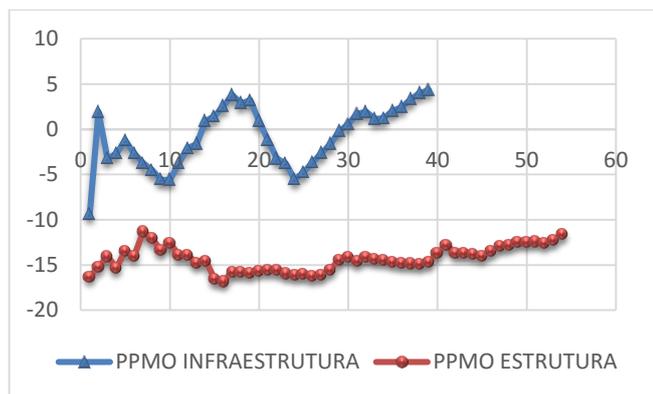


Gráfico 4 - Perda de Produtividade da Mão de Obra (%) para serviço de armação.

Fonte – Autor, 2016.

A PPMO do serviço de armação para a etapa de infraestrutura/fundação, em azul no Gráfico 4, foi feito em relação ao índice ideal fornecido pelo TCPO. Observou-se que a porcentagem de perda de produtividade no decorrer da produção não diminuiu com o tempo. Notou-se, entretanto, a formação de três picos e dois vales, portanto, os quatro armadores que foram destinados para o serviço não o executaram de forma adequada, e atrasaram o cronograma.

Para a etapa de estrutura a PPMO foi calculada em relação ao índice fornecido pelo IOES, que é menor que o fornecido pelo TCPO, indicando que as obras do Espírito Santo têm maior produtividade neste serviço em relação às obras do Brasil.

Através do Gráfico 4, em vermelho, é possível confirmar que a execução do serviço de armação foi além das expectativas, pois durante todo processo além de não ter perdas de produtividade durante os dias, na maioria dos dias foi produzido mais que o estipulado pela empresa, gerando porcentagens negativas da PPMO.

#### 4.4 SERVIÇO DE CONCRETAGEM

No último serviço da infraestrutura/fundação, as chuvas prejudicaram em três dias a execução da atividade, como pode ser visto por meio dos três picos em

amarelo do Gráfico 5, que resultou em índices de produtividade de 2,70Hh/m<sup>3</sup>, 2,85 Hh/m<sup>3</sup> e 2,82 Hh/m<sup>3</sup>.

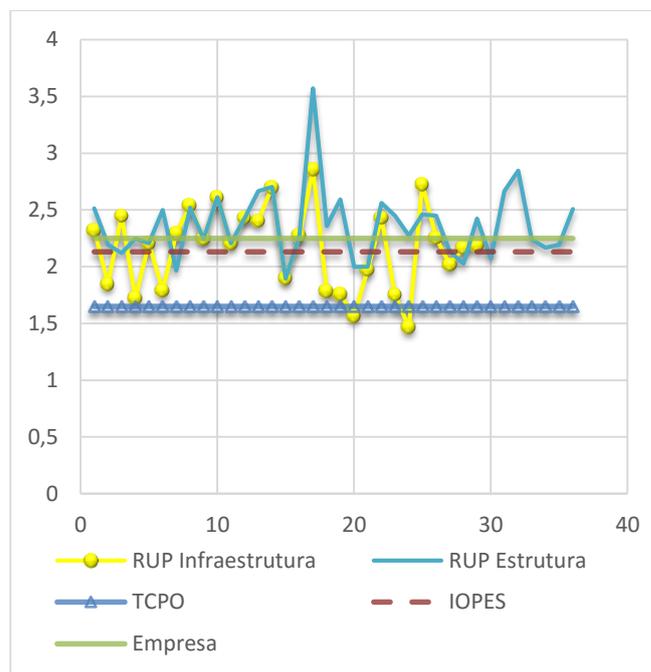


Gráfico 5 - RUP diária (Hh/m<sup>2</sup>) em dias para o serviço de concretagem.

Fonte - Autor, 2013.

