2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA NA EXECUÇÃO DE CONTRAPISO COM USO DE ARGAMASSA BOMBEADA[1]

GUIMARÃES, Caio de Araújo (1); COSTA E SILVA, Angelo Just da (2)

(1) Universidade de Pernambuco, caaioguimaraes@live.com
(2) Universidade de Pernambuco, angelo@tecomat.com.br

RESUMO

O presente trabalho estuda a produtividade da mão de obra na execução de contrapiso em uma obra na Região Metropolitana do Recife, tendo como principal objetivo identificar situações e fatores que influenciam a produtividade positivamente e negativamente. Foram coletados dados ao longo de sete meses correspondentes a oito blocos do empreendimento estudado. Para tal estudo, foi utilizado como indicador de produtividade a Razão Unitária de Produção (RUP) sugerido por Souza (2001) e análises com base no "Modelo dos Fatores" proposto por Thomas e Yiakoumis (1987). A equipe teve uma RUPcum de 0,4127 Hh/m² e um PPMO de 11,70% , não apresentando um efeito de aprendizagem ao longo do período. Foram identificados cinco principais fatores, bem como a elevação do consumo de material, que prejudicaram a produtividade em até quase 34% causando um prejuízo financeiro de 31% à atividade. Também foi verificado que há um ganho de produtividade ao longo da semana e a medida que se executa pavimentos mais baixos. Por fim, foi identificado que o aumento no número de profissionais piorou a eficiência do serviço.

Palavras-chave: *Construção civil. Produtividade. Contrapiso. Argamassa bombeada.*

ABSTRACT

The present work studies the productivity of labor in the execution of screeds in a construction site in the Metropolitan Region of Recife, having as main objective to identify situations and factors that influence the labor's productivity positively and negatively. Data were collected over seven months for eight building of the studied real estate venture. For such study, the Unitary Production Ratio (RUP) suggested by Souza (2001) was used as an indicator of productivity and analyzes was based on the "Factors Model" proposed by Thomas and Yiakoumis (1987).The workers had a RUPcum of 0,4127 Hh/m² and 11,70% of PPMO, not showing a learning effect over the period. Five main factors were identified, as well as the increase in material consumption, which affected productivity by almost 34% causing a financial loss of 31% to the activity. It has also been found that there is a gain in productivity throughout the week and as lower floors are performed. Finally, it was identified that the increase in the number of workers has worsened the performance of the labor.

Keywords*: Construction. Productivity. Screed. Pumped mortar.*

---

[1] GUIMARÃES, C. A.; COSTA E SILVA, A. J. Análise da produtividade da mão de obra na execução de contrapiso com uso de argamassa bombeada. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, cresceu no Brasil a opção por métodos construtivos mais industrializados na Construção Civil, muito em decorrência do programa do governo "Minha Casa, Minha Vida". De grandes à pequenas construtoras investiram forte na melhoria de processos de construção afim de encurtar o tempo gasto para construção de habitações. Parte deste processo passa pela a análise da produtividade de diversos serviços. Souza (2006) afirma que a tomada de decisão feita por um gestor pode ser alimentada por um estudo de produtividade, que deve ser considerado como um sistema de informação.

A avaliação da produtividade se mostra não somente importante para tomada de decisões entre métodos, Oliveira (1999) cita a previsão de custos e obtenção de parâmetros para planejamento como pontos para apresentar a importância do estudo da produtividade, além de identificar como vital para intervenções e melhorias dos processos produtivos.

2 PRODUTIVIDADE

Souza (2006), afirmar que a produtividade pode ser considerada como sendo a eficiência em um processo de transformação de entradas em saídas. A produtividade definida por Maeda (2002) é considerada uma combinação entre eficácia e eficiência em um sistema produtivo. Para a produtividade da mão de obra, conforme Souza (2006), a produtividade seria a eficiência na transformação do esforço humano em produtos de construção (a obra ou suas partes).

