



RELISE

ESTUDO DE PRODUTIVIDADE EM EDIFICAÇÕES DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO¹

PRODUCTIVITY STUDY IN CAST-IN-SITE CONCRETE WALL BUILDINGS

Fabício Neufeld Hubert²

Fladimir Fernandes dos Santos³

Marco Aurélio Batista de Sousa⁴

RESUMO

A indústria da construção civil possui uma importante participação na composição do Produto Interno Bruto do Brasil, diante disso, é necessário que ela seja desenvolvida nos seus processos produtivos. Neste contexto, o trabalho trata sobre os índices de produtividade e fatores que interferem na produção de paredes de concreto moldadas *in loco*. Como metodologia foram utilizados os cálculos da Razão Unitária de Produção (RUP), sendo mensurada uma edificação de paredes de concreto moldadas *in loco*, localizada na cidade de Bagé/RS. A pesquisa também teve como base o Modelo dos Fatores, que proporciona conhecer os fatores que estão ligados à perda de produtividade. Após os dados obtidos no canteiro de obras, eles foram tratados e analisados, no qual foi possível observar que as principais influências na produtividade são a logística do canteiro, a qual pode ser resolvida por meio da gestão dos equipamentos e da programação do recebimento de materiais; e condições meteorológicas, no caso, os ventos fortes, pois, para garantir a integridade dos funcionários, a grua não pôde fazer o içamento das formas.

Palavras-chave: produtividade, RUP, modelo de fatores, paredes de concreto moldadas, gerenciamento de obras.

ABSTRACT

The construction industry has an important participation in the composition of the Gross Domestic Product of Brazil, therefore, it is necessary that it be developed

¹ Recebido em 28/03/2023. Aprovado em 19/04/2023. DOI: 10.5281/zenodo.10066716

² Universidade Federal do Pampa. fabriciohubert@gmail.com

³ Universidade Federal do Pampa. fladimirsantos@unipampa.edu.br

⁴ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul mcbsousa@bol.com.br



RELISE

in its production processes. In this context, the work deals with productivity indices and factors that interfere in the production of concrete walls molded in loco. The calculations of the Unitary Production Ratio (RUP) were used as methodology, and a building of concrete walls molded in loco, located in the city of Bagé/RS, was measured. The research was also based on the Factor Model, which provides knowledge of the factors that are linked to the loss of productivity. After the data obtained at the construction site, they were treated and analyzed, in which it was possible to observe that the main influences on productivity are the logistics of the construction site, which can be solved through the management of equipment and the scheduling of the receipt of materials; and weather conditions, in this case, the strong winds, because, to ensure the integrity of the employees, the crane could not lift the shapes.

Keywords: productivity, RUP, factor model, concrete walls molded on site, construction management.

INTRODUÇÃO

A construção civil vem sendo considerada uma indústria com produtividade insatisfatória no uso da mão de obra. Se tal afirmação merecia atenção há algumas décadas, isso se torna cada vez mais preocupante na medida em que se tem um acirramento na competição nesse mercado (SOUZA, 2006).

Nesse sentido, conforme CBIC e FGV (2012), no período de grande crescimento do setor da construção civil brasileira, a produtividade do setor apresentou desempenho negativo (CBIC, 2016).

Pesquisas realizadas a respeito desse assunto (produtividade no setor da construção civil) tiveram diversos enfoques, dentre eles: a proposta de uma metodologia para o estudo da produtividade da mão de obra no serviço de fôrmas para estruturas de concreto armado (SOUZA, 1996); a análise da produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria por meio da identificação e entendimento dos fatores que a fazem variar (CARRARO, 1998); a produtividade nos sistemas de vedação vertical (SOUZA, 1998); o monitoramento da produtividade da mão de obra na execução de alvenaria



RELISE

(CARRARO; SOUZA, 1998); e a identificação dos fatores que afetam a produtividade em obras repetitivas (OLIVEIRA; DALLA'OGGIO; MARTINS, 1998).

Além da produtividade da mão de obra na execução de revestimentos de argamassa (ARAÚJO; SOUZA, 2000a); os fatores que influenciam a produtividade na execução de alvenaria (ARAÚJO; SOUZA, 2000b); os fatores que afetam a produtividade da linha de base em construção de alvenaria (SWEIS et al., 2008); a medida de produtividade de mão de obra para alvenaria e aplicação em planejamento pelo método das linhas de balanço (MAGGI, SANTOS; BARBOSA, 2008); e a modelagem da variabilidade da produtividade do trabalho em alvenaria (SWEIS et al., 2009) também foram pesquisadas.

De estudos sobre a produtividade em alvenaria de vedação (HERCULANO, 2010); os projetos que foram concluídos com excedentes significativos de tempo e custo, estudando-se a relação entre excesso de tempo e produtividade do trabalho em canteiros de obras (AMEH; OSEGBO, 2011); a produtividade na construção civil brasileira como um todo (CBIC; FGV, 2012); e a produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural e alvenaria convencional (TRINDADE, 2013).

E, de fatores que influenciam na produtividade da construção (HUGHES; THORPE, 2014; DIXIT et al., 2017); a análise da produtividade da mão de obra na construção civil (SOARES; BAROLLO; FREITAS, 2015); o estudo do índice de produtividade da mão de obra do serviço de alvenaria de vedação em edifícios verticais (GALLO, 2016); e as mudanças temporais na produtividade do trabalho na construção (MA; LIU, 2018) também foram pesquisas desenvolvidas.

Apesar disso, não foram encontradas, na literatura pesquisada, trabalhos que abordassem a produtividade em edificação de paredes de concreto moldadas *in loco*, o que justifica a realização desse trabalho. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi realizar a mensuração da produtividade em



RELISE

edificação de paredes de concreto moldadas *in loco* e elencar os fatores responsáveis pela variação da produtividade.

