

PERCEPÇÃO DO EFEITO APRENDIZAGEM EM SERVIÇOS NA CONSTRUÇÃO
CIVIL: Um estudo de caso na Região Metropolitana de Belém
PERCEPTION OF THE LEARNING EFFECT IN SERVICES IN CIVIL CONSTRUCTION:
A case study in the Metropolitan Region of Belém

Discente: Josias Ramos Ataide¹
Laurimar Santos da Costa Junior²
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Bentes Kato³

RESUMO

Este trabalho apresenta uma percepção do fenômeno da aprendizagem, a partir de um estudo de caso, onde será analisado a curva de aprendizagem e os índices de produtividade, provenientes dos serviços em questão, em um edifício residencial de múltiplos pavimentos – tipos de uma obra de alto padrão em Belém do Pará, região norte do Brasil, especificamente nos serviços executivos de fôrma e armação; elevação de alvenaria de vedação em bloco cerâmico e instalação de forro interno. O fenômeno da aprendizagem é um aspecto típico das organizações produtivas baseadas na fragmentação técnica do trabalho, com ênfase para os processos de produção em serviços da construção civil. Este fenômeno se revela quando um trabalhador passa a executar um trabalho repetitivo, sobretudo manual. À medida que se produz mais, a repetição das tarefas mecânicas vai familiarizando-o com os movimentos, com o uso das ferramentas, com o manuseio dos materiais, portanto ele se torna mais hábil no processamento da tarefa. O resultado mostra uma básica redução de horas de mão-de-obra direta por unidade, conseqüentemente uma ascensão na produtividade, onde é perceptível visualizar a curva de aprendizagem nos serviços em questão, apesar da homogeneidade dos dados, porém há um serviço específico onde não é perceptível notar o fenômeno da aprendizagem. A metodologia do estudo é proveniente da análise de planilhas homem-hora e análise de planilhas de produtividade diária observadas in loco seguidas dos gráficos que mostram o comportamento da curva de aprendizagem.

Palavra-chave: Efeito-aprendizagem. Produtividade. Estrutura de Concreto Armado. Alvenaria de Vedação.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (2018-2024)

² Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (2019-2024)

³ Mestre (2002) e doutor (2016) em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará. Professor da Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará.

ABSTRACT

This paper presents an insight into the phenomenon of learning, based on a case study, which analyzes the learning curve and productivity rates resulting from the services in question, in a multi-storey residential building - types of a high-standard construction project in Belém do Pará, in the northern region of Brazil, specifically in the executive services of formwork and reinforcement; lifting of ceramic block sealing masonry and installation of internal ceiling tiles. The phenomenon of apprenticeship is a typical aspect of productive organizations based on the technical fragmentation of work, with an emphasis on production processes in civil construction services. This phenomenon is revealed when a worker begins to perform repetitive work, mainly manual. As they produce more, the repetition of mechanical tasks familiarizes them with the movements, the use of tools and the handling of materials, so they become more adept at the task. The result shows a basic reduction in direct labor hours per unit, and consequently an increase in productivity, where it is noticeable to see the learning curve in the services in question, despite the homogeneity of the data, but there is one specific service where it is not noticeable to see the learning phenomenon. The study's methodology is based on the analysis of man-hour spreadsheets and the analysis of daily productivity spreadsheets observed on site, followed by graphs showing the behavior of the learning curve.

Keyword: Effect-learning. Productivity. Reinforced Concrete Structure. Sealing Masonry.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, enquanto setor dinâmico e intrinsecamente ligado ao desenvolvimento urbano, demanda abordagens inovadoras e estudos aprofundados para garantir a eficiência e a qualidade das edificações, assim como para outros setores fora do âmbito da engenharia civil. Nesse contexto, a execução de estrutura em concreto armado, em específico fôrma e armação; alvenaria de colocação em blocos cerâmicos e, posteriormente, instalação de forro interno, destacam-se como um componente crucial, assim como outros serviços, não apenas para a estética arquitetônica, mas também para a estabilidade estrutural e o desempenho global dos edifícios, especialmente em ambientes urbanos como a Região Metropolitana de Belém.

Nesse contexto, o conceito de efeito aprendizagem desempenha um papel fundamental, representando a capacidade de aprimoramento e refinamento das práticas construtivas ao longo do tempo. O presente artigo propõe uma visualização perceptiva do efeito aprendizagem na execução dos três serviços citados acima.

