

PRODUTIVIDADE ESTRATIFICADA DA MÃO DE OBRA: ESTUDO DE CASO EM OBRA DE PAREDES DE CONCRETO¹

ABREU, M. M., Universidade de Pernambuco, e-mail: mmarinaabreu@gmail.com;

LORDSLEEM JR., A. C., Universidade de Pernambuco, e-mail: acasado@poli.br

ABSTRACT

This work aims to analyze the stratified productivity during the assembly stage of armature, in the concrete walls system, at work in the metropolitan region of Recife. The case study consisted in the collection of data with direct observation in loco, using the study model of stratified productivity which allows the identification of factors influencing productivity and identification of how time is used. The RUPs of armature assembly ranged from 0.037 to 0.061 Man-hour/Kg, with mobilization, more specifically rebar transport, identified as the main influencing factor. It was also calculated the time use pattern in the work studied, where 66% of the time is used with direct work, 18% with mobilization, 9% with stops, 4% with support activities and 2% with displacements and activities related to the construction site. The main contributions of this work are the identification of factors that influence labor productivity and identification of the pattern of time use, generating opportunities for improvement.

Keywords: Assembly of armature. Stratified productivity. Concrete walls system.

1 INTRODUÇÃO

Chaturvedi, Thakkar e Shankar (2018), afirmam que ganhos na produtividade da mão de obra permitem melhorias em relação ao tempo de construção, cronograma e desempenho do projeto. E ainda enfatizam a importância do estudo da produtividade em países em desenvolvimento, onde a maior parte da construção civil ocorre de forma manual.

A produtividade da mão de obra pode ser estudada sob diversos aspectos e modelos, o Modelo de Estratificação da produtividade foi concebido para apoiar a gestão dos prazos nas obras. O modelo estratifica o indicador de produtividade em frações menores, identificando as atividades ocupacionais do trabalhador durante o dia de trabalho. Sendo assim, identifica-se os principais fatores influenciadores da produtividade da mão de obra (ARAÚJO; CARVALHO FILHO; TELLES, 2013).

O sistema parede de concreto consiste numa estrutura com paredes e lajes, onde as paredes recebem as cargas transmitidas pelas lajes, ao invés de vigas e pilares. Neste sistema todas as paredes, lajes, escadas, varandas, juntamente com as aberturas das portas e janelas são moldadas em uma única atividade. A estrutura do edifício resultante é resistente e precisa em dimensões e tolerâncias, com uma alta qualidade de superfície de concreto acabado (ROBINSON, 2011).

No Brasil, o sistema parede de concreto tem utilização em pelo menos 52%

¹ ABREU, M. M.; LORDSLEEM JR., A. C. Produtividade estratificada da mão de obra: estudo de caso em obra de paredes de concreto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

dos empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida do governo federal - MCMV (SANTOS, 2016).

O estudo da produtividade da mão de obra no serviço de montagem de armaduras já foi estudado por diversos autores, como exemplo: Hubert (2017), Melo e Costa (2016), Silva e Brandstetter (2010), Araújo (2000). Porém trabalhos com enfoque na identificação e mensuração dos fatores influenciadores da produtividade e classificação do uso do tempo ainda são restritos.

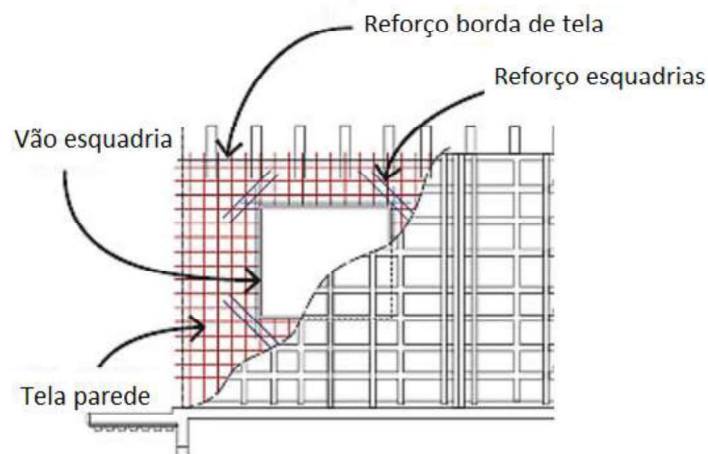
Dentro deste contexto, esta pesquisa destaca-se na utilização do modelo da produtividade estratificada e se dispõe a estudar a mão de obra no serviço de montagem de armaduras no sistema parede de concreto, buscando identificar os fatores e atividades que inibem a produtividade e o uso do tempo neste serviço.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Montagem de armaduras

No sistema parede de concreto, para armação das paredes é utilizada tela soldada e barras de aço para os reforços. “Todas as aberturas com dimensão horizontal maior ou igual a 40 cm devem ser reforçadas com armaduras horizontais nas faces superior e inferior da abertura [...]” (ABNT, 2012, p. 14). A Figura 1 exemplifica a montagem de armadura das paredes.