METODOLOGIA

Diante da importância de mensurar a produtividade, fez-se necessário acompanhar a evolução de um canteiro de obras. Partiu-se, então, para as etapas de execução da pesquisa, sendo elas: coletar os dados em campo: que se resumem na quantidade de homens utilizados em cada tarefa e o tempo que eles dedicam para a sua execução; computar a quantidade de serviço executado a cada dia; identificar os fatores que poderiam interferir na produtividade, tais como: variações climáticas, ausência de materiais, falta de funcionários, entre outros fatores que poderiam afetar o processo de produção

De posse dos dados obtidos, eles foram tratados e organizados em gráficos que trazem os valores da RUP diária, RUP cíclica, RUP cumulativa e RUP potencial de cada uma das partes que compõe o método construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*. Para o tratamento dos dados obtidos em campo foi utilizada a ferramenta Microsoft Excel e, posteriormente, foi feita a apresentação e análise dos resultados.

FORMA DE CARACTERIZAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

A produtividade foi medida, com base em Sousa (1996), por um índice parcial denominado Razão Unitária de Produção (RUP), em que a razão entre entradas e saídas (brutas ou líquidas) é expressa em homens-hora, despendidos por quantidade de serviço realizado. O cálculo do número de homens-hora demandado refere-se à multiplicação do número de homens envolvidos pelo período de tempo de dedicação ao serviço.



RELISE

De acordo com Souza (2006), para padronizar a avaliação da RUP é necessário considerar a definição de quais homens estão inseridos na avaliação; a quantificação das horas de trabalho; a quantificação do serviço; a definição do período de tempo ao qual as mensurações de entradas e saídas se referem. Quanto menor for o índice, melhor é o rendimento da equipe. Por outro lado, a produtividade será pior à medida que o valor da RUP aumentar (SOUSA, 1996).

No entanto, vale salientar que há diferentes tipos de RUP, a saber: diária: envolve a relação homens-hora e a quantidades de serviço relativo ao dia de trabalho analisado; cumulativa: trata da relação homens-hora e de quantidades relativas ao período entre o primeiro e o último dia em estudo; potencial: é a mediana das RUPs diárias com valores abaixo da RUP cumulativa ao final do período em estudo, ou seja, é a produtividade representativa de um desempenho possível de ser repetido várias vezes.; cíclica: é a análise de todo o ciclo de execução do serviço (ARAÚJO; SOUZA, 2001).

Como a RUP pode variar, dependendo das condições às quais o canteiro e operários estão expostos, essa pesquisa ainda foi baseada no Modelo de Entradas e Saídas, mais especificamente, o Modelos dos Fatores.

A filosofia desse modelo leva em conta que a apropriação de índices de produtividade não será importante, ou útil, se não houver um entendimento dos fatores que fazem a produtividade de uma obra ser melhor, ou pior que outra. Desse modo, conhecer os fatores que afetam a produtividade é tão, ou mais, importante que simplesmente calcular índices de produtividade (CARRARO; SOUZA, 1998).

PADRONIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DE ENTRADAS

Conforme as recomendações de Thomas (1991 apud SOUZA; AGOPYAN, 1996), para que se obtenha uma uniformização quanto à apropriação do consumo da mão de obra, deve-se calcular as horas de trabalho



RELISE

dispendidas por uma equipe, que consiste em um encarregado e seus membros de equipe; as abstenções não são consideradas; o pessoal de apoio só é contabilizado quando o seu trabalho é devotado exclusivamente à equipe em estudo; e as horas apropriadas são as horas pagas (excluindo-se horas-prêmio).

Araújo e Souza (2001) indicam que a coleta dos valores de homens-hora empregados pode ser feita a partir do cartão de ponto, por meio de observações contínuas *in loco*, ou por meio de informações conseguidas com o encarregado da obra.

Com relação à análise em equipes, Souza (2006) sugere três possibilidades para a definição da mão de obra contemplada: Oficial: consideram-se apenas os oficiais diretamente envolvidos; Mão de obra direta: quando se acrescentam os ajudantes diretos ao grupo de oficiais; Mão de obra global: quando o esforço de apoio é acrescido ao da mão de obra direta.

No que diz respeito ao tempo de dedicação dos operários, Souza (2006) orienta que sejam consideradas as horas disponíveis para o trabalho, apropriando-se o tempo total que o operário está presente no canteiro e pronto para trabalhar. Não são, portanto, descontadas as horas de paralisação por culpa da gestão (por exemplo, por falta de material), não se adota a postura de computar apenas os tempos produtivos (o operário está disponível para o serviço, não importando o quão engajado ele esteja).

Para fins desta pesquisa, a coleta foi feita por meio de observações periódicas no canteiro e com o auxílio de informações obtidas pelo encarregado da obra. A medição da produtividade para as diversas composições das equipes não puderam ser avaliadas, pois a logística da construtora não conta com mão de obra auxiliar. As abstenções foram consideradas apenas em caso de falta de algum funcionário, estando ele no canteiro, pronto para trabalhar, foi contabilizado. Para o levantamento dos dados de produção foi criada uma planilha, a qual está exposta na Figura 1.



RELISE

Figura 1 – planilha para coleta de dados em canteiro

Atividade	Apartamento	Hora início	Hora Fim	Dia	Paredes realizadas no dia	Observação

Fonte: Elaborado pelos autores.

PADRONIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DE SAÍDAS

Pensando em uma padronização e precisão da RUP, Araújo e Souza (2001) enumeram duas informações que devem ser obtidas na medição das quantidades produzidas: quantidade executada de serviço; distinguem-se partes completas de um mesmo serviço passíveis de esforços distintos para serem executados; característica do serviço; as informações que caracterizam os serviços darão origem a um banco de dados que subsidiará a eleição de fatores potenciais influenciadores da produtividade.