Apesar desta atividade possuir grande variação de RUP, a RUP média encontrada, foi de 2,1 Hh/m<sup>3</sup>, valor próximo aos índices fornecidos pelo IOPES e pela empresa (2,13 Hh/m<sup>3</sup> e 2,25 Hh/m<sup>3</sup> respectivamente).

Com isso, ao descontar os dias prejudicados pelas chuvas, que atrapalharam a produção da mão de obra, o serviço efetivo totalizou 26 dias, tempo muito próximo do planejado através do cronograma da obra (25 dias).

Assim, a execução desta atividade para a etapa de infraestrutura/fundação foi considerada dentro do que foi estabelecido pela empresa, uma vez que, mesmo com índices de RUP distantes do ideal, muitos dias de serviço foram além das expectativas de produção, gerando um índice de RUP médio satisfatório ao fim do serviço.

Em relação à concretagem da etapa de estrutura, o cronograma foi excedido em 6 dias, incluindo os dias prejudicados por fatores externos. O pico mais alto do

Gráfico 5, em azul, foi ocasionado devido à falta de material e gerou índice de produtividade 3,5 Hh/m<sup>3</sup>. Outros três dias de trabalho foram prejudicados pela chuva, totalizando quatro dias RUP em valores exacerbados devido a fatores externos.

Com isso, o RUP médio calculado ao fim do serviço de concretagem para a estrutura, foi de 2,3199 Hh/m<sup>3</sup>, valor 0,18 Hh/m<sup>3</sup> acima do índice fornecido pelo IOPES, 0,069 Hh/m<sup>2</sup> acima do que definido pela empresa e distante cerca de 0,56 Hh/m<sup>3</sup> em relação ao índice definido pela TCPO, valor médio prejudicado pelos dias afetados por fatores externos. Se descontar os dias prejudicados, o valor médio de RUP diminuiria para 2,29 Hh/m<sup>2</sup> equivalente a 0,04 Hh/m<sup>2</sup> a mais do que a empresa considera ótimo.

O serviço de concretagem para a etapa de estrutura, chegou bem próximo ao planejado, pois se não houvesse a interferência de fatores externos, a meta estabelecida pelo cronograma seria cumprida. Porém, foi percebido que a atividade para a etapa de infraestrutura/fundação foi melhor desenvolvida do que para a etapa de estrutura, como é comprovado pela análise do Gráfico 6 que apresenta a PPMO do serviço nos dois momentos. Salienta-se que este fator foi encontrado para ambas etapas em relação ao índice fornecido pela IOPES.

No Gráfico 6, em azul, que representa a etapa de infraestrutura/fundação, é possível visualizar que 15 pontos do gráfico possuem porcentagem negativa, o que implica dizer que metade do serviço não possuiu nenhuma perda de produtividade. Em alguns dias foi produzido mais que o planejado, sendo relevante para a eficiência do serviço.

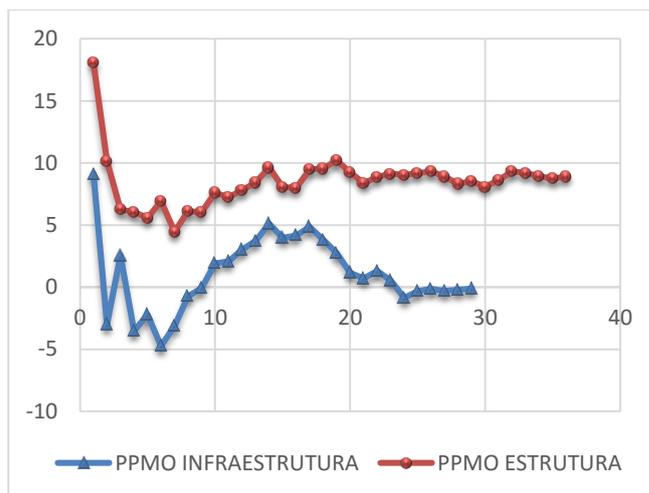


Gráfico 6 - Perda da Produtividade da Mão de Obra (%) para o serviço de concretagem

Fonte – Autor, 2016.