Figura 1 – Exemplo de montagem de armadura de parede



Fonte: Silva (2011)

Jarkas (2012), afirma que a produtividade da mão de obra para o serviço de montagem de armaduras pode ser influenciada por fatores característicos do serviço, como por exemplo: diâmetro das barras, quantidade de reforços, espessura das paredes e geometria das mesmas. Além de fatores relacionados ao canteiro de obras e gestão.

2.2 Produtividade estratificada da mão de obra

O modelo de Estratificação da Produtividade, foi consequente de uma pesquisa realizada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) juntamente com Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) nos anos de 2006 e 2007 (OLIVEIRA, 2014). O Modelo busca identificar o tempo despendido com as atividades produtivas, improdutivoas e contributivas para execução do serviço durante as horas disponíveis de trabalho (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

Para aplicação do modelo é necessário definir uma árvore hierárquica de atividades realizadas pela mão de obra, sabendo-se que ao longo de um dia de trabalho a mão de obra executa diversas atividades além do serviço propriamente dito. A árvore hierárquica deve ser definida respeitando o primeiro nível de atividades (ID1) definido pelas ocupações: Apoio; Exigências do canteiro; Deslocamentos; Paralisações; Mobilização; Delay e Trabalho direto. Cada ID'1 tem subníveis (ID2, ID3) com atividades correspondentes, essas atividades são características do serviço e obra estudada (CORSINI, 2016).

A coleta de dados é realizada em campo, medindo o tempo despendido em cada subatividade. Esse processo requer grande esforço, pois exige dedicação exclusiva durante vários dias. (ARAÚJO; SAMPAIO, 2012).

A estratificação da produtividade, diferente do Modelo de Fatores, permite quantificar as atividades executadas durante o dia e identificar o uso do tempo com atividades não produtivas, e o impacto causado na RUP. Sendo possível identificar os fatores influenciadores da produtividade da mão de obra e ações mitigadoras (MARTINS, 2013).

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Descrição do objeto de estudo

O objeto de estudo trata-se de empreendimento residencial inserido no programa do Governo Federal, MCMV, no estado de Pernambuco, o Quadro 1 apresenta características do empreendimento.

Quadro 1- Características do empreendimento estudado

Características do empreendimento		21 blocos Térreo + 3 pavimentos 4 Apartamentos por pavimento
Área do Pavimento		197,92 m ²
Montagem de armaduras	Ciclo 1: 2 apartamentos + hall	992 kg
	Ciclo 2: 2 apartamentos	901,5 kg
Período construção		2016 a 2018
Período coleta de dados		Março/2018

Fonte: Os autores

A execução da área compreendida pelo jogo de fôrmas é chamada ciclo. Logo, o ciclo de montagem de armadura compreende a montagem de paredes e lajes de 2 apartamentos, ou 2 apartamentos + hall. Na obra estudada a execução dos ciclos é diária.

A construtora adotou o sistema construtivo de paredes de concreto para a execução da estrutura e vedação vertical (Figura 2).

Figura 2 – Montagem de armadura da laje



Fonte: Os autores

O serviço de montagem de armaduras é realizado por uma equipe composta por quatro profissionais (armadores) e três serventes, além do encarregado. Para cálculo da produtividade foi considerado a equipe direta, profissionais e serventes.

3.2 Descrição da pesquisa

Nesta pesquisa o método utilizado foi o estudo de caso, com observações diretas e coleta de dados em obra. A coleta de dados foi baseada no Modelo de Estratificação proposto por Araújo e Sampaio (2012) e conceituada no item 2.2 deste artigo.

No Quadro 2 apresenta-se a árvore hierárquica para o sistema parede de concreto, referente a etapa de montagem de armaduras.

