



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE DE ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DE
UMA OBRA DE MÉDIO PORTE**

Aluna: Giulia de Campos Badan

Matrícula: 11521ECV032

Professor Orientador: Dogmar Antônio de Souza Júnior

Uberlândia, 23 de Novembro de 2020.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Denise e Marco Aurélio, que sempre torceram pelo meu sucesso, me incentivando e proporcionando tudo que era necessário para meu crescimento. Mesmo apesar da distância, durante esses cinco anos de faculdade sempre se fizeram presentes em todos os momentos.

Ao meu irmão João Pedro, meus avós, tios, primos e toda minha família que sempre acreditaram no meu potencial, torceram pelo meu sucesso e me incentivaram.

Acima de tudo agradeço a Deus por todas as bênçãos concedidas em minha vida e por ter me guiado e amparado em todos os momentos.

Aos meus colegas e todas as amizades construídas na UFU durante esse período, que me ajudaram e me acompanharam diariamente, todas as recordações ficarão sempre guardadas.

Por fim, ao professor Dogmar, que me ajudou e orientou durante essa etapa final da faculdade, auxiliando no desenvolvimento desse projeto.

Resumo

O setor da construção civil está em constante crescimento e com isso a busca por maior qualidade, menor custo e prazo de execução também crescem proporcionalmente. A produtividade da mão de obra nesse setor é um fator de fundamental importância, visto que impacta diretamente no prazo e no custo da obra. Este trabalho tem como objetivo analisar alguns índices de produtividade de uma obra na cidade de Uberlândia – MG, comparando com valores praticados pela construtora e os disponíveis na literatura, a fim de identificar possíveis divergências e oportunidades de melhorias. Para tanto foram medidas em campo por meio dos diários de obra, a Razão Unitária de Produção (RUP) dos serviços de corte, dobra e montagem de armação, arrasamento de estacas, execução de alvenaria, execução de reboco e assentamento de piso intertravado. Estes resultados foram analisados e comparados também com bancos de dados da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) e do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Alguns resultados obtidos para as RUPs encontram-se próximos daqueles utilizados pela construtora nos processos de planejamento de suas obras, enquanto outros apresentaram consideráveis discrepâncias. Uma das causas que provavelmente mais contribuiu para as discrepâncias foi o *layout* do canteiro de obras e a logística para transporte dos materiais.

Palavras chave: Produtividade, RUP, Planejamento.

Abstract

The construction sector is in constant growth, and as a result of that, the search for higher standards, lower costs and smaller execution times grows proportionately. Labor productivity in the construction industry is a factor of fundamental importance, since it impacts directly the time and cost of work. This work aims to analyse some of the productivity indexes of a construction work in the city of Uberlândia - MG, comparing values practiced by the construction firm and those available in the literature, in order to identify possible divergences and opportunities for improvements. For this purpose, field measurements of the Unit Production Rate (UPR) were done based on the construction diaries. UPRs measurements of the following activities were taken: cutting services, folding and frame assembly services, cutting off steel, masonry, plastering and interlocking floors lay off. These results were analysed and also compared with the databases of Budgeting Price Composition Table (BPCT) and the National System of Research on Costs and Indices of Civil Construction (NSRCICC). Some results obtained for the UPRs were close to those used by the construction company in during its planning processes, while others showed considerable discrepancies. Probably one of the main causes for discrepancies was the layout of the construction site and the logistics for transporting the materials.

Key words: Productivity, UPR, Planning.

Lista de Figuras

Figura 1 – Esquematização da definição de produtividade	10
Figura 2 – Layout da implantação do empreendimento	13
Figura 3 – Destaque das áreas destinadas ao assentamento piso intertravado	19
Figura 4 – Caminho percorrido entre o canteiro de obras e o prédio do Refeitório	23

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Dados para medição da RUP	14
Tabela 2 – Cálculo da RUP para o serviço de corte e dobra de aço.....	16
Tabela 3 – Cálculo da RUP para o serviço de arrasamento de estacas	17
Tabela 4 – Cálculo da RUP para o serviço de execução de alvenaria.....	18
Tabela 5 – Cálculo da RUP para o serviço de assentamento de piso intertravado.....	19
Tabela 6 – Cálculo da RUP para o serviço de reboco	20
Tabela 7 – Resumo dos valores das RUPs calculadas e obtidas na literatura	21

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1. Produtividade.....	9
2.2. Razão Unitária de Produção - RUP	10
2.3. Fatores influenciáveis.....	12
3. METODOLOGIA.....	12
4. RESULTADOS	15
4.1. Corte e dobra de aço	16
4.2. Arrasamento de estacas	17
4.3. Alvenaria	17
4.4. Assentamento de piso intertravado.....	18
4.5. Reboco.....	20
4.6. Sintetização dos resultados.....	20
4.7. Análise dos resultados	22
5. CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

No canteiro de obras, a medição da produtividade da mão de obra deve ser constantemente efetuada, permitindo assim a identificação de problemas, a análise de tendências, a previsão de prazos e a realização de cronogramas com mais precisão.

Entretanto, com o objetivo de reduzir os custos de produção, as empresas têm optado significativamente nas últimas décadas em terceirizar parte dos serviços para empreiteiras, perdendo assim parcialmente o controle da produtividade e da qualidade. Diante deste cenário entende-se que é vital que as empresas reorganizem e controlem com mais eficiência os produtivos a fim de intervirem e corrigirem os desvios detectados.

Diferentemente da produção em série, a Indústria da Construção Civil possui algumas peculiaridades, uma vez que o produto é fixo, os funcionários e equipamentos são móveis e cada obra possui suas características próprias. Essa indústria é um setor da economia brasileira de extrema importância, em razão da quantidade de recursos que ela movimenta.

O setor da construção civil vem se expandindo diariamente e com isso a exigência por custos, prazos e qualidade compatíveis se fazem ainda maiores quando comparados há alguns anos (NÓBREGA, 2010). “Entretanto, esse desenvolvimento fica limitado pela questão da falta de qualificação da mão de obra, que resulta em baixa produtividade” (FORIGO, 2014).