2.1 Utilidade do estudo da produtividade

O conhecimento da produtividade de uma equipe à executar um serviço de construção pode servir para diversas utilidades, Oliveira (1999) destaca a estimativa de custos de projetos futuros, a obtenção de parâmetros para planejamento e servir de base para programas de intervenção e melhoria contínua como as mais importantes. Entendendo as principais utilidades do conhecimento da produtividade da mão de obra na construção civil, é necessário a percepção de que a produtividade é a variável, devido a vários fatores tais como transporte e fornecimento de materiais, absenteísmo, condições climáticas e entre outros. Conhecer as condições em que a produtividade foi obtida é importante para planejar e melhorar a execução de uma certa atividade.

> Entender a produtividade significa, na opinião do autor, conhecer sua grandeza e as razões para seu estabelecimento, envolvendo tanto a capacidade de explicação de uma produtividade verificada quanto o prognóstico da produtividade para futuros serviços a executar. (SOUZA, 2006, p. 25)

2.2 Modelo dos fatores

O "Modelo dos Fatores" é um modelo proposto por Thomas e Yiakoumis (1987), conforme citados por Araújo e Souza (2001), com objetivo de medição e análise da produtividade da mão de obra da construção civil, tendo como base o estudo dos fatores que afetam a produtividade. Araújo e Souza (2001) indicam o método devido a sua fácil implementação, facilidade de coleta de dados, rápida retroalimentação, comparabilidade de dados e o fato de os dados refletirem o que realmente está acontecendo no empreendimento.

Thomas e Yiakoumis (1987), conforme citado por Araújo e Souza (2001), sugerem que há uma quantidade de fatores que interferem no desempenho da equipe executora de forma aleatória ou sistematicamente. Uma curva real de produtividade é resultante do efeito cumulativo causado por esses fatores, a sua interpretação, entretanto, o entendimento desta curva pode ser difícil devido a sua forma irregular. Contudo, se extraídos matematicamente os efeitos desses fatores, é possível obter uma curva de referência, que irá retratar o desempenho básico do serviço executado, dentro das condições estabelecidas. A curva de referência é a curva que demostra a produtividade alcançável, caso não houvesse influência de diversos fatores (podendo ser positivos ou negativos).

2.3 Indicador de produtividade

Devido a importância do estudo da produtividade, há a necessidade de um indicador que entregue maior comparabilidade entre serviços de diferentes obras ou equipe, visto que, a produtividade pode ser muitas vezes confundida com produção. SOUZA (2001) sugere a utilização da Razão Unitária de Produção – RUP, que pode ser defina como:

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

onde:

- RUP = razão unitária de produção;
- Hh = Homens-hora (quantidade de operários multiplicado pela quantidade de horas) despendidos na execução do serviço;
- QS = quantidade de serviço produzida pela mão de obra, no tempo específico.

Diante disto, se faz necessário a padronização coerente das entradas e saídas, para que seja possível manter a comparabilidade. Souza (2006) aponta que as horas a serem consideradas no cálculo devem ser as horas em que o operário está disponível para trabalho, não considerando horas em que o trabalhador está ausente e incluindo o período o qual a mão de obra está paralisada devido a má da gestão. Dentre as classificações utilizadas por Souza (2001), vale destacar a RUP Cumulativa (RUP_{cum}) que refere-se ao um período no qual as quantidades de Hh e Qs serão acumuladas para o cálculo, demostrando assim, uma curva mais suave, retirando as oscilações diárias. Outra definição apresentada por Souza (2006), a RUP Potencial (RUP_{pot}), é a produtividade diária que representa um bom e factível desempenho. A RUP_{pot} é calculada através da mediana dos valores de RUP diária menores ou iguais ao da RUP_{cum} no final do período observado.

A Perda de Produtividade da Mão de Obra (PPMO), apresentada Souza e Araújo (2001), é um valor que pode ser associado a má gestão da produção, podendo ser utilizado para realizar-se avaliações comparando gestões de um certo serviço em diferentes casos. A PPMO pode ser obtida através da expressão:

$$PPMO = [(RUP_{cum} - RUP_{pot})/RUP_{pot}].100 \quad (2)$$

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Caracterização da obra

A obra escolhida para o estudo foi a construção de um condomínio residencial na Região Metropolitana do Recife. O empreendimento possui um total de 22.450,18 m² de área construída e é composto por 13 blocos. Cada bloco possui 8 pavimentos de 221,08 m² cada com 4 apartamentos por andar.

