

# ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE E DO CUSTO ENTRE O SISTEMA DE PRODUÇÃO COM ARGAMASSA ESTABILIZADA, PREPARADA EM OBRA E A PRODUZIDA COM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA<sup>1</sup>

ANGELIM, V. L., Universidade Federal do Ceará, e-mail: angelim.vanessa@gmail.com;  
HEINECK, L. F. M., Universidade Estadual do Ceará, e-mail: luiz.heineck@uece.br

## ABSTRACT

*This research works coastwise evaluates the performance of three different methods of mortar production for bricklaying. Typical on site production of local mortar mixing sand, lime and cement is compared to the supply of premixed 25 kg bags of those materials and stabilized premixed mortar paste in terms of manpower consumption both for bricklaying and mortar mixing and distribution. The research method was a case study in a building site located in the city of Fortaleza, Ceará. Apart from that, material and equipment costs for mixing and transportation were taken into consideration. RUP productivity assessment methodology indicates that man hours in connection to mortar supply are reduced to a third but total costs are very similar, due to the commercial costs of more industrialized materials. This research advocates a stronger commercial bargaining power for building companies and scale economies in order to make cost significant advances in building production, taking advantage of the already achieved productivity improvements put forward by more industrialised methods of mortar supply.*

**Keywords:** Productivity. Mortar Method. Stabilized Mortar. Industrialized Mortar. Local Mixed Mortar.

## 1 INTRODUÇÃO

A competição de mercado em um mercado consumidor cada vez mais exigente tem levado as empresas a procurar formas de desenvolver produtos e serviços a custos mais baixos, com menor *lead time* e maior qualidade. Diante desse cenário, há a necessidade de repensar os processos e obter níveis mais altos de produtividade como estratégia para se obter vantagens competitivas (KOTZIAS; MARCHIORI, 2012).

De acordo com a CBIC (2016), a produtividade é uma variável que abrange todos os eventos que afetam a produção e que está associada não somente à quantidade de mão de obra e capital empregado, mas também aos progressos tecnológicos e a qualificação do capital humano.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a produtividade e o custo composto por mão de obra, material e equipamentos de três sistemas de produção de argamassa: argamassa estabilizada, argamassa preparada em obra e argamassa produzida utilizando argamassa industrializada.

<sup>1</sup> ANGELIM, V. L., HEINECK, L. F. M. Análise da produtividade e do custo entre o sistema de produção com argamassa estabilizada, preparada em obra e a produzida com argamassa industrializada. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme Souza (2000), a forma mais transparente de se medir a produtividade em construções é a mensuração da mão de obra necessária para executar uma determinada unidade de serviço, denominada de razão unitária de produção (RUP). Esse indicador é representado pela razão da quantidade de homem-hora em determinado período de tempo e serviço (entrada), pela quantidade de unidade executada da atividade (saída).

$$\text{RUP} = \text{homens} \times \text{hora (H.h)} / \text{quantidade de serviço} \quad (1)$$

Há três maneiras de se coletar os homens-hora utilizados em determinada atividade: observação contínua; folha de pagamento; e com base nas informações do supervisor da tarefa. As saídas são mensuradas pela quantificação direta das atividades executadas, por exemplo, a área de assentamento de blocos de vedação executada em um dado tempo (SOUZA; AGOPYAN, 1996).

De acordo com Koskela (1992), em um sistema de produção existem atividades que não agregam valor, consideradas desperdícios, e reduzir essas atividades é um dos princípios fundamentais da filosofia construção enxuta, baseada no Sistema Toyota de Produção.

O tempo de ciclo é composto pela soma de todos os tempos para produzir um determinado produto ou serviço, incluem tempo de processamento - atividades de transformação do produto (atividades de conversão) - e tempos de transporte, espera e inspeção (atividades de fluxos). A redução do tempo de ciclo proporciona maior produtividade, maior eficiência dos processos e redução de custos (KOSKELA, 1992).

Formoso (2002) afirma que o princípio da construção enxuta denominado simplificar o processo produtivo através da redução do número de passos ou partes é bem caracterizado por aplicações de sistemas construtivos racionalizados, que diminui o número de passos em um processo, reduzindo atividades desnecessárias e atribuindo ganho em produtividade.