A busca pela qualidade e atendimento às exigências dos usuários se fazem constantemente presentes no setor da construção civil, e estão intimamente relacionadas a produtividade dos funcionários (LEOPOLDO, 2015). O planejamento de muitas construtoras, é pautado em índices de produtividade de outras empresas e principalmente em índices disponíveis na literatura que acabam não representado a sua realidade. Este fato, contribui para o não cumprimento do cronograma planejado e consequentemente problemas no orçamento (NÓBREGA, 2010).

Para uma melhor avaliação e cálculo da produtividade dos serviços executados em obra devem ser considerados fatores externos influenciáveis nesse resultado, a fim de obter um número que represente o mais próximo possível a real eficiência da mão de obra. Uma estratégia importante é a coleta de dados num período mais longo pois diminui a influência pontual de algum dos fatores evitando distorções no resultado final.

Araújo e Souza (2001) já chamava a atenção para a preocupação das empresas do setor da construção civil em determinar a eficiência do processo produtivo, assim como identificar e quantificar os possíveis problemas e influências relacionados à essa perda de eficiência. As empresas esperavam com isso aumentar sua lucratividade, competitividade e assegurar sua permanência no mercado. Logo, dentro desse cenário, o gerenciamento e planejamento adequados da obra são fundamentais no caminho da industrialização e racionalização da construção.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade na execução dos serviços de corte, dobra e montagem de armação, arrasamento de estacas, execução de alvenaria, execução de reboco e assentamento de piso intertravado numa obra e compará-las com os valores teóricos utilizados pela própria construtora ou obtidos na literatura, a fim de identificar possíveis problemas nos processos executivos e oportunidades de melhorias para ganho de produtividade e qualidade e, redução de perdas. A hipótese adotada para o trabalho considerou que a produtividade dos serviços medida em obra seria igual a produtividade utilizada pela empresa no planejamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No início da última década, a construção civil no Brasil passou por um período de grande crescimento devido ao Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV e ao Programa de Aceleração do Crescimento – PAC. Grandes oportunidades foram geradas nesse período e as construtoras se viram obrigadas a investirem em mudanças nos sistemas construtivos empregados para obterem ganho de escala e volume de entrega. Leopoldo (2015) corrobora com esse entendimento ao afirmar em seu trabalho que o crescimento da indústria da construção tornou a competitividade entre as empresas cada vez maior, impulsionando a racionalização da construção para o ganho de produtividade, desempenho e qualidade.

De acordo com Alves *et al.* (2008), o planejamento dos sistemas produtivos deve ser realizado antes do início da execução de um empreendimento, visto que com isso pode-se notar possíveis focos de desperdício que podem ser futuramente corrigidos e otimizados. Entretanto, a correção destas falhas e otimização dos processos só é possível se houver efetivamente a implementação de técnicas de monitoramento e controle da obra, de maneira a permitir a comparação entre o que foi planejado e o que foi executado.

Uma das limitações corriqueiramente encontradas está relacionada à produtividade da mão de obra, sendo, necessário compreender e identificar os fatores que podem influenciar na velocidade da execução da obra (SANTOS, 2003). Identificados e mensurados esses fatores, é possível delinear estratégias para mitigar a influência negativa deles ou até eliminá-los, consequentemente, pode-se obter incrementos na produtividade dos serviços e diminuição no prazo de execução das obras.

Ter conhecimento e controle da produtividade durante a execução de cada serviço de uma obra é importante não somente para o cumprimento do cronograma, mas também para o controle do orçamento.

2.1. Produtividade

Com o crescimento do setor da construção civil e o aumento da competitividade entre as empresas desse setor, preço e qualidade são grandes diferencias, sendo, portanto, necessária à racionalização de materiais, custos e mão de obra (FORIGO, 2014). Esse setor vem sofrendo grandes transformações no decorrer dos anos, e com isso os conceitos de gestão de qualidade foram sendo disseminados. No entanto, a falta de mão de obra especializada ainda é recorrente, impactando diretamente na qualidade e na produtividade, impedido o pleno desenvolvimento do setor (LEOPOLDO, 2015).

Para Lima *et al.* (2015), a mão de obra é um recurso de extrema relevância na construção civil, pois além de representar um grande percentual em relação ao custo total da obra, refere-se a seres humanos, com problemas e necessidades que deveriam ser supridas.

Intimamente relacionada a mão de obra tem-se o conceito de produtividade na indústria da construção civil, que conforme Souza (2006) pode ser definida como “a eficiência, em termos temporais, na transformação do esforço dos trabalhadores em produtos de construção que cumpram os objetivos previstos para tal processo” conforme esquematizado na Figura 1. Para Maximiano (2011) produtividade pode ser definida como o critério de avaliação da eficiência de um processo, sistema ou organização. Por sua vez, Dantas (2011) estabelece a produtividade como a relação direta entre os recursos envolvidos no processo e o bem produzido.

Souza (2006) destacou também que o estudo e definição de produtividade da mão de obra serve para verificar o quanto foi produzido em um serviço já executado como também para obter um prognóstico para decisões de obras em execução ou futuras. Portanto, faz-se necessário introduzir métodos de monitoramento e controle durante a

execução de cada obra para no mínimo aferir se os índices de produtividade em campo dos serviços mais relevantes estão próximos daqueles utilizados nos processos de planejamento da obra.

Figura 1 – Esquemática da definição de produtividade



Fonte: Adaptado de Souza (2015)

2.2. Razão Unitária de Produção - RUP

Os índices de produtividade são parâmetros de grande relevância durante a execução de uma obra visto que por não possuir uma padronização dos processos construtivos entre as construtoras, elas acabam utilizando esses dados de diferentes formas durante a execução de orçamentos, cronogramas, planejamento e gerenciamento da obra (QUESADO FILHO, 2009).