Conforme Souza (2006), para uma padronização na medição dos serviços é necessário reconhecer as subtarefas que constituem cada tarefa e apropriar as quantidades para cada uma delas em separado.

Considerando que o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* é um processo industrializado e que as etapas são definidas, ele se divide em tarefas, tais como: montagem da proteção; marcação do gabarito; armação das paredes; instalações elétricas e hidráulicas; montagem das formas; armação da laje; concretagem; desforma.

Para cada etapa foi utilizado um modo de medição. Montagem da proteção – medida em metros lineares em relação ao perímetro da obra. Marcação do gabarito – medido em metros lineares de parede projetada sobre a laje inferior. Instalações elétricas e hidráulicas – para esta etapa foram organizados kits os quais foram confeccionados previamente e posteriormente apenas instalados. Foi então medido o tempo de instalação de cada kit. Armação, enforme e concretagem das paredes estruturais – para esta medição

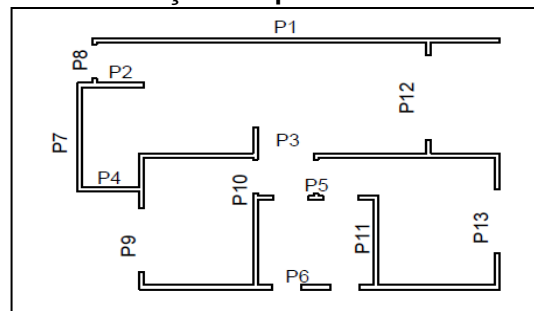


RELISE

foi utilizado um modelo proposto por Souza (2006), que somente a área líquida da parede é medida, ou seja, os vãos da parede como portas e janelas foram descontados.

Para esta etapa foi criado um croqui da obra, disposta na Figura 2, e cada uma das paredes foi numerada para facilitar a coleta dos dados.

Figura 2 – Numeração das paredes da obra em estudo



Fonte: elaborado pelos autores.

INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados por meio de visitas ao canteiro de obras. Para a captação dos dados foram utilizados planilhas: para a anotação dos volumes produzidos, homens utilizados em cada uma das tarefas, bem como os períodos trabalhados. Nessa planilha foram anotados os fatores que influenciaram no rendimento dos operários, como clima, temperatura, falta de insumos e eventuais anormalidades que possam ter ocorrido no canteiro. Além da trena; para fazer a medição dos volumes produzidos. E, da câmera fotográfica; para registrar as diversas atividades realizadas pelos operários que auxiliaram na análise de resultados.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para cumprir a proposta da pesquisa foi necessária a utilização de um empreendimento para que pudessem ser feitas as medições dos índices de sua produtividade. Para tal, foi utilizado um canteiro de obras localizado na cidade



RELISE

de Bagé/RS, Brasil. Seguindo a ética profissional, foi combinado com a direção da empresa que detalhes técnicos seriam mantidos em anonimato.

Ademais, observa-se que foi pedido pela direção da empresa que imagens internas do canteiro não fossem publicadas, de modo que as imagens aqui apresentadas são ilustrativas. Diante do exposto, na sequência são apresentados o empreendimento, as suas características, bem como os índices e os fatores relacionados à produtividade na execução de paredes de concreto moldadas *in loco*, mensurados durante o período de estudo.

CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

O empreendimento é um condomínio vertical (Figura 3) que apresenta quatro torres de nove andares sobre pilotis, totalizando 10 pavimentos cada uma, somando 144 apartamentos com dois dormitórios cada. O pavimento térreo será utilizado para estacionamento, e os andares superiores como apartamentos.

Figura 3 – empreendimento utilizado no estudo



Fonte: dados da pesquisa

Os pavimentos contam com apartamentos de 48 m² (Figura 4) e são constituídos por dormitório, suíte, banheiro social, sala de estar, cozinha e sacada. As áreas de comum utilização apresentam 30,30 m². Deste modo, cada pavimento totaliza uma área de 222,30 m².



RELISE

Figura 4 – apartamento de 48 m²



Fonte: dados da pesquisa.

Caracterização dos serviços e equipamentos

A seguir estão apresentados os processos estudados, com as composições das equipes utilizadas em cada um deles, bem como os materiais e equipamentos utilizados, além da descrição do transporte dos materiais. Vale destacar que o regime de contratação dos funcionários da obra foi feito na forma de carteira assinada, no qual os funcionários recebem o seu salário independentemente da quantidade de serviço produzida no mês.

Montagem da proteção

A medição desta etapa não pode ser feita, pois, a equipe trabalhava em locais distintos, sem uma sequência, de modo que impossibilitou a quantificação desta etapa.

Marcação do gabarito

Para esse serviço é utilizado apenas um profissional. O mesmo, com auxílio de linhas, faz a instalação dos esquadros para posterior alocação das fôrmas. Os esquadros são fixados na laje com auxílio de um dispositivo que faz a fixação com pinos de aço.



RELISE

Armação das paredes

Nessa etapa a quantidade de funcionários pode variar, pois eles trabalham, simultaneamente, na montagem e na confecção dos kits na central de ferragem. As malhas são amarradas às esperas da laje com arame recozido e com a ferramenta torquês, após o nivelamento, com o nível de mão.

Instalações elétricas e hidráulicas

Por ser feita nos *shaft's*, a instalação hidráulica foi considerada como uma etapa de acabamento, e tal atividade era realizada posteriormente. Para a instalação elétrica, dois funcionários são utilizados nesta etapa. Os kits com o material elétrico são separados previamente, e os tubos são cortados no ato da instalação. As caixas são fixadas na armadura, bem como os tubos.