Quadro 2 – Árvore hierárquica para montagem de armaduras

ID 1	ID 2	ID 3	Sigla	Explicação ID2/ID3
Apoio	Separação aço		APSP	Separação de aço para aplicação e/ou transporte
	Organização	-	APOR	Organização/limpeza da área
Exigências do canteiro	Segurança do trabalho	Diálogo periódico	ECDP	Diálogo diário e/ou semanal de segurança do trabalho
		EPI	ECEP	Troca de EPI
Deslocamento	Início ou final de uma tarefa	-	DETA	Deslocamentos associados ao início ou final de uma tarefa
	Refeição (ida e volta)	-	DERE	Deslocamentos associados ao horário de refeição (ida e volta)
	Final de jornada de trabalho	-	DEFT	Deslocamentos associados ao final de jornada de trabalho
Paralisação	Liberação de frente	Tarefa	PADT	Parado aguardando distribuição e/ou orientação de tarefas
		Liberação de frente	PALF	Parado aguardando liberação de frente
	Apoio MO	-	PAMO	Parado aguardando pessoal para apoio necessário
	Falta aço	-	PAAR	Parado por falta de aço
	Maquinário	Problemas/Manutenção	PAPM	Problemas com equipamentos/maquinário (reparos, abastecimento)
		Aguardando	PAAM	Aguardando maquinário
	Descarregamento de material	-	PADM	Aguardando descarregamento de material na área de trabalho
	Clima	-	PACR	Parado por incidência e/ou aproximação de chuvas e/ou raios
	Necessidades humanas	Humanas	PANH	Necessidades humanas como ir ao banheiro, beber água
		Lanche	PALH	Lanche fora do horário
	Ócio	Conversa	PACO	Conversa com outros colaboradores
		Parado	PAOO	Colaborador parado sem motivo aparente

Quadro 2 – Árvore hierárquica para montagem de armaduras

ID 1	ID 2	ID 3	Sigla	Explicação ID2/ID3
Mobilização	Material	Aço laje	MOTL	Buscar telas e barras para local de aplicação - laje
		Aço parede	MOTP	Buscar de telas e barras para local de aplicação - paredes
		Aço canteiro	MOTC	Transporte de telas e barras dentro do canteiro
	Ferramentas	Furadeira	MOFF	Transporte de furadeira, para uso quando necessário
		Tesoura	MOFT	Transporte de tesoura, para corte de barras e/ou tela que atrapalhem o posicionamento da gravata
Delay	Transporte vertical	Barras e telas	DYTA	Aguardando transporte vertical de aço
		Tesouras/ferramentas	DYFT	Aguardando transporte vertical de acessórios
	Outros	-	DYOU	Quando o funcionário deve aguardar alguma outra atividade relacionada ao serviço, inevitável.
Trabalho direto	Montagem de armaduras	Corte e dobra	TD CD	Corte e dobra de telas e barras, em obras que compram o aço em barras retas
		Paredes	TD AP	Armadura paredes
		Lajes	TD AL	Armadura lajes

Fonte: Os autores

A coleta de dados em campo teve como propósito o registro da equipe e tempos despendidos em cada atividade, em Homens-hora (Hh). No Quadro 3 é apresentado exemplo da coleta de dados, para cada trabalhador(es) foi coletado o tempo de início e fim de cada atividade, conforme descrição dos ID2 e/ou ID3.

Quadro 3 – Formulário utilizado na coleta de dados

COLETA DE DADOS							
OBRA	OBRA A						
DATA	09/03/2018						
SERVIÇO:	ARMAÇÃO						
CICLO/PAVIMENTO:	CICLO 2/3º PAVIMENTO						
CONDIÇÕES DO CLIMA:		BOM - SOL		NUBLADO	CHUVA FRACA		
TEMPO		EQUIPE				ID	OBSERVAÇÕES
INÍCIO	FIM	PEDREIRO	MONTADOR	ARMADOR	SERVEITE		
7:00	7:15			3	2	ECDP	
7:15	7:37			1		PAOO	
7:20	7:40				2	MOTP	
...							
13:48	14:09				1	PANH	
14:09	14:50				1	TDAL	
14:42	14:50			3	2	MOTP	
...							

Fonte: Os autores

Na coleta de dados, calculou-se ainda as quantidades de serviços executada em cada dia. Os dados foram coletados por um período de 8 dias para o serviço de montagem de armaduras.