Dentre os diversos índices utilizados para o planejamento de uma obra, tem-se a razão unitária de produção. Ele é um indicador utilizado para medir a produtividade e varia conforme a “quantificação da mão-de-obra necessária (expressa em homens-hora demandados) para se produzir uma unidade da saída em estudo (por exemplo, 1 metro quadrado de revestimento de argamassa de fachada)”, conforme Souza (2006).

Para elaboração de um bom planejamento de obra, um dos principais fatores a ser destacado é a definição da duração de cada atividade, visto que o cronograma é elaborado em função desses valores (MATTOS, 2010). Logo, durações mensuradas erroneamente podem acabar tornando o planejamento da obra distorcido, inexecutável ou sem utilidade prática para quem irá gerenciar a obra (NÓBREGA, 2010). Para Forigo (2014) é necessário estimar a produtividade por meio do cálculo da RUP, isto permite aos líderes e gestores das empresas determinar a quantidade de mão de obra necessária para realizar cada serviço.

A qualidade das Razões Unitárias de Produção – RUPs utilizadas para estimar as durações dos serviços, é vital para a elaboração de cronogramas viáveis de serem cumpridos (NÓBREGA, 2010). De acordo com o mesmo autor, o parâmetro mais comum é a utilização da composição de custo unitário no orçamento. A composição de custos pode ser definida como o processo de determinação dos custos incorridos para execução de uma determinada atividade ou serviço, conforme os requisitos previamente estabelecidos (ALVES; ARAÚJO, 2010).

Ao utilizar esta técnica o gestor entrelaça o cronograma e o orçamento da obra, visto que os índices de produtividade ou RUPs podem e devem ser considerados para a geração de ambas as informações. Por conseguinte, o controle formal dos processos executivos permite comparar o planejado com o realizado, detectando desvios e falhas.

O Sistema Nacional de Pesquisa de Índices e Custos da Construção Civil (SINAPI) é um banco de dados de composição de preço unitário gerenciado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) juntamente pela Caixa Econômica Federal (MELO FILHO, 2016). Outro banco de dados disponível no mercado é a Tabela de composições de Preço para Orçamento (TCPO) da Editora Pini.

Conforme Alves e Araújo (2010), as composições englobam dados relativos a insumos (materiais, mão de obra, equipamentos e suas respectivas unidades), índices ou coeficientes de aplicação de materiais, aplicação de mão de obra, aplicação de equipamentos, taxas, encargos e leis sociais que incidem sobre mão de obra e o Benefício e Despesas Indiretas (BDI).

A partir de observações diretas e constantes em diversas obras de várias empresas sob mesmas condições, é possível determinar essas composições. Portanto, essa é a importância de cada empresa desenvolver suas próprias composições, visto que assim os índices utilizados representariam fielmente suas características, refletindo seus indicadores reais de consumo e produção (ALVES; ARAÚJO, 2010).

Percebe-se que a Razão Unitária de Produção é de fundamental importância no planejamento e programação de serviços e materiais, pois impactam diretamente nos cronogramas, físico e físico-financeiro da obra. Portanto, investir na mensuração das RUPs permite a cada empresa verificar a eficiência dos seus processos executivos ao comparar os índices praticados no mercado e os índices da construtora.

Todavia, para que seja possível obter uma uniformidade no cálculo da RUP regras para mensuração dos dados de entrada e saída devem ser pré-determinadas, assim como o período em que o levantamento será feito.

2.3. Fatores influenciáveis

Conforme Quintans (2019) o estudo e análise da produtividade da mão de obra deve sempre considerar o contexto em que cada atividade está ocorrendo, permitindo assim, o cálculo e avaliação correta da produtividade. De acordo com Calçada (2014) e Frazzão Junior (2017), para que seja possível medir a produtividade é necessária uma metodologia de trabalho bem definida e deve-se levar em consideração diversos fatores, tais como:

- Quantidade de funcionários envolvidos na execução do serviço;
- Tempo de execução do serviço;
- Disposição e tempo de transporte do material;
- Fatores externos e climáticos;
- Definição do material utilizado;
- Definição e uso de equipamentos.

Buscando atingir um índice de forma mais precisa, este deve ser avaliado durante um período que englobe o maior número possível desses fatores, uma vez que diferentes contextos geram diferentes resultados para um mesmo produto. Com isso, após a análise desses fatores a produtividade pode ser aumentada implementando diversas ações, muitas delas podem ser simples, mas que impactam diretamente no resultado final. São exemplos de ações: contratação de mão de obra especializada, alteração no modo de execução ou mudanças sutis em algumas tarefas (FRAZZAO JUNIOR, 2017).

De acordo com a ABNT NBR 12.284:1991, o canteiro de obras pode ser definido como o conjunto de “áreas destinadas a execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em área operacionais e área de vivência”. O dimensionamento e a definição do *layout* do canteiro de obras, com foco no transporte de materiais, equipamentos, locais de trabalho e estocagem influenciam diretamente no rendimento e eficiência dos trabalhadores. Assim, o projeto do canteiro “deve facilitar o transporte dos materiais tanto na entrada da obra, como, também, para o ponto final de execução” (FRAZZAO JUNIOR, 2017).