3.1 Caracterização do serviço e equipe

A empresa construtora executa o serviço de contrapiso aderido, com utilização de argamassa seca bombeada com a utilização de um compressor de ar acoplado ao misturador de argamassas. No total, 3 equipes são envolvidas na execução do serviço: equipe de taliscamento; equipe de lavagem da base e equipe de contrapiso. Há de se destacar que as 3 equipes entram em momentos diferentes na mesma laje, sendo respeitado a sequencia: execução de pontos de piso, lavagem da base e execução do contrapiso. Ao iniciar uma torre, o primeiro pavimento a ser executado é o pavimento 07, sendo executado após este, os pavimentos inferiores até o pavimento 01. O pavimento térreo, por servir como estoque de materiais como elevador e materiais de revestimento externo, portanto, não respeita necessariamente o sequenciamento proposto. A equipe é própria da empresa construtora, exceto o operador do misturador, e foi composta por: 3 oficiais; 3 ajudantes diretos; 1 operador e 1 ajudante como mão de obra de apoio.

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada diariamente, após o término do serviço. O período de coleta foi de março à setembro do ano de 2019 e foram obtidos dados referentes às 8 torres da segunda etapa do empreendimento. A Tabela 1 mostra o formulário utilizado para coleta de dados. A mensuração de horas, bem como a identificação de ocorrências foram consideradas apenas nos momentos em que a equipe de contrapiso estava disponível para a atividade.

Tabela 1 – Formulário para coleta de dados

Data	Torre	Pavimento	QS (m²)	Oficiais	Ajudantes	Horas	Traços	Obs.

Fonte: Os autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

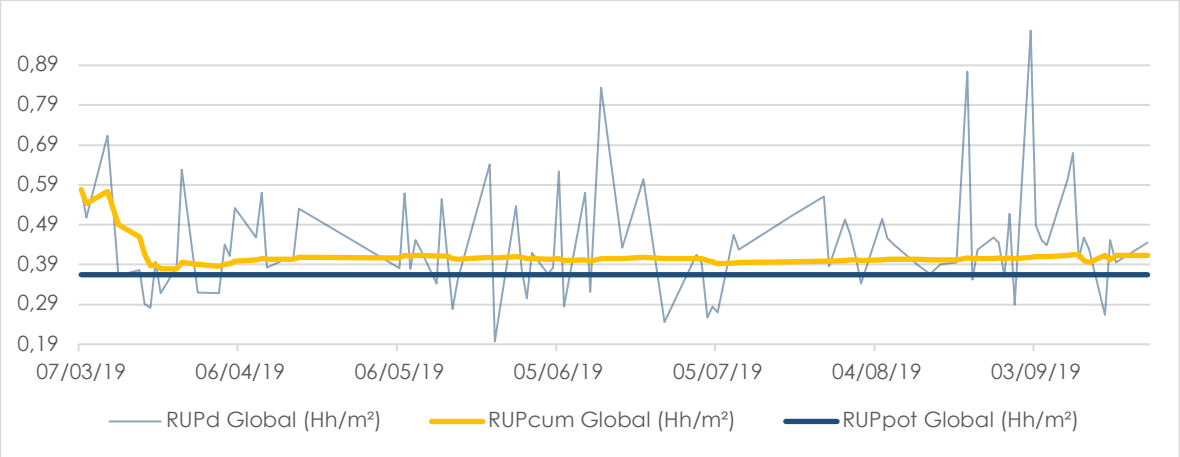
4.1 Análise geral

No Gráfico 1, é possível visualizar as oscilações das RUP diária global, que no período obteve um mínimo de 0,1971 Hh/m² e um máximo de 0,9770 Hh/m². A RUP_{cum} global, demonstra uma curva mais suave e livre as oscilações diárias e o valor obtido ao final do período de 0,4127 Hh/m², é o valor mais recomendado para servir de referência para a empresa construtora e gestores, para estimativa de custos e planejamento em obras futuras em que se utilize o mesmo método, equipe e condições de trabalho. A RUP_{pot} global, ao final do serviço, foi de 0,3645 Hh/m². A RUP_{pot} representa uma produtividade alcançável e de bom desempenho, portanto, devemos utiliza-la para saber o quão distante o valor da RUP_{cum} global, está desta RUP ideal. O resultado de PPMO foi de 11,70%, demostrando que a equipe, dentro das condições de trabalho, está relativamente próximo do ideal. Contudo, com uma melhor gestão dos fatores que serão abordados neste trabalho, ainda há espaço para melhora do indicador.