Montagem das fôrmas

O processo de montagem de fôrmas é realizado com auxílio da grua, onde há um operador e um auxiliar que trabalham na fixação das fôrmas, no cabo para o içamento dos materiais. Dois operários recebem e posicionam a fôrma no local correto, enquanto o terceiro faz a raspagem e aplica o desmoldante. Conforme as formas são posicionadas, três operários fazem o seu travamento, sendo que o processo de montagem ocorre de forma paralela com a desforma. As fôrmas são retiradas de um par de apartamentos e, após, são montadas no próximo par de apartamento a ser executado.

Uma particularidade na medição de montagem das fôrmas é que, embora elas estivessem posicionadas nos locais, nem sempre elas estavam travadas e, desta forma, não poderiam ser consideradas como prontas para receber o concreto. Então, ocorreu que, às vezes, as formas eram posicionadas ao fim do dia, mas ainda sem o seu travamento, isto dificultou a medição da quantidade de metros quadrados de parede montadas por dia.



RELISE

Armação da laje

As lajes são pré-moldadas e são colocadas após a desforma das paredes, de forma que não fazem parte do ciclo de elevação de paredes.

Concretagem

O concreto é dosado em central e bombeado. Nesta etapa, um funcionário opera o mangote, enquanto outros dois funcionários fazem a regularização do concreto.

Desforma

O processo de desforma é semelhante com a montagem das formas e ocorre de forma paralela à montagem. Três funcionários fazem o destravamento das fôrmas, enquanto outros dois soltam a forma das paredes. Em sequência, o auxiliar da grua prende a forma, que é içada.

Condições de trabalho

Quanto às condições de trabalho, foi possível observar que o canteiro contava com a presença de um técnico em segurança do trabalho, e todos os equipamentos de proteção individual eram fornecidos aos funcionários. Ademais, a jornada de trabalho era das 7h 45 às 18 h 00, com 1 h 15 de horário de almoço, totalizando em 8 horas e 45 minutos de trabalho. O expediente de trabalho ocorria de segunda a sexta-feira, sendo que, aos sábados, era de forma esporádica.

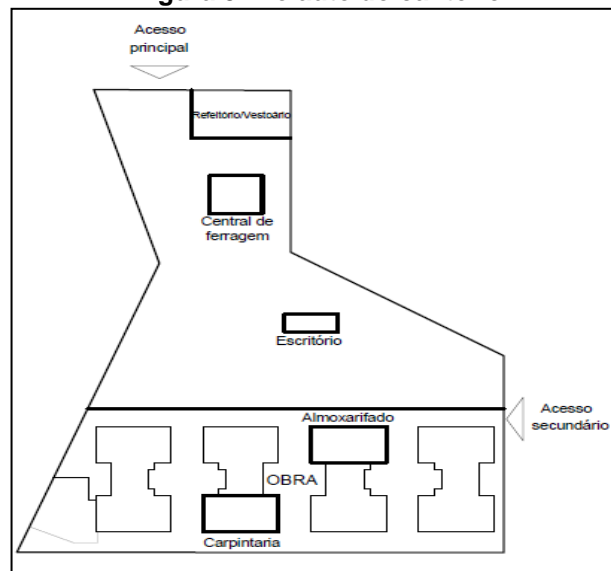


RELISE

Leiaute do canteiro

O canteiro era amplo e todos os materiais estavam dispostos no seu interior, como pode ser visto no leiaute representado na Figura 5. O acesso dos caminhões, tanto da bomba, quanto o de concreto, eram facilitados.

Figura 5 – leiaute do canteiro



Fonte: elaborado pelos autores.

ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DE CADA ETAPA DO PROCESSO CONSTRUTIVO

Como já mencionado neste trabalho, o objetivo da pesquisa envolveu a análise dos índices de produtividade do método construtivo de paredes de concreto em cada um de seus processos. Cabe lembrar que o cálculo da RUP leva em consideração a quantidade de homens utilizados durante o período, para produzir uma determinada quantidade de serviço.

Quanto à forma da medição, ela não foi feita com periodicidade, ou seja, os índices não foram medidos em datas subseqüentes, podendo haver intervalos maiores ou menores entre uma medição e outra. Na Figura 6, estão expostos os dias em que cada um dos processos foi mensurado, bem como a condição



RELISE

climática e as temperaturas máxima e mínima. Como previsto no cronograma, as medições foram realizadas entre os dias 19 de julho e 11 de agosto.

Figura 6 – calendário de medições 1

Julho					
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	
17 ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	18 ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	19 ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	20 ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	21 ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	21 ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma
24 ☁ 16' 26' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	25 ☁ 14' 21' 1mm ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	26 ☁ 16' 22' 2mm ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	27 ● 17' 27' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	28 ● 16' 26' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	28 ● 16' 26' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma
31 ● 13' 25' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	1 ☁ 13' 22' - ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	2 ☁ 13' 17' 15 mm ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	3 ☁ 9' 16' 39 mm ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	4 ● 3' 7' - ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	4 ● 3' 7' - ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma
7 ● 12' 23' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	8 ☁ 14' 19' 25 mm ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	9 ☁ 8' 18' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	10 ☁ 10' 19' ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	11 ☁ 14' 16' 13mm ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	11 ☁ 14' 16' 13mm ● Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma

Fonte: elaborado pelos autores

Após o tratamento dos dados obtidos, encontrou-se inconsistência em algumas medições e julgou-se necessário fazer mais medições. Foram então feitas mais medições no período de 27 de outubro a 6 de novembro, as quais estão expostas na Figura 7.

Foram feitas as medições, e os dados foram tratados e organizados em gráficos, mostrando-se os valores da RUP diária, RUP cíclica, RUP cumulativa e RUP potencial, de cada uma das partes que compõe o método construtivo de paredes de concreto moldadas in loco. A seguir estão apresentados os dados obtidos em cada uma das etapas do processo.