Os dados coletados foram transferidos para planilha estruturadas com as categorias de ocupações, facilitando o processamento de dados.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Na Tabela 1 são apresentados os tempos coletados (Hh) em cada dia, assim como a quantidade de serviço executado, e os valores para RUP diária, cumulativa (Cum) e potencial (Pot) em Horas-homens por kilograma (Hh/Kg). A RUP Potencial corresponde matematicamente à mediana dos valores de RUP diária menores à RUP cumulativa final (RUP Cum) do período de estudo.

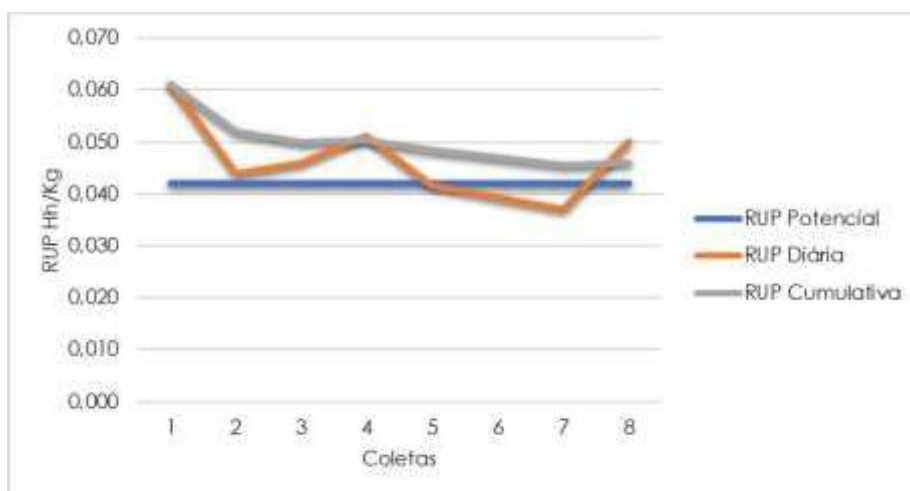
Tabela 1 – RUP's coletadas

Coletas	Hh		QS (Kg)		RUP Hh/kg		Diária < Cum	RUP Pot
	Diária	Cum	Diária	Cum	Diária	Cum		
1	55,17	55,17	901,5	901,5	0,061	0,061		
2	43,48	98,65	992,0	1893,5	0,044	0,052	0,044	
3	45,57	144,22	992,0	2885,5	0,046	0,050	0,046	
4	46,05	190,27	901,5	3787,0	0,051	0,050		0,042
5	41,30	231,57	992,0	4779,0	0,042	0,048	0,042	
6	35,45	267,02	901,5	5680,5	0,039	0,047	0,039	
7	36,67	303,68	992,0	6672,5	0,037	0,046	0,037	
8	45,27	348,95	901,5	7574,0	0,050	0,046		

Fonte: Os autores

A Figura 3 representa graficamente as RUP's apresentadas na Tabela 1.