4.2 Efeito de aprendizagem

Ao analisar a curva da RUP_{cum} global no Gráfico 1, é possível identificar que nos primeiros dias de observação há uma melhora da produtividade que pode estar associado ao efeito de aprendizagem. Contudo, esta melhora só se da nos primeiros 7 dias de observação, o que representa menos de 8% dos dias observados, após este período a curva se estabiliza até o fim, tento leves oscilações. Portanto, é possível afirmar que, provavelmente, em decorrência dos fatores que serão abordados à seguir, o efeito de aprendizagem não ocorreu na equipe estudada.

Gráfico 1 – Gráfico de RUP diária global, RUP_{cum} global e RUP_{pot} global (Hh/m²)



Fonte: Os autores

4.3 Influência dos fatores associados à má gestão

Ao analisar as observações coletadas, é possível identificar 5 tipos de ocorrências. Diante disto, foi criado 6 classificações para os eventos: dia normal (quando não houve ocorrências significativas); material não conforme (quando o material que está disponível para uso, não é o ideal para utilização); pavimento não conforme (quando as condições do pavimento não são ideais para aplicação); começo atrasado (quando o começo, por qualquer motivo é atrasado); problemas com equipamento (quando ocorre atraso em decorrência do equipamento); falta de material (quando houve falta de materias). Na Tabela 2, são listados as RUPcum global, o custo por m², obtido atráves de apropriações de custo da empresa construtora, e as respectivas variações.

Tabela 2 - RUPcum global (Hh/m²) e custo (R$/m²) por classificação de fatores

Classificação	RUP_{cum} (Hh/m²)	Variação	Custo (R$/m²)		Variação
Dia Normal	0,3869	-	R$	16,22	-
Material não conforme	0,4581	18,41%	R$	17,56	8,27%
Pavimento não conforme	0,4762	23,09%	R$	18,05	11,27%
Começo atrasado	0,4658	20,40%	R$	19,46	19,95%
Problemas com equipamento	0,4754	22,88%	R$	19,79	22,04%
Falta de material	0,5172	33,68%	R$	21,28	31,19%

Fonte: O autores

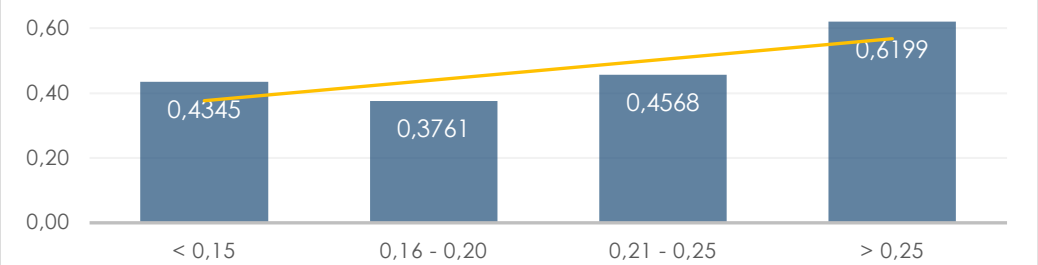
O dia normal, por não ter influência de ocorrências significativas, obteve o melhor valor de RUP. Para os valores das outras classificações há um aumento em relação

ao dia normal superiores a 18%, como demostrado na Tabela 2. Outro ponto a ser observado é que a baixa produtividade está associada a um aumento do custo por metro quadrado do serviço de contrapiso. Nos dias de falta de material, este fator elevou o custo do serviço em 31%. Em relação a problemas com equipamento, foi verificado in loco que parte das quebras ou interrompimento de uso do equipamento foi em decorrência do mal uso do mesmo (transporte de cimento pelo equipamento e areia sem o devido peneiramento), tais problemas, foram responsáveis pela segunda maior elevação de custo. Isso demonstra importância de se criar medidas mitigadoras ou que minimizem as ocorrências destes fatores devido ao impacto que pode causar no orçamento do empreendimento. Comparando os valores obtidos para o dia normal de trabalho e os de RUP_{cum} global (apresentado no item 4.1) para todo o serviço, é identificado o impacto destes fatores combinados no serviço no período observado. O valor de RUP sofre um aumento de 6,68%, e o custo aumenta de R$16,22 para R$17,21, 1um aumento de 6,10% no custo por metro quadrado de contrapiso.