A relevância deste estudo reside não apenas em observar o efeito aprendizagem, mas também destacar soluções práticas que influenciam positiva e significativamente na adaptação e produtividade dos profissionais. Ao explorar o efeito da aprendizagem nesse contexto, sempre se contribui para o avanço contínuo da construção civil, promovendo práticas construtivas mais eficientes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EFEITO APRENDIZAGEM

A teoria da aprendizagem teve sua origem em 1936, como resultado do trabalho de T. P. Wright (1936). Desde então, diversos autores têm estudado para explicar esse fenômeno e identificar os fatores que influenciam o aprendizado a partir do processo repetitivo, descrito por modelos matemáticos propostos com a finalidade de explicar e prever os ganhos de produtividade como resultado desse aprendizado Anzanello e Fogliatto (2007). Tais modelos são expressos através de curvas de aprendizado, que representam os ganhos de produtividade em relação ao número de repetições.

Na construção civil, a teoria de aprendizagem tem sido aplicada não somente para antecipar eventuais ganhos de produtividade e custos, mas também para entender seus reflexos quanto aos prazos de execução dos empreendimentos. Thomas (2009) afirma que muitas

disputas contratuais em obras de construção se apoiam na teoria da aprendizagem para explicar atrasos ou acréscimos de custos decorrentes de interrupções por causas externas.

Diversos estudos tratam dos efeitos da aprendizagem em empreendimentos da construção, tanto no que diz respeito ao esforço produtivo (custo) como à duração das atividades e do empreendimento (Thomas; Mathews e Ward, 1986). De uma forma geral, tais estudos adotam como abordagens metodológicas estudos de caso de obras de construção, buscando descrever ou explicar esses efeitos, ou o desenvolvimento de soluções analíticas e de simulação computacional, para predizê-los.

Nessas obras, surge um fenômeno denominado efeito aprendizagem, o qual possibilita melhorias de serviços nas obras, por meio da continuidade e repetição da execução. A contínua repetição faz com que o operário se adapte às condições de trabalho, melhorando gradativamente a qualidade dos serviços e fazendo com que as variações diminuam ao longo do trabalho. Há vários trabalhos que comprovam a validade dessa técnica, demonstrando aumentos expressivos da produtividade em obras, e alguns abordam melhorias em indicadores de qualidade (Sanders; Thomas, 1991).

É fenômeno conhecido que a repetição de uma tarefa, o treinamento e a aprendizagem na sua execução, sobretudo a experiência conduz a um melhor desempenho, ou seja, ao aumento da produtividade (HEINECK, 1991).

2.2 PRODUTIVIDADE

Segundo Souza (2000), considera-se que a produtividade seja a eficiência da transformação de entradas em saídas em um processo produtivo. Dentro desta filosofia, o estudo da produtividade, no processo de produção de obras no âmbito da engenharia civil, poderia ser feito sob diferentes abordagens. Deste modo, em função do tipo de entrada (recurso) a ser transformado, pode-se ter o estudo da produtividade com os seguintes pontos de vista: físico, no caso de se estudar a produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão de obra; financeiro, quando a análise se relaciona com a quantidade de dinheiro demandada; ou social, quando o esforço da sociedade como um todo é visto como recurso inicial do processo.

Há uma multiplicidade de definições para o conceito de produtividade, embora todas, de certa forma, estejam relacionadas à análise comparativa entre os insumos e os resultados obtidos (Alaghbari; Abubaker e Basel, 2019).

Diversos são os aspectos abordados quando falamos sobre fatores que afetam a produtividade ou o que causa a baixa ou alta produtividade. Dentre os fatores pode-se destacar: (1) fatores gerenciais; (2) fatores de trabalho e ambiente; (3) fatores de projeto; (4) fatores relacionados aos recursos (PICCHI, 1993).

No que diz respeito ao trabalho tipicamente repetitivo, entende-se também que afeta de forma significativa o índice de produtividade, o efeito aprendizagem e a repetição.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA OBRA

A referida abordagem de estudo foi de uma torre residencial de alto padrão. A torre localiza-se no bairro de Batista Campos, destinada ao atendimento da população de classe média à alta. O empreendimento apresenta uma área total construída de, aproximadamente, 20.822,31m², com 30 andares: sendo 26 pavimentos tipo, 2 apartamentos de, aproximadamente, 234,72m² por andar, 1 cobertura duplex, com 2 apartamentos de, aproximadamente, 407,15m² por andar. Além disso, térreo, lazer e mezanino completam a torre residencial multifamiliar.

3.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

3.2.1 Estrutura em concreto armado

Com relação a esse serviço de execução de estrutura em concreto armado, foi embasado somente em fôrma e armação, na qual a equipe de carpintaria trabalhou na execução das fôrmas e a equipe de ferragem, por sua vez, trabalhou na execução da montagem de armaduras, ambas para a estrutura dos pavimentos tipos. A pesquisa se concentrou somente nos pavimentos tipo, justamente pelo seu caráter repetitivo. A estrutura era composta por: lajes, vigas e pilares com dimensões variadas.