A concretagem para a etapa de estrutura demonstra uma produtividade constante da metade até o final. E apesar de não ter tido resultados abaixo de zero, foi uma atividade bem executada, visto que durou 32 dias, se forem descontados os dias prejudicados por fatores externos à mão de obra. Valore este, próximo do que foi havia sido estabelecido.

Librais e Souza (2002), descrevem a relação entre a produtividade e a mão de obra na área da construção civil, por meio de um acompanhamento diário e com aplicação de um método para medição de produtividade. Como resultado, concluiu que atualmente, a necessidade de mensuração de desempenho dos processos produtivos das empresas construtoras é imperativa, devido a sua relevância mediante ao significativo aumento de competitividade.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação do método do cálculo da RUP, cuja análise foi apoiada pelo cálculo da PPMO para uma obra de uma empresa do Espírito Santo, observou-se a discrepância dos valores em relação à RUP's ideais fornecidos pelo TCPO, pela IOPES e pelos estudos da própria empresa. Atingiu-se assim o objetivo do artigo ao identificar as falhas para as atividades de fôrma,

armação e concretagem das etapas de fundação e estrutura.

Essas falhas são nitidamente observadas, salientando por exemplo a necessidade do alinhamento do cronograma com as atividades dos colaboradores. Fatores externos como a chuva também não são passíveis de controle, entretanto, outras situações que prejudicam o andamento da obra como a falta de material, a ausência do colaborador e a não-conformidade do processo podem e devem ser evitados ou gerenciados.

Por fim, ressalta-se a possibilidade de utilizar esses índices como diferencial para a empresa e espera-se, a partir deste trabalho, que outras construtoras possam acompanhar seus próprios índices de produtividade e acompanhar o desenvolvimento da sua obra de forma a entregar um produto de qualidade no tempo contratado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, G. M. S. **Projeto estrutural de sapatas**. 2007. Trabalho acadêmico - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.
- ARAÚJO, L. O. C. **Método para previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Serviços Preliminares de Construção e Locação de Obras**. 2006. Escola politécnica da cidade de São Paulo. São Paulo.
- BORGES, A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CANTEIRO planejado: Como projetar e montar canteiros eficientes para otimizar a logística e organizar a produção. **Guia da Construção**, n.134, set. 2012
- COSTA, Wellington Rocha da. **Autoconstrução**. 2013. 124 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013.
- FALCÃO, A. S. G. **Diagnóstico de perdas e aplicação de ferramentas para o controle da qualidade e melhoria do processo de produção de uma etapa construtiva de edificações habitacionais**. 2001. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- FIESP. **ConstruBusiness: Antecipando o futuro**. In: **Congresso Brasileiro da Construção**. São Paulo. 2015.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2006.
- GOMES, Alberto Roland. **Formas de madeira para estruturas de concreto armado**. Práticas de Construção Civil I, São Carlos 2006.
- GUERRINI, F. M.; TAUKE, S.A.; SACOMANO, J.B. **A competitividade da construção civil brasileira**, 1997. Trabalho acadêmico – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LIBRAIS, Carlos Fabricio; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Produtividade da mão de obra no assentamento de revestimento cerâmico interno de parede**. São Paulo, 2002 São Paulo: EPUSP, 2002. 23 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/316)
- MELO, A; BARBOSA, N; LIMA, M; SILVA, E. Desempenho estrutural de protótipo de alvenaria construída com blocos de tera crua estabilizada. **2011 Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 111-124, jun. 2011.
- PORTER, M.E. **Competição: estratégias competitivas essenciais**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- SEVERINO, J. S. **Metodologia do trabalho científico**. 23. Ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.
- SIMÃO, P. S. Apresentação. **A produtividade na construção civil brasileira**: Brasília: GD7 Consultoria e Comunicação, 2012. P. 3
- SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes, **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo: Editora Pini, 2006

SOUZA, U. E. L.; ARAÚJO, L. O. C. de. Desperdício de mão-de-obra na construção: avaliação para o caso dos revestimentos internos de paredes com argamassa. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2002, Foz do Iguaçu, Paraná.

SOUZA, U.E.L. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado**. São Paulo, 1996. 280p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 1996.