3. METODOLOGIA

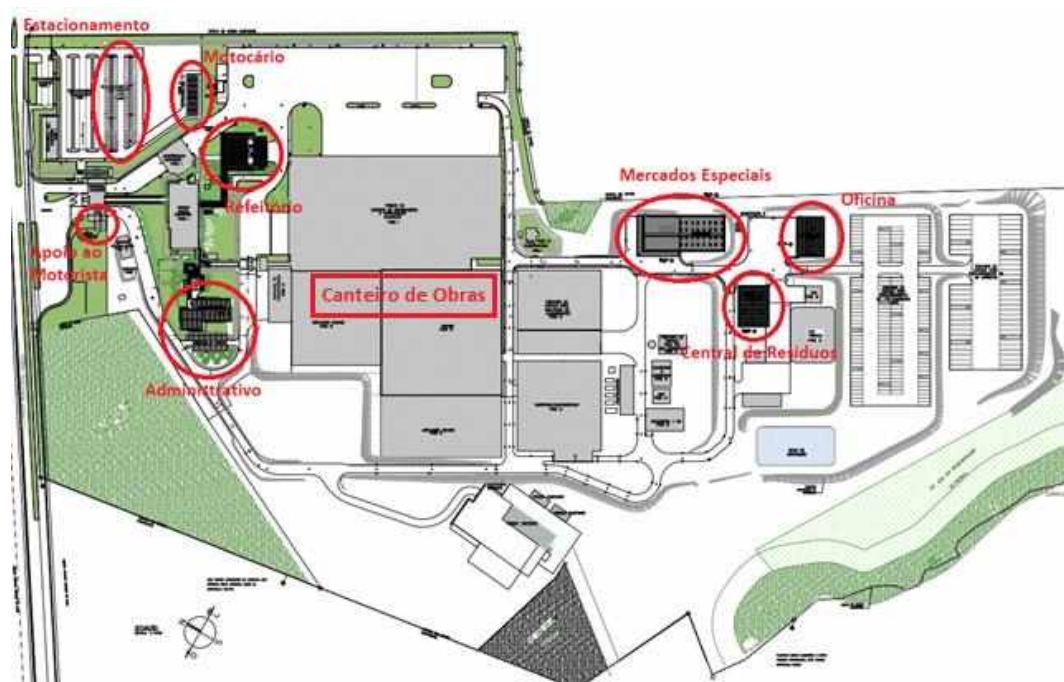
A metodologia pode ser caracterizada como um conjunto de atividades sistemáticas e racionais, de forma a alcançar o objetivo principal do trabalho. Ao se

determinar o caminho a ser seguido, vislumbra-se também os possíveis erros, o que norteia e auxilia nas decisões do cientista (MARCONI; LAKATOS, 2003).

A escolha metodológica pode ser classificada quanto à natureza da pesquisa, de forma que os estudos podem ser classificados como quantitativos ou qualitativos (QUINTANS, 2019). A abordagem quantitativa objetiva a utilização de dados estatísticos estruturados, obtidos a partir de uma extensa rede de informações, e a partir deles validar uma hipótese. Por sua vez, a abordagem qualitativa “trabalha com dados buscando o seu significado, tendo como fundamentação a percepção do fenômeno no seu contexto” (QUINTANS, 2019).

O presente estudo foi realizado na obra da ampliação de uma fábrica, localizada em Uberlândia – MG. Executada por uma construtora local que atua há mais de 30 anos no setor da construção civil em todo o território brasileiro, desenvolvendo obras de diversos setores, como residencial, comercial, hospitalar, hoteleiro, agroindustrial, usinas entre outros. A obra iniciou em novembro de 2019 e a previsão de término é fevereiro de 2021. Estão sendo executados seis prédios sendo eles Administrativo, Refeitório, Mercados Especiais, Central de Resíduos, Oficina e Apoio ao Motorista, um estacionamento externo e motocário, além de toda a área externa entre eles, que abrange toda a rede de drenagem, pavimentação, instalações elétricas e hidráulicas. Uma planta geral de implantação pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 – *Layout* da implantação do empreendimento



Fonte: adaptado de projeto cedido pela construtora (2020)

O estudo de caso foi realizado no decorrer do ano de 2020, onde puderam ser analisados alguns serviços: arrasamento de estacas, corte, dobra e montagem de armação, execução de alvenaria, reboco e assentamento de piso intertravado, todos executados por empreiteiros.

O estudo em questão é caracterizado por natureza quantitativa juntamente com a observação direta e sistemática, visto que os dados coletados foram obtidos por meio de técnicas estatísticas e medições *in locu*. Os dados utilizados foram obtidos por meio de pesquisa em diários de obras, medições quinzenais (seguindo critérios de medição da construtora) e controle de efetivo. Por meio de observações, anotações e medições em campo, foi possível o preenchimento de tabelas e cálculo do valor da RUP, representado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados para medição da RUP

Data	Local	Quantidade funcionários	Horas Trabalhadas	H.h	Qs (m²)	RUP (H.h/m²)
Período da medição						
Total						

Fonte: autor (2020)

Na primeira coluna da tabela era preenchida com as datas dos dias em que foi feita a medição. Na segunda coluna eram anotados os locais onde foi realizada a medição, para facilitar no controle, visto que se trata de uma grande obra onde estão sendo executados vários prédios. Na terceira coluna eram preenchidos com a quantidade de funcionários por dia de medição.

Na sequência, a quarta coluna corresponde ao total de horas trabalhadas por cada funcionário durante o dia. Vale ressaltar que conforme os horários da obra a carga horária é de segunda a quinta das 07:00 às 11:00 com uma hora de almoço, e das 12:00 às 17:00, e na sexta o horário vespertino é apenas até as 16:00.

A quinta coluna corresponde ao total de horas homem no período medido. Esse valor é obtido pela multiplicação entre a quantidade total de funcionários e o valor de horas trabalhadas diariamente. A penúltima coluna engloba todo o serviço executado (Qs) que foi medido e será pago na quinzena em questão. É obtido de acordo com o serviço que está sendo medido, sempre levando em consideração os critérios de medição da Construtora. Por fim, o preenchimento do valor da RUP na última coluna.

Segundo Dantas (2011), a RUP definida pela Equação 1, deve ser calculada considerando medições dos serviços executados e da quantidade de homens necessários para execução da respectiva atividade, permitindo-se com isso obter um índice de produtividade eficaz.

$$RUP = \frac{H.h}{Q_s} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- RUP – Razão Unitária de Produção;
- H – Quantidade de homens executando o serviço;
- h – Número de horas trabalhadas;
- Qs – Quantidade de serviço executado.

Outro índice de grande relevância é a RUP cumulativa, que engloba toda a soma da quantidade de horas homens e do serviço executado desde o início da obra. Dessa forma representa mais fielmente a real produtividade da obra, visto que abrange dias “bons e ruins” (CASARIN, 2013).