Primeiramente, iniciou-se com os escoramentos para sustentar as fôrmas, sendo este o metálico. Em seguida, partiu-se para o estudo do projeto de fôrma para posterior confecção dela, que eram chapas de madeira compensada resinadas, possibilitando o reaproveitamento por até três ciclos de concretagem. Concluída a etapa da fôrma, procedeu-se para a colocação das armaduras e algumas confecções in loco. O serviço de montagem de fôrma, composta por 14 carpinteiros e 7 serventes, foi proposto com ciclo de 9 dias. Com relação ao serviço de montagem e colocação de armação, composta por 9 ferreiros e 3 serventes, foi proposto com o ciclo de 11 dias.

O quantitativo total de fôrma para cada pavimento era de 1235,20 m², incluindo pilares, vigas e lajes. Para a armação, o quantitativo por pavimento era de 9996,13 kg de aço, também incluindo pilares, vigas e armaduras positivas e negativas para lajes.

3.2.2 Elevação de alvenaria

Esse serviço foi executado utilizando blocos cerâmicos de diversas dimensões, conforme descrito na tabela abaixo. Para essa prática executiva, com tentativa de orientar e melhorar o desempenho da equipe com relação a esse serviço, foram disponibilizados projetos tanto de marcação, procedimento inicial, quanto para posterior elevação dos fechamentos de paredes.

Tabela 01: Características dos blocos utilizados na obra

Tipologia	Dimensões
Bloco Cerâmico Estrutural	39x19x14
	29x19x14
	19x19x14
	9x19x14
	4x19x14
Bloco Cerâmico Convencional	19x19x09

Fonte: Autores

3.2.1.1 Alvenaria externa e interna

A equipe responsável pelo serviço de elevação externa de alvenaria de vedação com bloco cerâmico é composta por dois pedreiros oficiais, responsáveis pelo assentamento e alinhamento dos blocos e, conseqüente elevação da parede, e um servente, onde o mesmo fornece condições logísticas adequada para abastecimento dos materiais suficientes até o pavimento onde há execução de alvenaria. De modo geral, os pedreiros começaram com a limpeza do pavimento, lançaram os eixos necessários para a marcação e, posteriormente, início da elevação de alvenaria. Em paralelo, o servente trabalhava no transporte dos blocos cerâmicos, de acordo com o quantitativo de material indicado no projeto. A etapa de marcação durou por aproximados 4 dias. Depois disso, o servente precedia com o transporte da argamassa para chapisco e assentamento e, dessa forma, iniciou-se a etapa executiva de elevação da alvenaria, na qual durou, aproximadamente, um ciclo de 10 dias para ser integralmente

realizado a elevação da alvenaria externa e um ciclo de 13 dias para o término da elevação da alvenaria interna.

3.2.3 Forro interno

O serviço de forro aramado foi instalado em locais específicos, como nas suítes; circulação social e sala de estar. O procedimento de execução do forro iniciou-se após a conclusão das instalações de ramais de água fria e quente; cabeamento elétrico; instalação de infra de ar-condicionado; dreno de ar-condicionado e infra de alimentadores. Ao término dessas etapas, o forro de ambientes internos foi instalado e preparado para receber os acabamentos finais, que será realizado em um estágio subsequente. A equipe responsável pela execução do forro interno, que durou 4 dias, é composta por quatro colaboradores, sendo: dois oficiais e dois serventes, cuja atribuição inclui o gerenciamento do fluxo dos materiais necessários, semelhante ao processo adotado na elevação da alvenaria.

3.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Por aproximadamente três meses, coletou-se dados referente a quantidade, em m², as horas necessárias e o número de indivíduos envolvidos na realização das tarefas a fim de calcular o total de homem-horas atribuídas a cada atividade. Essa determinação se deu por meio do produto entre os dois conjuntos de dados obtidos, tratados e organizados no programa Microsoft Excel, culminando na produção de gráficos analíticos.

Diante disto, foi possível fazer entender a perspectiva do efeito aprendizagem das equipes frente aos serviços em questão, através da combinação dos dados coletados na obra com a literatura da curva de aprendizagem.