4.4 Influência do consumo de material

Para melhor analisar a influência do consumo de material na produtividade, foram criadas 4 faixas de consumo de traços de argamassa de contrapiso por metro quadrado: menor que 0,15; de 0,16 à 0,20; de 0,21 à 0,25; e maiores que 0,25. Por meio do Gráfico 2, é observado que há uma clara tendência de piora da produtividade a medida que se consome mais material, o que pode confirmar a hipótese desta perda de produtividade estar associada a um maior tempo que o compressor de ar leva para bombear o material.

Gráfico 2 - RUP_{cum} global (Hh/m²) por faixa de consumo de traços por m²



Fonte: Os autores

Tendo em vista que, as faixas centrais, de 0,16 à 0,20 e de 0,21 à 0,25, são responsáveis por 92% das observações, as faixas externas foram desconsideradas para as análises à seguir. A tabela 3 aponta os valores de RUP_{cum} global e custos de mão de obra associados as faixas de consumo analisadas. O estudo evidencia a importância do controle do consumo de materiais utilizados no serviço. O sobreconsumo de materiais, não elevou somente o custo do serviço com materiais, como também elevou o custo com a mão de obra em 20,47%, devido a perda de produtividade no valor de 21,45%. Elevação esta, pode representar um forte "estouro" orçamentário para o serviço.

Tabela 3 - RUP_{cum} global e custo de mão de obra (R$/m²) por faixa de consumo de traços por m².

	0,16 - 0,20	**0,21 - 0,25**	**Variação**

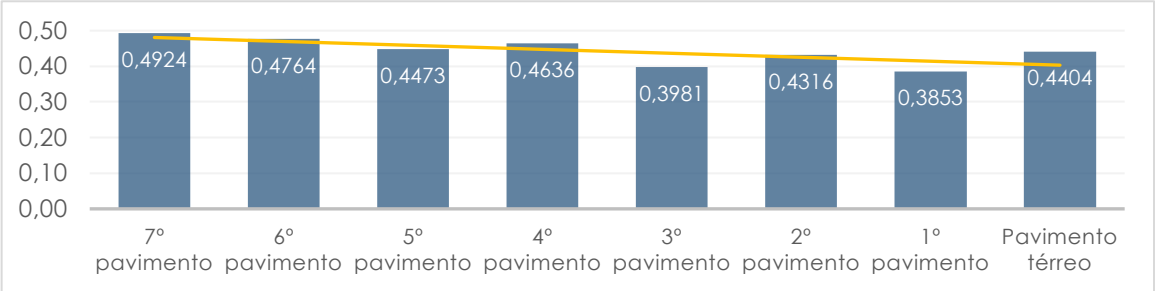
RUPcum global (Hh/m²)	0,3761	0,4568	21,45%
Custo de mão de obra (R$/m²)	R$ 7,91	R$ 9,53	20,47%

Fonte: Os autores

4.5 Influência dos pavimentos

A linha de tendência apresentada no Gráfico 3, que apresenta a RUPcum global por pavimento, pode confirmar a hipótese de que possa haver uma perda de produtividade relacionada a execução em pavimentos mais altos em decorrência da necessidade do equipamento em exercer um maior trabalho para levar o material até o pavimento. A média das RUP para os 4 pavimentos mais baixos (térreo ao terceiro pavimento) foi de 0,4139 Hh/m² este valor foi 13,5% mais baixo que a média das RUP para pavimentos mais altos (quarto ao sétimo pavimento).