Diante do exposto, é imprescindível que as empresas analisem quais fatores influenciam seus índices de produtividade, pois esses índices são utilizados na composição de custos de serviços, dimensionamento de mão de obra e para estimativa do cronograma executivo dos empreendimentos. Também é importante que as empresas possuam parâmetros para realizar o controle da produtividade esperada, a fim de melhorar continuamente a eficiência do sistema de produção (MARTINS, 2013).

## 3 METODOLOGIA

O método da pesquisa consistiu em estudo de caso para contabilização da RUP e do custo incorrido durante o serviço de assentamento de bloco de vedação em três cenários de produção com o uso de diferentes argamassas, descritas a seguir:

- Argamassa Prepara em Obra (APO): produção de argamassa por sistema tradicional com central de betoneira em obra utilizando insumos como cimento, areia e água;
- Argamassa Industrializada (AI): produção por meio de argamassa industrializada, comercializadas geralmente em sacos com 25 kg do material, que após a adição de água, torna-se pronta para uso na obra.
- Argamassa Estabilizada (AE): produzida através de processo industrial e transportada em caminhão betoneira conforme solicitação da obra. Entregue pronta para ser utilizada e conserva todas as suas características durante um período de até 24 horas.

O estudo de caso foi realizado através da coleta em campo dos dados necessários para a realização do trabalho. A empresa estudada foi fundada em 1987 e atua na região nordeste do Brasil, construindo empreendimentos residenciais e comerciais de médio e alto padrão.

O empreendimento estudado situa-se na cidade de Fortaleza, Ceará, composto por três torres residenciais, denominadas por Torre A, Torre B e Torre C, e cada torre composta por 21 pavimentos tipos e 126 apartamentos.

No momento do estudo havia uma equipe em cada torre executando o serviço de assentamento de bloco de vedação com prazo de execução de cinco dias por pavimento, portanto, eram executados mensalmente quatro pavimentos de alvenaria em cada torre.

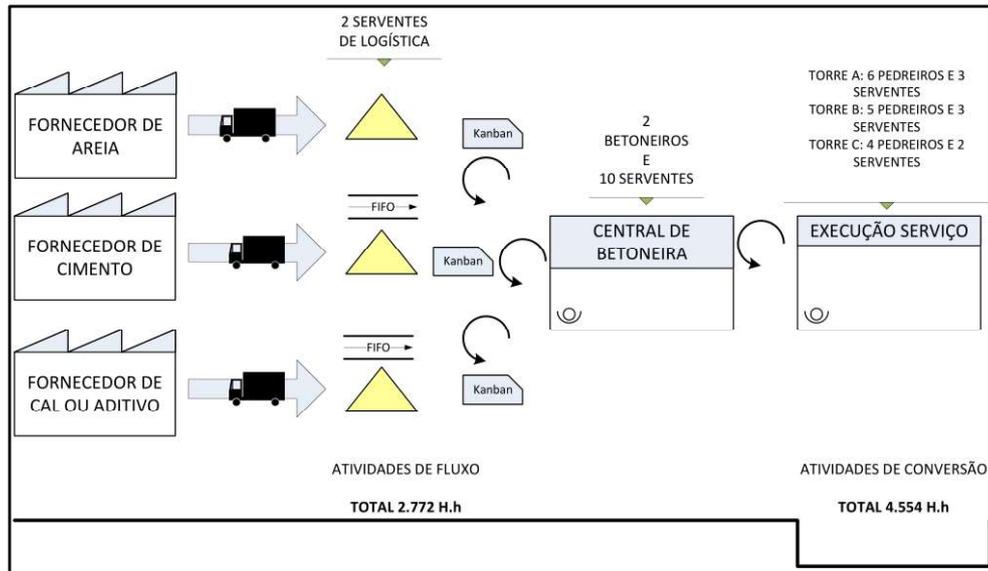
#### 4 RESULTADOS

Foi realizado o fluxo de valor para cada cenário analisado (Figuras 1, 2 e 3) identificando as atividades de conversão (assentamento de blocos de vedação) e as atividades de fluxo (atividades auxiliares - movimentação e transporte dos insumos).

Observa-se que a quantidade de H.h para as atividades de conversão não variam por decorrência do sistema da produção de argamassa utilizado. São consumidos 4.554 H.h. para produzir mensalmente quatro pavimentos de alvenaria em cada torre, correspondente a quantidade de 3455,40 m<sup>2</sup> de assentamento de blocos de vedação por mês (saídas).