RELISE

Figura 7 – calendário de medições 2

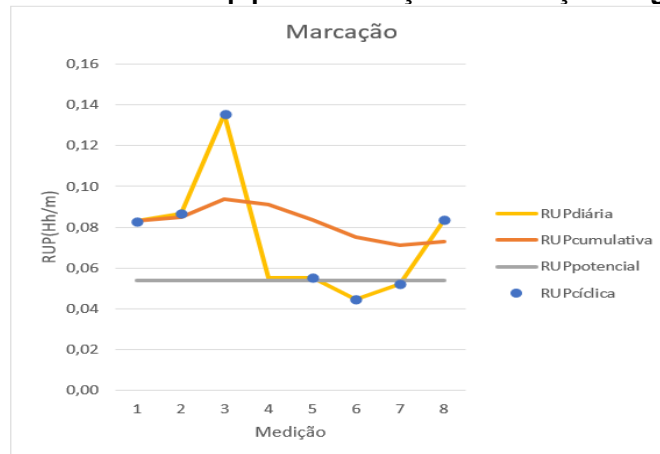
Outubro/Novembro				
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
23 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	24 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	25 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	26 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	27 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma 13' 21' 17mm
30 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma 15' 25'	31 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma 10' 23' 1mm	1 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma 15' 26' 2mm	2 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma 13' 27'	3 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma 17' 25' 0,5mm
6 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma 13' 25'	7 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	8 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	9 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma	10 Marcação Ferragem Elétrico Montagem Concretagem Desforma

Fonte: elaborado pelos autores

Marcação do gabarito

O Gráfico 1 apresenta os valores obtidos para a etapa de marcação.

Gráfico 1 – dados de rup para o serviço de marcação do gabarito



Fonte: dados da pesquisa.

Nesta etapa, foram realizadas oito medições. A produtividade nos primeiros três dias de medição teve valores acima do potencial, o que caracteriza uma produtividade abaixo do esperado. O alto valor da RUP diária, no terceiro dia, é justificado, pois neste dia foram posicionados os esquadros de apenas um apartamento, porém, as linhas foram posicionadas em ambos os lados da



RELISE

edificação (para os dois apartamentos), o que diminuiu a metragem produzida e, conseqüentemente, o valor da RUP.

No quarto e no quinto dia, os valores de RUP diária e potencial são idênticos, isso é explicado pelo fato de, no quarto dia, o funcionário apenas ter colocado as linhas e não ter feito a instalação de nenhum esquadro de marcação. Nesse caso, se o cálculo fosse feito de forma direta, a produtividade no quarto dia seria igual a zero, o que não condiz com a realidade. Para tal caso foi feita uma proporção das horas trabalhadas em cada dia pelo total de horas necessárias para a conclusão do serviço.

A partir da sexta e sétima medição a produtividade teve índices acima do valor potencial, apresentando o que representa boa produtividade. Na última medição foi possível notar novamente uma perda de produtividade que é explicada pelo gasto de tempo para o treinamento de um novo funcionário.

Considerando que a RUP cumulativa serve para detectar as tendências do desempenho do serviço a longo prazo, analisando o gráfico pode-se dizer que a tendência é otimista, pois há um decréscimo significativo em tais valores.

Como os processos deste método construtivo são de curta duração, os ciclos, na maioria das vezes, são iniciados e concluídos no dia. Por este motivo, a RUP cíclica coincide em praticamente todas as medições com a RUP diária, exceto na quarta e quinta medição, onde o processo se estendeu por dois dias.

Armação de paredes

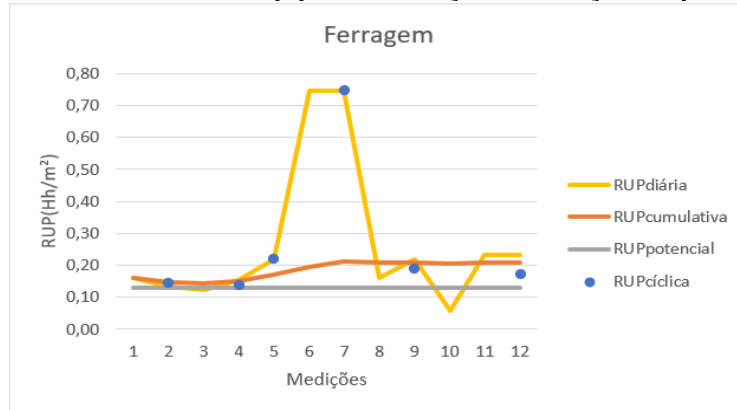
As primeiras quatro medições da RUP diária apresentaram valores perto do potencial da equipe. Na sexta e sétima medição pôde-se perceber uma linearidade da produtividade. Isso ocorre porque o processo consiste em montar a malha, colocar os reforços, posicionar os espaçadores e fazer a limpeza. Neste caso, os operários montaram toda a estrutura de malhas; no sexto dia, restando apenas os reforços, os separadores e a limpeza, para o sétimo dia, e para que



RELISE

não houvesse uma descaracterização dos dados, foi feita uma proporção de horas trabalhadas por dia, pelo tempo total de execução da tarefa.

Gráfico 2 – dados de rup para o serviço de armação de paredes



Fonte: dados da pesquisa

Nestas duas medições existe uma perda na produtividade a qual é justificada, pois ela corresponde à execução da circulação, que apresenta complexidade pelo fato da maior densidade de paredes, além disso, ela foi realizada quando ocorreu uma auditoria no canteiro, o que pode ter ocasionado o desvio de função dos funcionários. A mesma proporção de horas trabalhadas por dia, pelo tempo total de execução, foi utilizada nos ciclos subsequentes, o que caracteriza a boa produtividade na décima medição, pois, apenas um funcionário iniciou a atividade naquele dia.

Observando a RUP cumulativa, pode-se observar uma diminuição de produtividade entre o primeiro período analisado e o segundo, isso pode ser explicado pelo fato de alguns funcionários terem sido deslocados para outro canteiro; diante disso, foram contratados outros ferreiros com menos experiência.