A execução da alvenaria era realizada por pedreiros e serventes, e na literatura as composições desse serviço consideram divergentes de índices de produtividade para cada um desses funcionários. Dessa maneira, para obter o valor da RUP da TCPO e do SINAPI foi calculada uma média ponderada, considerando o índice de pedreiro e servente em cada banco de dado, e as respectivas quantidades de funcionários.

A obtenção da RUP do SINAPI para o serviço de reboco foi efetuada de maneira similar. Primeiramente por meio da média ponderada calculou-se a RUP para o reboco interno e para o reboco externo. Por fim foi feita uma média entre os dois valores e foi determinada a RUP do SINAPI para a execução do reboco.

4. RESULTADOS

Para cada serviço analisado foi elaborada uma tabela com as quantidades de funcionários, quantidade de serviço realizado e consequentemente a RUP calculada. Por fim, as RUPs foram comparadas e analisadas com os valores empregados pela construtora e com os extraídos da literatura. Para aqueles valores que apresentaram uma discrepância mais significativa fez-se uma análise qualitativa do processo produtivo dos referidos serviços com o objetivo de identificar as possíveis causas.

4.1. Corte e dobra de aço

Para a coleta de dados do serviço corte e dobra de aço a equipe era composta apenas por armadores e foram consideradas as atividades as medições de 10 de janeiro à 24 de janeiro e 27 de janeiro à 07 de fevereiro de 2020. As bitolas das armaduras confeccionadas nos períodos medidos correspondiam ao aço CA-50 de 5 mm, 6,3 mm, 8 mm, 10 mm e 12,5 mm. Os armadores faziam o uso de equipamento como serra de policorte, bancada própria para dobra e cortadores de vergalhões. Os locais onde foram utilizados o aço bem como os valores levantados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo da RUP para o serviço de corte e dobra de aço

Data	Local	Quantidade funcionários	Horas Trabalhadas	H.h	Qs (kg)	RUP (H.h/kg)			
10/01/2020 - 24/01/2020									
10/01/2020	Estacas Refeitório e Central de Resíduos	5	8,0	40,0	4962,84	0,09			
13/01/2020		4	9,0	36,0					
14/01/2020		5	9,0	45,0					
15/01/2020		5	9,0	45,0					
16/01/2020		4	9,0	36,0					
17/01/2020		4	8,0	32,0					
20/01/2020		4	9,0	36,0					
21/01/2020		4	9,0	36,0					
22/01/2020		4	9,0	36,0					
23/01/2020		5	9,0	45,0					
24/01/2020		5	8,0	40,0					
Total		49	96,0	427,0					
27/01/2020 - 07/02/2020									
27/01/2020	Blocos e vigas baldrames do Refeitório, Apoio ao Motorista e estacas Administrativo	6	9,0	54,0	4152,21	0,08			
28/01/2020		4	9,0	36,0					
29/01/2020		6	9,0	54,0					
30/01/2020		6	9,0	54,0					
31/01/2020		7	8,0	56,0					
03/02/2020		1	9,0	9,0					
04/02/2020		1	9,0	9,0					
05/02/2020		2	9,0	18,0					
06/02/2020		3	9,0	27,0					
07/02/2020		2	8,0	16,0					
Total		38	88,0	333,0					

Fonte: Autor (2020)

4.2. Arrasamento de estacas

No período de 16 de maio à 28 de maio de 2020 e 29 de maio à 18 de junho de 2020 foram coletados os dados para o serviço de arrasamento de estacas referentes ao preparo de cabeça de estaca hélice contínua realizado por serventes. Os diâmetros das estacas eram em média de 30 cm e 40 cm e eram utilizados marteletes para o arrasamento das estacas. Os locais onde as estacas foram arrasadas bem como os valores levantados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Cálculo da RUP para o serviço de arrasamento de estacas

Data	Local	Quantidade funcionários	Horas Trabalhadas	H.h	Qs (un.)	RUP (H.h/un)
16/05/2020 - 28/05/2020						
18/05/2020	Estacas Mercados Especiais, Central de Resíduos e Oficina	1	9,0	9,0	115	0,62
19/05/2020		1	9,0	9,0		
20/05/2020		1	9,0	9,0		
21/05/2020		1	9,0	9,0		
21/05/2020		1	9,0	9,0		
22/05/2020		1	8,0	8,0		
25/05/2020		2	9,0	18,0		
Total		8	62,0	71,0		
29/05/2020 - 18/06/2020						
29/05/2020	Estacas Mercados Especiais e Oficina	1	8,0	8,0	101	0,69
01/06/2020		1	9,0	9,0		
02/06/2020		1	9,0	9,0		
04/06/2020		1	9,0	9,0		
05/06/2020		1	8,0	8,0		
08/06/2020		1	9,0	9,0		
09/06/2020		1	9,0	9,0		
10/06/2020		1	9,0	9,0		
Total		8	70,0	70,0		

Fonte: Autor (2020)

4.3. Alvenaria

A alvenaria de todos os prédios foi executada com blocos de concretos. Para o levantamento da RUP da alvenaria considerou-se os serviços executados no Refeitório com blocos de 19 x 19 x 39 cm. A coleta de dados abrangeu as medições realizadas entre os dias 29 de maio e 12 de junho de 2020 e entre os dias 13 de junho e 25 de junho de 2020. Na execução da alvenaria a mão de obra era composta por pedreiros (P) e serventes

(S), sendo (T) a quantidade total de funcionários. Os locais onde foi executada a alvenaria bem como os valores levantados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo da RUP para o serviço de execução de alvenaria