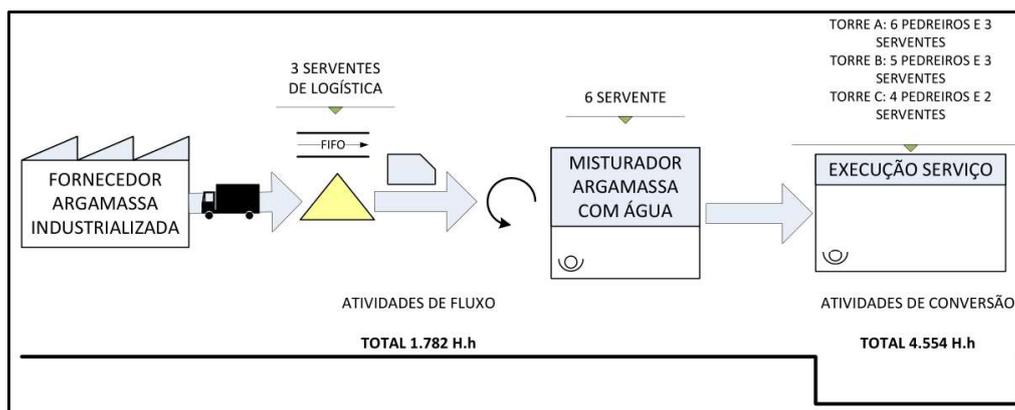
Em contrapartida, a utilização da AI e AE promove a redução das atividades de fluxos, que não agregam valor ao sistema de produção. Há a redução do consumo de 36% do consumo de H.h com o uso da AI e 79% o consumo de H.h com o uso da AE, ambas em relação ao uso da APO.

Figura 1 – Fluxo de valor com APO.



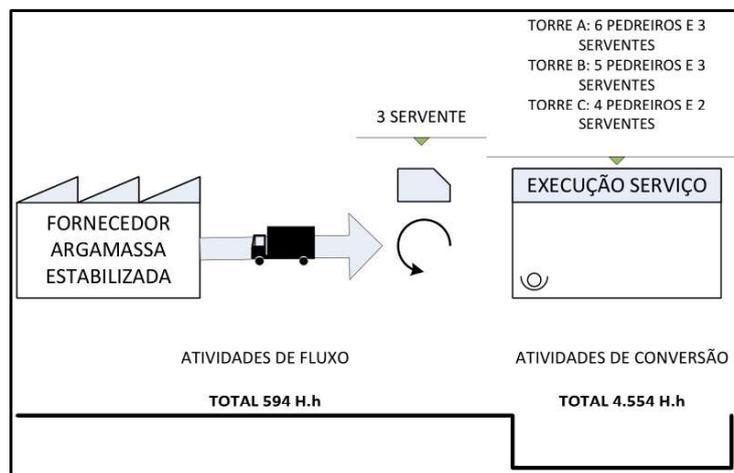
Fonte: Os autores

Figura 2 – Fluxo de valor com AI.



Fonte: Os autores

Figura 3 – Fluxo de valor com AE.



Fonte: Os autores

Na Tabela 1 são apresentados os valores da RUP em cada respectivo cenário estudado. O cenário utilizando AE obteve RUP 30% menor do que a do cenário com APO e 19% menor comparado com o cenário de produção com AI, comprovando considerável melhoria em produtividade com o uso da AE.

Tabela 1 – Valores da RUP em cada cenário de produção de argamassa.

<b>Cenário</b>	<b>H.h. Atividade Conversão</b>	<b>H.h. Atividade Fluxo</b>	<b>Total h.h (entradas)</b>	<b>Quantidade Produzida (saídas)</b>	<b>RUP</b>
Produção por APO	4554 H.h	2772 H.h	7326 H.h	3455,4 m <sup>2</sup> / mês	2,12 H.h/m <sup>2</sup>
Produção por AI	4554 H.h	1782 H.h	6336 H.h	3455,4 m <sup>2</sup> / mês	1,83 H.h/m <sup>2</sup>
Produção por AE	4554 H.h	594 H.h	5148 H.h	3455,4 m <sup>2</sup> / mês	1,49 H.h/m <sup>2</sup>

Fonte: Os autores

Além da verificação da melhoria efetiva em produtividade, também foi analisado o custo, a fim de verificar a viabilidade econômica para a implantação da produção com AE.