Figura 3 – Gráfico com as RUP's

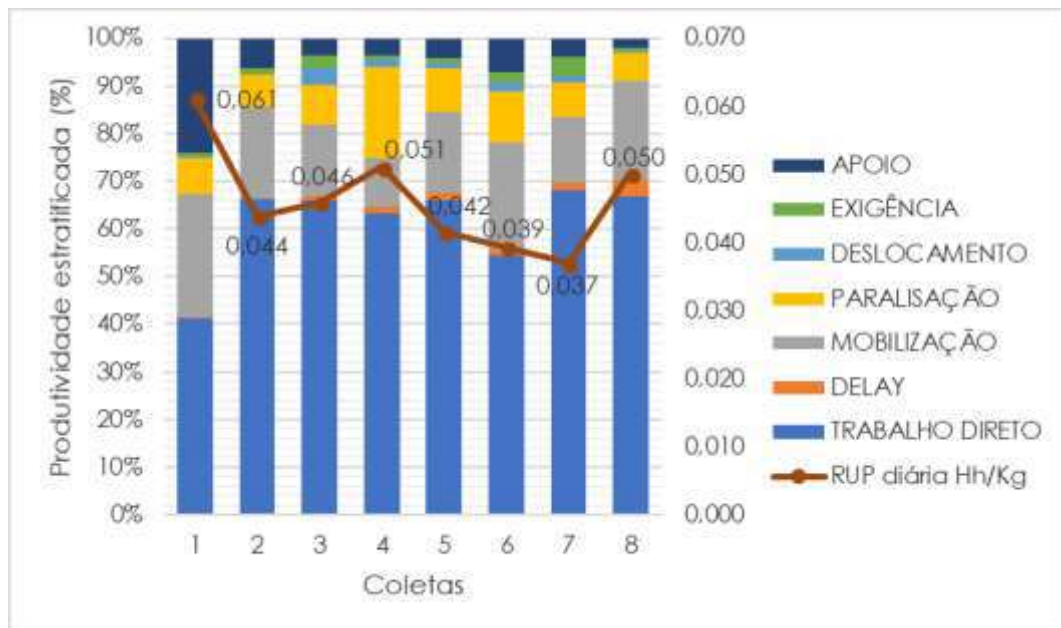


Fonte: Os autores

Observa-se que a RUP diária varia entre 0,037 e 0,061 Hh/Kg. A RUP potencial, no valor de 0,042 Hh/Kg representa um valor factível em função dos valores de RUP diária coletados.

Com o modelo de produtividade estratificada é possível a identificação dos principais fatores responsáveis pela variação da RUP e uso do tempo. A Figura 4 representa as RUP's apresentadas acima juntamente com a estratificação da produtividade percentualmente para cada atividade no nível ID1, definida na árvore hierárquica.

Figura 4 – RUP's estratificadas por atividades ID1



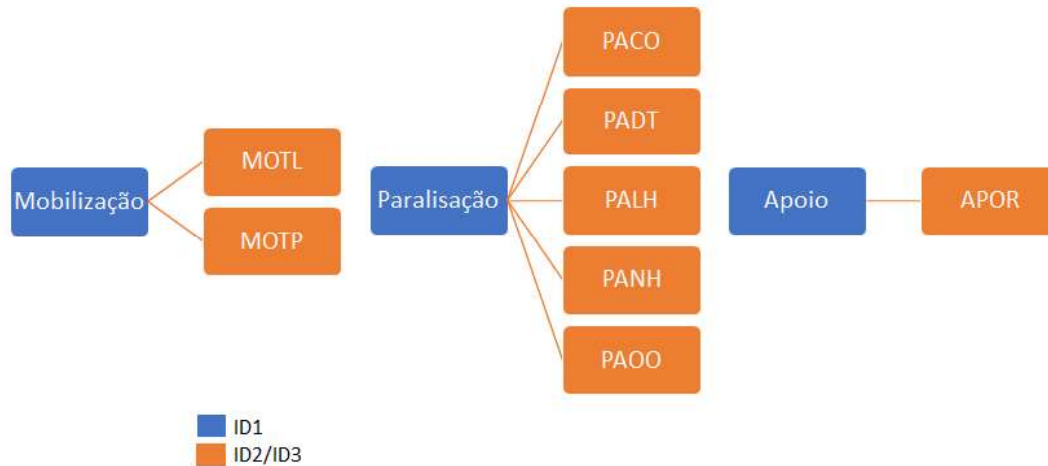
Fonte: Os autores

Podem ser feitas várias análises com os resultados obtidos através utilizando o modelo de estratificação da produtividade da mão de obra, são elas:

- A estratificação da produtividade evidencia que as atividades classificadas como Mobilização, Paralisação e Apoio tem representatividade de 18%, 9% e 4% respectivamente na produtividade da mão de obra, considerando o período de coleta;
- Os maiores tempos despendidos com a atividade de mobilização foram os dias em que não houve o auxílio do manipulador (maquinário) para transporte do aço, são as coletas de nº 1, 2, 6 e 8;
- A coleta nº7, com menor RUP do período, foi o dia com maior percentual para atividade de trabalho direto;
- Pode-se afirmar que, em média, produtividade referente ao trabalho direto representa valor entre 60% e 70% da produtividade total, e o restante da produtividade, valor entre 30% e 40% é proveniente de outras atividades (contributivas e improdutivas);
- A atividade Paralisação é considerada como atividade improdutiva e corresponde, no período estudado, 9% da produtividade;

Em relação as atividades dos ID2 e/ou ID3, a Figura 5 representa as atividades que tiveram maior influência na produtividade da mão de obra, na obra estuda.