Data	Local	Quantidade funcionários			Horas Trabalhadas	H.h	Qs (m²)	RUP (H.h/m²)
		P	S	T				
29/05/2020 -12/06/2020								
03/06/2020	Refeitório	2	3	5	9,0	45,0	137,63	1,99
04/06/2020		2	3	5	9,0	45,0		
05/06/2020		2	3	5	8,0	40,0		
08/06/2020		2	3	5	9,0	45,0		
09/06/2020		2	4	6	9,0	54,0		
10/06/2020		2	3	5	9,0	45,0		
Total		31			53,0	274,0		
13/06/2020 - 25/06/2020								
15/06/2020	Refeitório	2	3	5	9,0	45,0	328,55	1,52
16/06/2020		5	4	9	9,0	81,0		
17/06/2020		2	2	4	9,0	36,0		
18/06/2020		2	3	5	9,0	45,0		
19/06/2020		2	3	5	8,0	40,0		
20/06/2020		2	3	5	5,5	27,5		
22/06/2020		2	3	5	9,0	45,0		
23/06/2020		2	0	2	9,0	18,0		
24/06/2020		5	4	9	9,0	81,0		
25/06/2020		5	4	9	9,0	81,0		
Total		58			85,5	499,5		

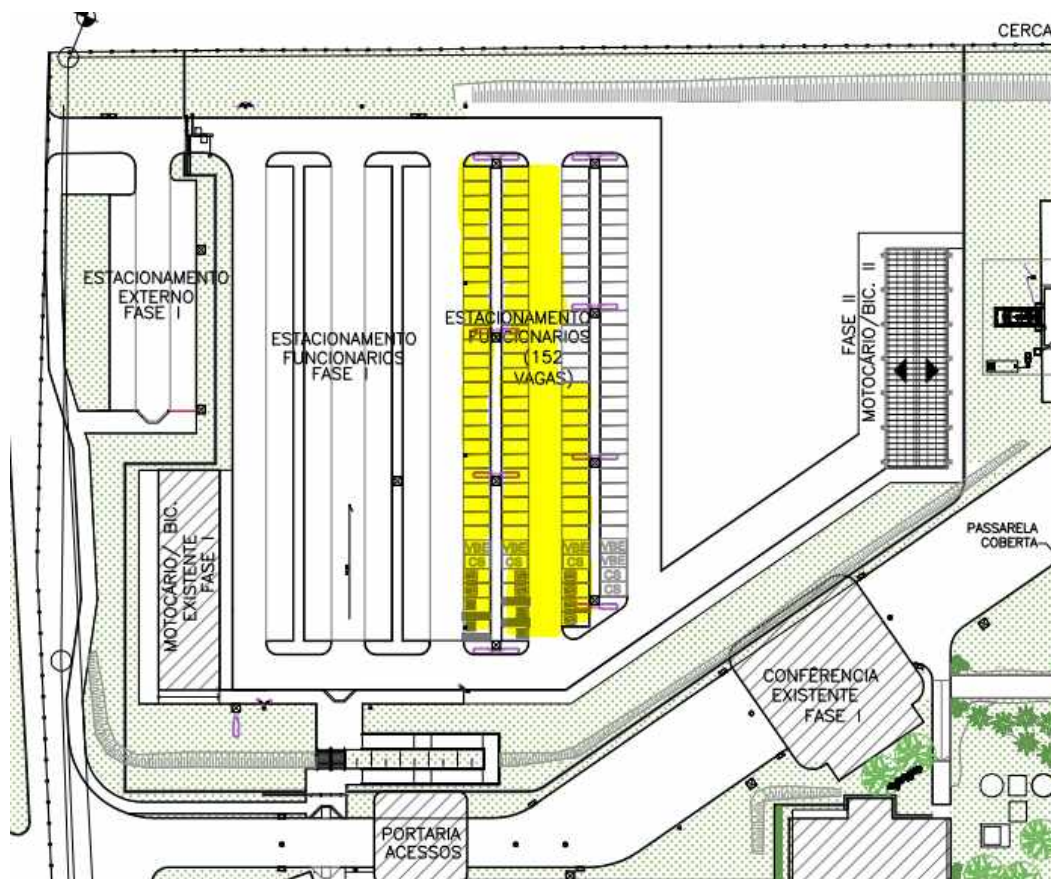
Fonte: autor (2020)

4.4. Assentamento de piso intertravado

O estacionamento externo foi executado em piso intertravado de concreto, sendo que na área das vagas foram utilizados blocos intetravados drenantes. Nas calçadas, o piso utilizado foi o paver retangular 10x20 cm, nas cores canela, vermelho e natural, seguindo paginação definida em projeto.

A coleta de dados se fez a partir da medição realizada entre 13 de julho e 24 de julho de 2020. O assentamento do piso intertravado foi executado por pedreiros serventes. Os locais onde o piso foi assentado bem como os valores levantados estão apresentados na Figura 3 e na Tabela 5.

Figura 3 – Destaque das áreas destinadas ao assentamento piso intertravado



Fonte: adaptado de projeto cedido pela construtora (2020)

Tabela 5 – Cálculo da RUP para o serviço de assentamento de piso intertravado

Data	Local	Quantidade funcionários			Horas Trabalhadas	H.h	Qs (m²)	RUP (H.h/m²)
		P	S	T				
13/07/2020 - 24/07/2020								
13/07/2020	Estacionamento	2	2	4	9,0	36,0	1465,48	0,41
14/07/2020		2	2	4	9,0	36,0		
15/07/2020		2	2	4	9,0	36,0		
16/07/2020		2	6	8	9,0	72,0		
17/07/2020		2	6	8	8,0	64,0		
20/07/2020		2	6	8	9,0	72,0		
21/07/2020		2	6	8	9,0	72,0		
22/07/2020		2	6	8	9,0	72,0		
23/07/2020		2	6	8	9,0	72,0		
24/07/2020		2	6	8	8,0	64,0		
Total		68			88,0	596,0		

Fonte: Autor (2020)

4.5. Reboco

Para o serviço de reboco, fez-se a coleta de dados para as medições realizadas entre 13 de julho e 24 de julho de 2020. Foi medido tanto o reboco interno como reboco externo da edificação destinada ao Apoio dos Motoristas. Vale ressaltar que as paredes já estavam chapiscadas, englobando na medição apenas a execução do reboco, execução de argamassa, montagem e desmontagem de armação. O prédio possui área construída em torno de 36 m². A execução do reboco foi realizada por pedreiros e serventes e os valores levantados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Cálculo da RUP para o serviço de reboco