Portanto, foram contabilizados os valores de custo com material, mão de obra e equipamentos alugados e necessários para cada cenário analisado. No cenário de APO, seriam alugadas duas betoneiras no valor de R\$ 500,00 por mês; de AI seriam alugados três misturadores de argamassa no valor de R\$ 180,00 por mês. Em contrapartida, no cenário de AE não há necessidade de aluguel de equipamentos, pois a argamassa é entregue pronta para uso na obra.

Todos esses custos, apresentados na Tabela 2, foram contabilizados para a produção planejada no intervalo de tempo de um mês de trabalho, correspondente a quantidade de 3455,40 m<sup>2</sup> de assentamento de blocos de vedação.

Tabela 2 – Custos em cada cenário de produção de argamassa.

<b>Cenário</b>	<b>Material</b>	<b>Mão de obra</b>	<b>Aluguel de equipamento</b>	<b>Valor total mensal</b>
Produção por APO	R\$ 10.786,30	R\$ 41.896,00	R\$ 1.000,00	R\$ 53.682,30
Produção por AI	R\$ 18.140,85	R\$ 36.375,00	R\$ 540,00	R\$ 55.055,85
Produção por AE	R\$ 23.123,54	R\$ 30.885,00	-	R\$ 54.008,54

Fonte: Os autores

A Tabela 2 apresenta que o custo do item mão de obra da APO é o mais oneroso e da AE apresentou menor custo. Porém, o custo total para os três cenários analisados não apresentaram elevadas distorções, e são aproximados.

Adicionalmente, o sistema com AE agrega características e vantagens importantes, como redução de riscos, desperdícios e prejuízos ao sistema de produção. A seguir são descritas vantagens com o uso da AE observadas durante o estudo.

- No cenário com APO ocorriam interrupções da produção devido à falta de argamassa no local de trabalho, acarretando atrasos no cronograma e custos com mão de obra ociosa. Com o uso da AE, a produção tornou-se mais estável, pois a argamassa é entregue pronta para uso e pode ser consumida por até 24h após sua preparação;
- Com o uso da AE, não há necessidade de executar depósitos para armazenar os insumos, necessário nos demais cenários. Há redução de custos com tapumes e mão de obra de carpintaria. Também proporciona um canteiro de obras otimizado com maior área livre de circulação;
- Diminuição do consumo de água e energia consumida pelos equipamentos, uma vez que a AE é entregue pronta para consumo.

## 5 CONCLUSÕES

A realização desse estudo apontou que o uso da AE é mais vantajoso em relação ao sistema de APO. Constatou-se que com o uso da AE houve acréscimo em produtividade, melhoria da RUP em 30%, e apresentou viabilidade econômica.

Ademais, o uso da AE mitiga riscos negativos, promove confiabilidade do fluxo contínuo da produção, elimina atividades que não agregam valor, e reduz desperdícios e prejuízos no sistema produtivo.

Portanto, pode-se salientar que o uso de tecnologia, inovações e processos construtivos industrializados são mais onerosos, entretanto, a partir da contabilização de todos os custos envolvidos, podem ser economicamente viáveis. No estudo realizado, também se identificou vantagens como menor variabilidade do processo construtivo, menor *lead time* e maior qualidade, tornando-se vantagem competitiva para as empresas.

## REFERÊNCIAS

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **Estudo completo da produtividade da construção civil**. 2016. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/070.pdf>> Acesso em: 28 mar 2018.

FORMOSO, C. T. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. **Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras.**, v. 15, p. 50–58, 2002. Disponível em: <[goo.gl/C6h3v6](http://goo.gl/C6h3v6)>.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Center for Integrated Facility Engineering**, v. 72, p. 1–81, 1992. Disponível em: <<https://goo.gl/3yNAkB>>.

KOTZIAS, R. V.; MARCHIORI, F. F. Análise da produtividade em serviços de execução de estruturas de concreto armado – estudo de caso em Florianópolis. In: XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora - MG. **Anais...** Juiz de Fora - MG: 2012.

MARTINS, P. M. L. **Avaliação da produtividade na construção no Brasil: o modelo de estratificação**. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil - Especialização em construções civis), Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2013.

SOUZA, U. E. L. AGOPYAN, V. **Estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de formas para estruturas de concreto armado**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo-SP, 1996. < [goo.gl/6FtWxi](https://goo.gl/6FtWxi) > Acesso em: 04 mar 2018.

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