Figura 5 – Principais atividades influenciadoras ID2/ID3



Fonte: Os autores

Pode-se afirmar que o tempo despendido com Mobilização, em sua maioria, foi com o transporte do aço, seja para aplicação nas paredes ou nas lajes. A atividade de paralisação é mais híbrida, enfatizando a parada do trabalhador por diversos motivos ao longo do dia de trabalho. E como atividade de apoio, a organização da área é predominante.

5 CONCLUSÕES

As análises apresentadas permitem afirmar que a produtividade da mão de obra, na obra estudada, pode melhorar em pelo menos 9%, percentual referente ao tempo parado dos funcionários. Além da possibilidade de redução de tempo com a mobilização, responsável por 18% da produtividade, e que apresentou variações para os dias sem auxílio de manipulador no transporte do aço.

Esta pesquisa enfatiza a importância do conhecimento e estudo da utilização do tempo dentro de canteiros de obras, visando a melhoria de indicadores de produtividade da mão de obra.

O Modelo de Estratificação constitui um avanço no entendimento da produtividade, uma vez que permite ao gestor conhecer os reais desempenhos por meio do seu fracionamento em categorias de ocupação.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações. Rio de Janeiro, 2012.

ARAÚJO, L.O.C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão-de-obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. São Paulo, 2000. 385 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ARAÚJO, L.; CARVALHO, M.; TELLES, C. H. A new model of productivity management as an aid to deadline management. In: INTERNATIONAL CIB WORLD BUILDING CONGRESS, 19, 2013, Brisbane – Queensland University of Technology. **Proceedings...** Brisbane, 2013. Disponível em: <http://www.conference.net.au/cibwbc13/papers/cibwbc2013_submission_167.pdf>. Acesso em: set. 2017.

ARAÚJO, L. O; SAMPAIO, P. E. How to measure productivity: a real possibility. In: RICS COBRA CONFERENCE, 2012, Las Vegas – Nevada. **Proceedings...** Las Vegas, set. 2012. Disponível em: <http://www.rics.org/Global/COBRA2012_Measure_Productivity_200912_dwl_aj.pdf>. Acesso em: set. 2017.

CHATURVEDI, S.; THAKKAR, J.J.; SHANKAR, R. Labor productivity in the construction industry: An evaluation framework for casual relationships. **Benchmarking: An International Journal**, v.25, n.1, p. 334-356, 2018

CORSINI, T. de A. **Produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétricos e de comunicação**. São Carlos, 2016. 103 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2016.

HUBERT, F. N. **Estudo de produtividade em canteiro de obra em edificações de parede de concreto**. Alegrete, 2017. 70 p. Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Rio Grande do Sul, 2017.

JARKAS, A. M. Analysis and Measurement of Buildability Factors Influencing Rebar Installation Labor Productivity of In Situ Reinforced Concrete Walls. **Journal of Architectural Engineering**, v.18, p. 52-60, 2012.

MARTINS, P. M. L. **Avaliação da produtividade na construção no Brasil: o modelo de estratificação**. Portugal, 2013, 91 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Portugal, 2013.

MELO, R. R. S.; COSTA, D. B. Produtividade da mão de obra para estrutura de concreto armado: ênfase nos fatores influenciadores. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2016.

OLIVEIRA, K. C. R. de. **Produtividade estratificada da mão de obra na execução de revestimento de gesso em pasta**. São Carlos, 2014, 144p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

ROBINSON, J. Advanced Scaffolding and Formwork Solutions – Scale Up Quality of Construction. 2011. Disponível em: <https://www.nbmcmw.com/report/other-equipment-attachments-spare-parts-components/24470-advanced-scaffolding-and-formwork.html> Acesso em: 10 jan. 2018.

SANTOS, A. Paredes de Concreto já dominam Minha Casa Minha Vida. **Massa Cinzenta**, Curitiba, 12 maio 2016. Disponível em: <
<http://www.cimentoitambe.com.br/paredes-de-concreto-minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

SILVA, F. B. Paredes de concreto armado moldadas in loco. **Téchne – Sistemas Construtivos**, Ed. 167, fev.2011. Disponível em: <
<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-de-concreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx>>. Acesso em 02 ago. 2017.

SILVA, L. C.; BRANDSTETTER, M. C. G. O. Metodologia para cálculo do indicador de produtividade através da razão unitária de produção (rup) para o processo de armação de estruturas de concreto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2010, Canela. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010.