Gráfico 3 - RUPcum global (Hh/m²) por pavimento

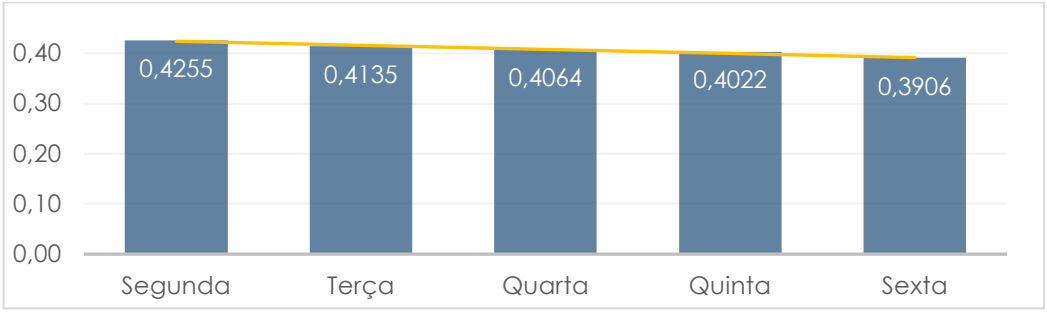


Fonte: Os autores

4.6 Influência dos dias da semana

O Gráfico 4 apresenta a RUPcum global por dia da semana. A tendência de melhora ao longo da semana destaque-se gráfico, com uma variação positiva de produtividade de quase 9%. Esta tendência, pode validar a presunção de que a produtividade semanal pode ser afetada positivamente pelo efeito de aprendizagem.

Gráfico 4 - RUPcum global (Hh/m²) por dias da semana



Fonte: Os autores

4.7 Influência do aumento da equipe

Em decorrência do aumento no número de oficiais, acredita-se que possa haver uma melhora na produtividade. A RUPcum global, para os dias a atividade ocorreu com 3 oficiais (48% dos dias) foi de 0,4093 Hh/m² e 4 oficias (49% dos dias) de 0,4204 Hh/m². O acréscimo de 2,72% no valor de RUP indica leve perda de produtividade devido

ao aumento no número de oficiais. Entretanto, esta perda de produtividade pode ser causada pelo fato de o apoio logístico não conseguir suprir devidamente um maior número de oficiais.

5 CONCLUSÕES

O estudo de indicadores de produtividade apresenta-se como uma importante ferramenta para as empresas e gestores que buscam uma estimativa de custo e planejamento de prazo mais condizentes com a realidade do empreendimento e da região, como também, obter um maior controle sobre os serviços executados em obra, identificando motivos de perda de produtividade durante o processo produtivo e os corrigindo. O método utilizado no estudo se mostra eficiente para serviços repetitivos da construção, e possui uma implementação simplificada. O método de coleta de dados permitiu que fossem analisadas diversas situações que se repetiram ao longo do período observado e que pode ser feita por qualquer pessoa que seja treinada a respeitar as padronizações preestabelecidas. Através da análise de dados, foi possível identificar alguns fatores que causaram impactos negativos à produtividade da equipe. Tais fatores, podem justificar a ausência de uma curva de aprendizagem ao longo do período. Da mesma forma, foram constatadas situações que beneficiam a produtividade como a influências dos dias da semana ou do pavimento à ser executado, possibilitando a criação de medidas que tentem minimizar os efeitos negativos do começo da semana ou de pavimentos mais elevados, por exemplo. Apesar do estudo apresentar resultados que sirvam como parâmetros para a gestão da obra, outros trabalhos como estudos comparativos entre utilização de argamassa seca e argamassa auto adensável e entre outras formas de apoio logístico irão embasar decisões na escolha da melhor solução para a empresa construtora.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. O. C. de; SOUZA, U. E. L. de. Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria: detecção e quantificação de fatores influenciadores. [S.l: s.n.], p5, 2001.

MAEDA, F. M. Produtividade da mão-de-obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.

Oliveira, R. R. d. Repetição e produtividade na construção civil: estudo da execução de estrutura de edifícios. Brasil – Cascável, PR. 1999. In: Obras produtivas: metodologia para melhoria da qualidade e produtividade em obras de caráter repetitivo, 1999

SOUZA, U. E. L. d. Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos. 2001. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SOUZA, U. E. L. d. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, p24-40, 2006.

SOUZA, U. E. L. d.; ARAÚJO, L. O. C. d. Avaliação da gestão de serviços de construção. **Anais...** Fortaleza: Antac, 2001.

THOMAS, H.R.; YAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, ASCE, v.113, n.4, p623-39, 1987.