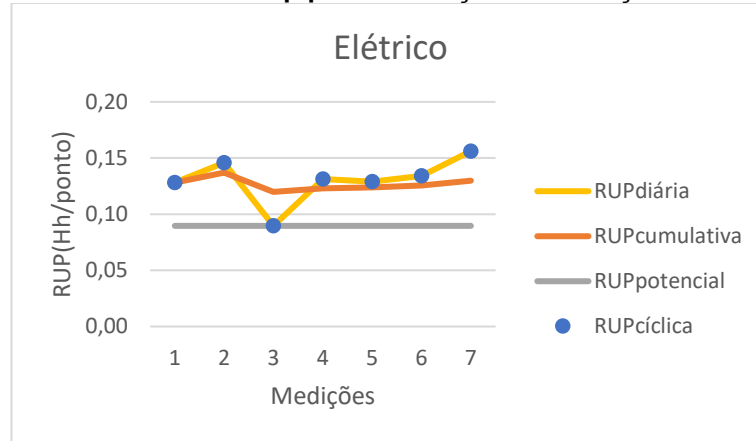
Instalações elétricas

No Gráfico 3 estão dispostos os dados referentes às instalações elétricas verticais.



RELISE

Gráfico 3 – dados de rup para o serviço de instalações elétricas



Fonte: dados da pesquisa

Dentre as atividades acompanhadas em obra, esse é o processo que apresenta os piores índices de produtividade. Os valores das RUP's diárias se mantiveram distantes da RUP potencial, sendo que a mesma foi alcançada apenas na terceira medição. Neste dia ocorreu uma leve chuva, o que não afetou na produtividade. Na sétima medição, já com um volume bem maior de chuva, a mesma pode explicar uma queda no rendimento da equipe, de modo que os valores ficaram em 0,16 Hh/ponto, o que caracteriza um valor 77% acima do esperado, ou seja, da RUP Potencial. Neste caso, a RUP cumulativa apresenta resultados negativos, pois existe uma tendência de perda de produtividade a longo prazo.

Montagem de fôrmas

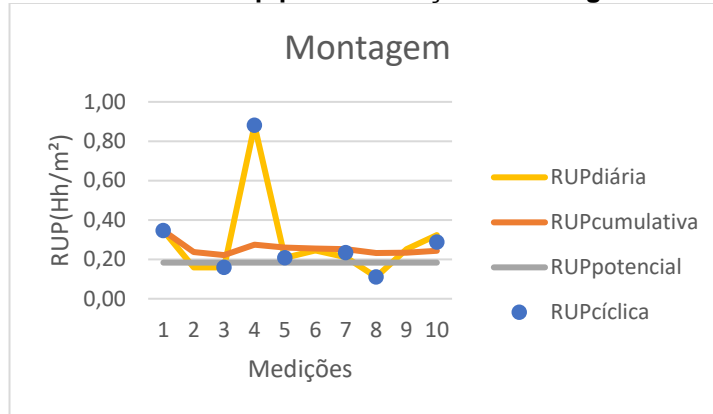
O Gráfico 4 apresenta os dados obtidos para a etapa de montagem das fôrmas.

No primeiro dia mediu-se um valor abaixo do esperado, isso pode ser explicado pela baixa temperatura. O processo de fôrma e desfôrma ocorre em paralelo, como já citado. Devido à baixa temperatura, o concreto teve um tempo de cura mais longo, o que tornou a desfôrma mais lenta, pois exigia maior cuidado no momento de içar as fôrmas com a grua.



RELISE

Gráfico 4 – dados de rup para o serviço de montagem de fôrmas



Fonte: dados da pesquisa

Na quarta medição o valor teve um aumento discrepante devido ao uso da grua em outras atividades, de modo que o processo teve uma pausa de quase uma hora e, também, pelo fato de a circulação ter uma densidade maior de paredes, tornando a sua montagem mais complexa. Vale ressaltar que, na quinta e na sétima medição, houve um volume de 39 e 25 mm de chuva, respectivamente, o que não comprometeu o rendimento da equipe. A última medição teve um valor abaixo do potencial devido a manutenção de uma peça que fez com que a grua parasse por aproximadamente 20 minutos.

Durante o período de medições houve dois dias em que a incidência de vento ultrapassou os 45Km/h. Para garantir a integridade dos funcionários, a grua não pôde fazer o içamento das formas. Mesmo com a variação da RUP diária, ao analisar a RUP cumulativa pode-se observar a linearidade, tendo em vista que RUP cumulativa serve para detectar a tendência a longo prazo, sendo um resultado satisfatório, considerando que os valores se aproximam da RUP potencial.

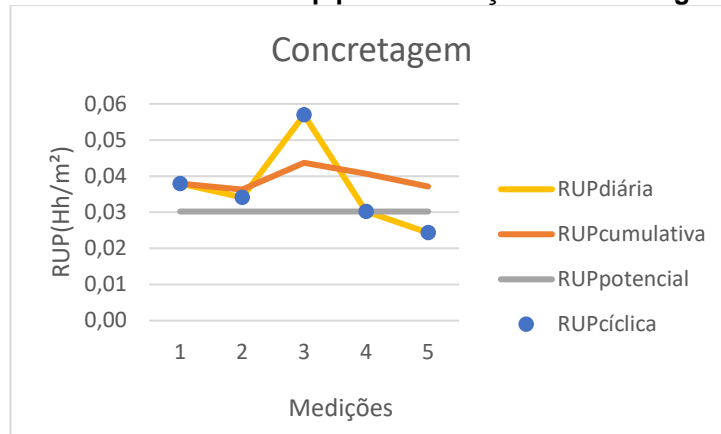
Concretagem

No Gráfico 5 estão expostos os dados referentes às medições das concretagens executadas.