Data	Local	Quantidade funcionários			Horas Trabalhadas	H.h	Qs (m²)	RUP (H.h/m²)
		P	S	T				
13/07/2020 - 24/07/2020								
16/07/2020	Reboco interno e reboco externo do Apoio ao Motorista	1	0	1	9,0	9,0	141,27	0,55
17/07/2020		1	1	2	8,0	16,0		
20/07/2020		1	0	1	9,0	9,0		
21/07/2020		1	1	2	9,0	18,0		
22/07/2020		1	0	1	9,0	9,0		
23/07/2020		1	0	1	9,0	9,0		
24/07/2020		1	0	1	8,0	8,0		
Total		9			61,0	78,0		

Fonte: autor (2020)

4.6. Sintetização dos resultados

Os valores de RUP calculados para cada serviço, juntamente com os índices empregados como base pela construtora para o planejamento da obra em estudo, e os índices obtidos na literatura por meio da TCPO (2012) e do SINAPI (2020) estão apresentados na Tabela 7. Os valores do SINAPI foram obtidos por meio do software OrçaFascio. Deve-se ressaltar que para os serviços de alvenaria, arrasamento de estacas e corte, dobra e montagem de aço, por terem sido calculados duas RUPs, na Tabela 7 são apresentadas as médias das RUPs calculadas. Além disso, a escolha das composições da literatura que foram utilizadas são as que mais se aproximavam do serviço executado.

Para realizar o comparativo entre os valores calculados em campo para a RUP e aqueles praticados pela Construtora em seu planejamento foi aplicada a Equação 2. No

arrasamento de estacas, por não haver um valor teórico utilizado pela construtora, foi realizado o cálculo da diferença com base no valor do SINAPI.

$$Diferença = \frac{RUP\ da\ obra - RUP\ obra}{RUP\ obra} \cdot 100\% \quad \text{Equação 2}$$

Tabela 7 – Resumo dos valores das RUPs calculadas e obtidas na literatura

Descrição	RUP			
	Calculado	Construtora	TCPO	SINAPI
Corte, dobra e montagem de armação	0,09 (-10,0%)*	0,10	0,08 ¹	0,12 ⁴
Arrasamento de estacas	0,66 (100,0%)*	-	-	0,33 ⁵
Alvenaria	1,76 (76,0%)*	1,00	0,60 ²	0,83 ⁶
Assentamento de piso intertravado	0,41 (2,5%)*	0,40	-	0,25 ⁷
Aplicação de reboco	0,55 (-8,3%)*	0,60	0,50 ³	0,58 ⁸

Fonte: autor (2020)

*Valores percentuais obtidos pela aplicação da Equação 2.

¹ TCPO 04.001._SER – Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem.

² TCPO 06.001.000072.SER – Alvenaria de vedação com blocos de concreto, 19x19x39 cm, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia sem peneirar traço 1:0,5:8.

³ TCPO 20.005_SER – Reboco para parede interna ou externa, com argamassa de cal hidratada e areia peneirada, e = 5 mm.

⁴ Valor médio entre SINAPI 96543 – Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 5 mm. AF_06/2017, SINAPI 96544 – Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 6,3 mm. AF_06/2017, SINAPI 96545 – Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 8 mm. AF_06/2017, SINAPI 96546 – Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 10 mm. AF_06/2017 e SINAPI 96547 – Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço CA-50 de 12,5 mm. AF_06/2017.

⁵ SINAPI 95601 – Arrasamento mecânico de estaca de concreto armado, diâmetro de até 40 cm. AF_11/2016.

⁶ SINAPI 87469 – Alvenaria de vedação de blocos vazados de concreto de 19x19x39 (espessura 19 cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6 m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. AF_06/2014.

⁷ SINAPI 92398 – Execução de pátio/estacionamento em piso intertravado, com bloco retangular cor natural de 20 x 10 cm, espessura 8 cm. AF_12/2015.

⁸ SINAPI 87531 – Emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400L, aplicado manualmente em faces internas de paredes, para ambiente com área entre 5 m² e 10 m², espessura de 20 mm, com execução de taliscas. AF_06/2014 e SINAPI 87775 – Emboço ou massa única em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400L, aplicada manualmente em panos de fachada com presença de vãos, espessura de 25 mm. AF_06/2014.

4.7. Análise dos resultados

O valor obtido em campo para a razão unitária de produção no serviço de corte, dobra e montagem de aço, apresentou uma produtividade de aproximadamente 10% maior do que o índice utilizado como referência pela construtora. Entretanto, o valor obtido para a RUP indica uma produtividade maior se comparado com a RUP extraída no SINAPI e menor se comparado com o valor obtido na TCPO. Isso pode ser consequência da utilização de equipamentos, como serra de policorte e cortador de vergalhão elétrico, além da bancada própria para dobra, que auxiliavam nos serviços dos armadores.

A construtora não possuía uma RUP para o arrasamento de estacas, assim foi utilizado como base de comparação o valor da RUP obtida numa das composições do SINAPI. Comparando os dois valores, RUP medida igual a 0,66 H.h/m e RUP teórica de 0,33 H./m constata-se que a produtividade em campo foi apenas metade do valor esperado.

A execução da alvenaria foi um serviço que no período medido (1,76 H.h/m²) ficou abaixo do valor de referência da construtora (1,00 H.h/m²). Isso indicou uma produtividade de aproximadamente 76% menor que o esperado pela construtora, se comparado com o valor extraído na SINAPI esta diferença aproxima-se de 100%.

Analisando o processo executivo para alvenaria observou-se que além da execução da alvenaria, os funcionários também montavam e desmontavam andaimes durante este serviço, o que diminui a produtividade.

Apesar de não ter tido influência de chuva no período em questão, a disposição e transporte de materiais no canteiro de obras também pode ter influenciado diretamente

nos resultados da RUP deste serviço. Como os prédios em execução eram muito dispersos entre si e já existiam alguns prédios da primeira etapa do empreendimento, assim o canteiro de obras foi montado em local centralizado como pode ser observado na implantação ilustrada na Figura 4.