RELISE

Gráfico 5 – dados de rup para o serviço de concretagem



Fonte: dados da pesquisa

A primeira medição teve um valor abaixo do potencial, pois houve um atraso no segundo caminhão de concreto. O primeiro caminhão foi descarregado completamente às 13 horas e 59 minutos, enquanto o bombeamento do segundo iniciou às 14 horas e 36 minutos. É possível observar uma perda na produtividade da segunda, para a terceira medição. Essa diminuição no rendimento tem explicação, pois a terceira medição foi feita no primeiro pavimento, onde ocorre a união entre as paredes e o pilotis.

Devido a algumas saliências na laje do pilotis, em alguns locais ficaram aberturas na interface das formas e da laje do pavimento térreo as quais foram fechadas com argamassa. Como essa argamassa ainda não se encontrava totalmente seca, a concretagem foi feita de forma mais lenta e de modo a preencher toda a base das formas, primeiramente, e, na sequência, foi preenchida na sua totalidade, evitando que o concreto não vazasse por essas fendas.

Na quarta e na quinta medição, os caminhões já estavam esperando quando o anterior terminava sua descarga, de modo que os valores ficaram iguais e abaixo da RUP potencial, respectivamente. Analisando o gráfico de RUP cumulativa, pôde-se notar uma tendência positiva, pois os valores vão diminuindo ao longo do tempo.

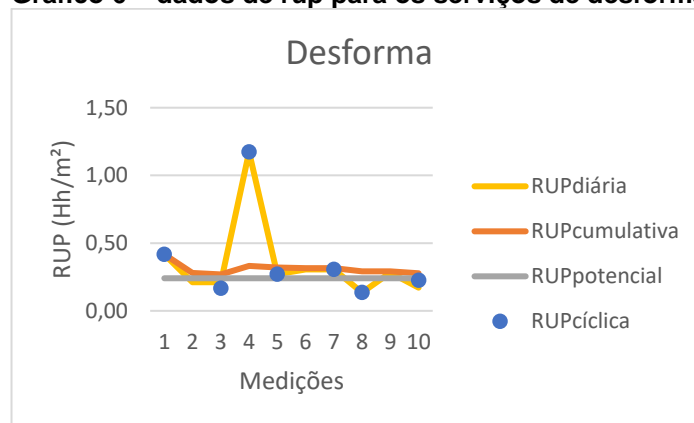


RELISE

Desforma

Os dados de desforma, apresentados no Gráfico 6, são semelhantes aos de montagem das formas, pelo fato de as etapas ocorrerem simultaneamente.

Gráfico 6 – dados de rup para os serviços de desforma



Fonte: dados da pesquisa

Como na montagem, os fatores do clima, como o frio intenso (retardando a desforma), a logística dos equipamentos e a velocidade do vento (limitando o trabalho da grua), são fatores que influenciaram os índices de produtividade nesta etapa.

Fatores influenciadores na variação da produtividade

Após a produção das paredes de concreto moldadas *in loco* e a medição dos índices de produtividade, foi possível a identificação de cinco fatores que interferiram na produtividade, os quais são apresentados na sequência.

Características do produto

Nas etapas de montagem de armadura e formas pode-se notar a perda de rendimento quando se tratava da execução da circulação, por ela ter uma maior densidade de paredes, quando comparada aos apartamentos. Isso fica evidente nas medições onde a circulação foi medida de forma individual, como



RELISE

um ciclo. Quando a circulação foi medida juntamente com os apartamentos, essa variação não foi tão discrepante.

Variação climática

Considerando que a chuva é, na maioria das vezes, a vilã na construção civil, após analisar os dados do canteiro de obras, pode-se dizer que ela teve influência em alguns casos, porém, não relevantes nesta pesquisa. O que já não se pode dizer no caso do vento, pois ele parou o transporte vertical e, em alguns casos, também, o transporte horizontal do canteiro, interferindo na produção das paredes de concreto moldadas *in loco*.

A questão da temperatura teve influência na cura do concreto, acarretando atrasos e demoras nos processos de desforma. Quanto ao desempenho dos funcionários, nos dias frios não foi possível notar diferença. No período em que foram feitas as medições, as temperaturas e níveis de insolação eram mais amenos, dessa forma, não se pôde ter uma noção da influência desses fatores na redução da produtividade dos funcionários.

Mão de obra

Um processo industrializado, como as paredes de concreto moldadas *in loco*, exige treinamento e pessoal qualificado para a execução das tarefas. No processo de ferragem, pôde-se notar uma perda de produtividade com a contratação de funcionários com menos experiência.

Nos outros processos, como os operários já vinham trabalhando com o sistema há um bom tempo, pôde-se notar que o fator da mão de obra é quase que nulo quando se diz respeito a perda de produtividade. No que diz respeito às faltas ao trabalho, não foi possível observar nenhuma falta. Em alguns casos, operários foram realocados para a execução de outra função.



RELISE

Logística do canteiro/equipamentos

Em um canteiro amplo, com várias etapas ocorrendo ao mesmo tempo, a organização é fundamental. Observando os resultados, o fato de a grua trabalhar em praticamente todos os processos do canteiro acabou prejudicando a produtividade, por exemplo, na montagem das formas. Por outro lado, a grua é usada para fazer o transporte dos esquadros de um prédio para outro, se isto tivesse que ser feito de forma manual, acarretaria em uma perda de rendimento no serviço de marcação, por exemplo.

Falta de materiais

De forma pontual, aconteceu um atraso na entrega do concreto, retardando a conclusão da concretagem. Mas de forma geral, não foi um problema presente no canteiro de obras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo foi possível coletar índices de produtividade por meio de mensurações e observações *in loco*, para que, posteriormente, pudessem ser analisados os fatores responsáveis pela variação desses índices.

No que se refere à mensuração da produtividade em edificação de paredes de concreto moldadas *in loco*, pode-se dizer que se trata de um processo bastante complexo e pouco desenvolvido. Uma maior preparação dos responsáveis, por meio da utilização de técnicas de planejamento e de fiscalização, atenta e em sintonia com os encarregados da obra, são fatores estratégicos para a obtenção de melhores resultados.

Com este trabalho foram identificados alguns fatores responsáveis pela variação da produtividade, tais como: características da obra, vento, mão de obra de operário sem experiência nas tarefas, logística do canteiro/equipamentos e a



RELISE

falta de materiais que, apesar de ter ocorrido apenas uma vez, acabou retardando a conclusão da concretagem.

Quanto aos fatores responsáveis pela variação da produtividade de edificação de paredes de concreto moldadas *in loco* conclui-se que o maior influenciador é a logística do canteiro, que pode ser resolvida por meio da gestão dos equipamentos e da programação do recebimento de materiais. Outro fator que não pode ser controlado são as condições meteorológicas que apresentaram influência significativa nos resultados, no caso, os ventos fortes.

No que diz respeito às características da obra, a densidade de paredes reduz significativamente a produção, fator esse que não pode ser controlado, pois as áreas de escada, circulação e elevador, na maioria das vezes, possui uma maior densidade de paredes. Por fim, a qualificação constante dos funcionários e o treinamento por meio da repetição das tarefas contribui para que se obtenha melhores índices de produtividade.

Ao término deste trabalho, pode-se constatar como é importante o estudo da produtividade. Tendo em mente que a construção civil precisa se aprimorar no desenvolvimento de seus processos de gestão de obras, esse método corrobora com essa ideia e demonstra que é cada vez mais necessário o estudo e a otimização dos processos dentro do canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

AMEH. O. J.; OSEGBO, E. E. Study of relationship between time overrun and productivity on construction sites. **International Journal of Construction Supply Chain Management**, v.1, n. 1, p. 56-67, 2011.

ARAÚJO, L.O.C; SOUZA, U. E. L. **A produtividade da mão-de-obra na execução de revestimentos de argamassa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, v.3., 2000a, Vitória. **Anais...** Vitória: ANTAC, 2000a. p. 715-725.



RELISE

ARAÚJO, L.O.C; SOUZA, U. E. L. **Fatores que influenciam a produtividade da alvenaria: Detecção e quantificação.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 8., 2000b, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000b. Não paginado.

ARAÚJO, L.O.C; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria: Detecção e quantificação de fatores influenciadores.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2001, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2001. p. 01-25.

CARRARO, L.O.C. **Produtividade da mão de obra no serviço de alvenaria.** 1998. 226p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CARRARO, F; SOUZA, E.L. **Monitoramento da produtividade da mão de obra na execução da alvenaria: Um caminho para a otimização dos recursos.** In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, v.1, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1998. p. 291 – 298.

CBIC / FGV. **A produtividade da construção civil brasileira.** Estudo realizado pela parceria da Câmara Brasileira da Indústria da Construção com a Fundação Getúlio Vargas. 2012. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/apresentacoes-estudos/a-produtividade-da-construcao-civil-brasileira>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Produtividade da Construção Civil brasileira** – Estudos Específicos da Construção Civil. Fundação Getúlio Vargas: São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produtividade-da-construcao-civil-brasileira>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DIXIT, S.; PANDEY, A. K.; MANDAL, S. N.; BANSAL, S. A study of enabling factors affecting construction productivity: Indian scnerio. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 8, n. 6, p. 741-758, 2017.

GALLO, S. R. **Estudo de produtividade da alvenaria de vedação em edifícios verticais.** 2016. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.



RELISE

HERCULANO, M. T. **Produtividade em alvenaria de vedação de blocos cerâmicos**: análise comparativa. 2010. 52 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

HUGHES, R.; THORPE, D. A review of enabling factors in construction industry productivity in an Australian environment. **Construction Innovation**. V. 14, n. 2, p.210-228, 2014.

MA, L; LIU, C. Decomposition of temporal changes in construction labour productivity, **International Journal of Construction Management**, v. 18, n. 1, p. 65-77, 2018.

MAGGI, L. O., SANTOS, A. M.; BARBOSA, J. A. medida de produtividade de mão de obra para alvenaria e aplicação em planejamento pelo método das linhas de balanço. **Da Vinci**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 121-132, 2008.

OLIVEIRA, R.R.; DALLA'OGGIO, S.; MARTINS, C. E. **Estudo de fatores que afetam a produtividade em obras repetitivas**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO, v.1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, p.323-330, 1998.

SOARES, S. R.; BAROLLO, B. E.; FREITAS, R. R. **Análise da produtividade da mão de obra na construção civil em uma empresa do Espírito Santo**. In: WORKSHOP ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO – UFES/CEUNES, V. 1., 2015, São Mateus. **Anais...** Espírito Santo: UFES, 2015.

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 em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1996.

SOUZA, U.E.L. **Produtividade e custos dos sistemas de vedação vertical**. In: Seminário Tecnologia e Gestão na produtividade de edifícios: Vedações verticais, v.1., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC-USP, p. 237-248, 1998.

SOUZA, U.E.L. **Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.8., 2000, Salvador, Bahia, Brasil. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000.



RELISE

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

SWEIS; G. J.; SWEIS, R. J.; ABU HAMMAD, A. A.; RANDOLPH, T. H. Factors affecting baseline productivity in masonry construction: a comparative study in the US, UK and Jordan. **Architectural Science Review**. v. 51, n. 2, p. 146- 152, 2008.

SWEIS, R. J.; SWEIS. G. J.; ABU HAMMAD, A. A.; ABU RUMMAN. M. Modeling the variability of labor productivity in masonry construction. **Jordan Journal of Civil Engineering**. v. 3. n. 3, 2009, p. 197-212.

TRINDADE, R. S. **Produtividade da mão de obra na execução de alvenaria estrutural e alvenaria convencional**. 2013. 102 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2013.