Figura 4 – Caminho percorrido entre o canteiro de obras e o prédio do Refeitório



Fonte: adaptado de projeto cedido pela construtora (2020)

O transporte de materiais dentro do canteiro é um fator de extrema relevância no índice de produtividade deste serviço. O caminho percorrido para o transporte de argamassa da central de betoneira até o prédio do refeitório, representado na Figura 4, era feito na concha da retro. Esse procedimento demandava um tempo maior, visto que ela se deslocava da frente de trabalho em que estava, até a central de betoneira e da central até o refeitório.

A falta de um bom planejamento do encarregado para solicitar a argamassa, acarretava impactos nas frentes de trabalho na execução da alvenaria, visto que poderiam ficar paralisadas. Visando não impactar ainda mais nos índices de produtividade os blocos de concreto eram armazenados no entorno do próprio prédio.

Comparando os índices de produtividade para o serviço de assentamento de piso intertravado observa-se que não houve uma variação significativa entre o que a construtora utilizou para suas atividades de planejamento e orçamento e o que foi medido

em campo, entretanto a produtividade calculada e da construtora estão abaixo da estimada no SINAPI.

A razão unitária de produção calculada para a execução do reboco foi aproximadamente 8% maior que a RUP esperada pela construtora e aproximadamente 5% maior que do SINAPI. Ressalta-se que incluso nas horas medidas para a execução do reboco, também incluía a montagem e desmontagem de andaimes e o preparo da argamassa que era feito *in locu*. Todavia, a produtividade calculada encontra-se abaixo do valor da TCPO.

5. CONCLUSÃO

Percebe-se que a construtora possui índices de produtividade próprios e que são diferentes dos índices encontrados na literatura. A partir dos resultados obtidos para a razão unitária de produção em alguns serviços medidos em obra foi possível perceber que para alguns serviços como alvenaria, a produtividade da obra estava abaixo do que era esperado. Sendo o principal fator para essa ocorrência, o extenso e disperso canteiro de obras, bem como o transporte e disposição de materiais nele.

Uma possível opção para a recuperação e aumento da produtividade é a criação de pequenos canteiros próximo aos prédios, ao invés de um canteiro central, diminuindo consideravelmente o tempo perdido para transporte horizontal de materiais dentro da obra.

Além disso, é importante ressaltar que como os dados foram obtidos por meio de diários de obras e medições periódicas, pode ter ocasionado algumas divergências entre as RUPs calculadas e as RUPs teóricas. Uma sugestão de trabalho futuro seria a análise dos principais serviços durante um período maior, a fim de calcular as RUPs diárias de cada funcionário, RUP média e RUP potencial, comparando com os valores já adotados pela construtora.

Por fim, nota-se a importância da medição dessa produtividade da mão de obra afim de criar estratégias para melhorá-la caso seja necessária, de forma a conseguir manter o cronograma não só físico como físico financeiro, visto que aumento no prazo influi diretamente nos custos indiretos da obra.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. C. L., MOTA, P. M. **Implementação do Pensamento Enxuto Através do Projeto do Sistema de Produção: Estudo de Caso na Construção Civil**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.

ALVES, Gabriel da Silva; ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de. **Composições de custos unitários: TCPO X apropriação in locu**. João Pessoa, 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.284: Áreas de vivência em canteiros de obra**. Rio de Janeiro, 1991.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores**. 2001. 28 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CALÇADA, Paulo de Azevedo Branco. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**. 201. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CASARIN, André Nascimento. **Análise de incentivo a produtividade quanto ao tempo de produção de uma obra no município de Campo Mourão - Paraná**. 2013. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

DANTAS, José Diego 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**. 68f. TCC (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

FORIGO, Camila. **Análise da produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno com argamassa**. 2014. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

FRAZZÃO JUNIOR, Delbio. **Produtividade e qualidade na construção civil: estudo de caso em empreendimento em Santa Maria - RS**. 2017. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

LEOPOLDO, João Victor Charles. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**. 2015. 104 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

LIMA, Flávia Ester Costa; CARNEIRO, Lucélia Benevides; OLIVEIRA, Jarbas Jacome de. **Índice de produtividade na execução de alvenaria: estudo de caso na edificação de um laboratório para UFERSA – Caraubas - RN**. *Vetor*, Rio Grande, v. 25, n. 1, p. 76-94, 2015.

MARCONI, M. D & LAKATATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. Atlas S.A. São Paulo, 2003.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. Ed. São Paulo: Pini, 2010. 420 p.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. 8. ed. rev. e ampl. - São Paulo: Atlas, 2011.

MELO FILHO, Wilson Menezes de. **Estudo comparativo de composições de preço unitário dos sistemas SINAPI - Caixa Econômica Federal e TCPO - Pini**. 2016. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

NÓBREGA, Gustavo Curi; ROMANO, Iury. **Implantação de indicadores de produtividade dos serviços de armação e forma para melhoria do planejamento e controle de obra**. 2010. 108 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

ORÇAFASCIO. **Software para engenharia**. Disponível em <<https://www.orcafascio.com/>>. Acesso em: 21 nov 2020.

QUESADO FILHO, Nelson de Oliveira. **Análise dos índices de produtividade praticados pelas empresas de construção civil na região metropolitana de Fortaleza**. 2009. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

QUINTANS, Themir Candeia. **Avaliação da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural - um estudo de caso.** 2019. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

SANTOS, D. de G., SAFFARO, F. A., BRESSIANI, L., HEINECK, L. F. M. **Índices de Produtividade: Determinação de Intervalos a Partir de Dados Disponíveis na Literatura.** III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo. 2003.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: Pini, 2006. 100p.

SOUZA, Vinícius Mendes de. **Produtividade da mão de obra em revestimentos internos com argamassa.** 2015. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

TCPO: Tabela de Composição de Preços para Orçamentos. 14. ed. São Paulo: Pini, 2012. 659 p.