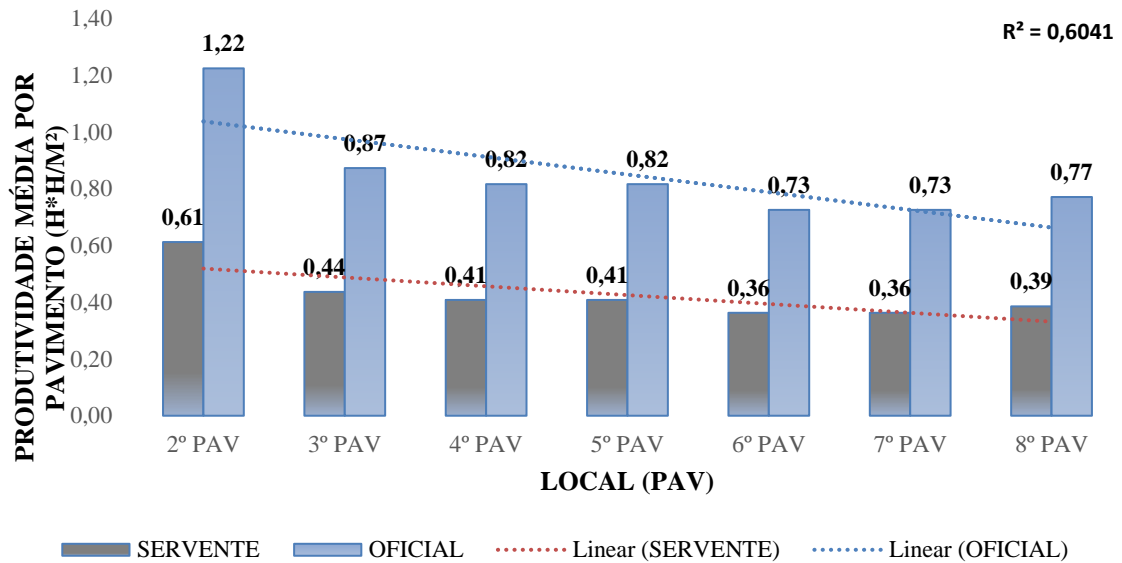
4 RESULTADOS

4.1 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

4.1.1 EXECUÇÃO DE FÔRMAS DA ESTRUTURA

No gráfico 1, apresentam-se os resultados gerais coletado do comportamento macro referente a produtividade média da equipe de fôrma. Através da análise desse gráfico, por mais homogêneo que ele seja, é possível prever uma curva de aprendizagem da equipe ao longo do ciclo executivo do 2º ao 8º pavimento tipo.

Gráfico 1: Produtividade média da equipe de fôrma da estrutura



Fonte: Autores

De acordo com o gráfico 1, pode-se perceber que em algumas semanas do ciclo de fôrma houve diferenças em relação a produtividade, devido a fatores como: ajustes de fôrma e segurança dos colaboradores. No entanto, há uma relação positiva de 60%, aproximadamente, de produtividade da equipe com relação a repetitividade da mesma tarefa em diferentes locais. No ciclo do segundo pavimento tipo foi observado o menor índice de produtividade da equipe (1,22 H*H/m² para o oficial e 0,61 para o servente) que concluíram suas atividades com 13 dias. O 3º, 4º e o 5º pavimento tipo também tiveram baixos índices de produtividade para oficiais, com valores, respectivamente, de: 0,87; 0,82 e 0,82 (H*H/m²). Esses resultados foram acima do ciclo proposto inicialmente, acontecendo devido ao processo de adaptação inicial da equipe com essa atividade.

A partir do 6º pavimento tipo, observa-se os melhores índices de produtividade alcançados pela equipe de fôrma, com índices de: 0,73 H*H/m² para oficiais e de 0,36 H*H/m² para servente. Através da análise do gráfico 1, é possível perceber também uma estabilização em relação aos valores de produtividade a partir do 4º pavimento tipo, demonstrando o efeito aprendizagem da equipe com o passar dos ciclos de serviços.

Em média geral, de todos os pavimentos tipos, a média de execução de fôrma da equipe foi de, aproximadamente, 137 m²/dia. É válido ressaltar que no 2º pavimento tipo, a quantidade de fôrma executada por dia em média foi de 95 m²/dia e no 8º pavimento tipo, a equipe conseguiu uma média de 154 m²/dia.

Na tabela 1, apresentam-se os índices de variação da produtividade média absoluta e relativa obtido por meio dos dados coletados do serviço de execução de fôrma, tomando como referência o pavimento anterior.

Tabela 1: Variação absoluta e relativa de produtividade média de fôrma da estrutura

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA (H*H/M ²)		VARIÇÃO ABSOLUTA (H*H/M ²)		VARIÇÃO RELATIVA (%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE
	2° PAV.	1,22	0,61	-	-	-
3° PAV.	0,87	0,44	0,35	0,17	29%	28%
4° PAV.	0,82	0,41	0,05	0,03	6%	7%
5° PAV.	0,82	0,41	0,00	0,00	0%	0%
6° PAV.	0,73	0,36	0,09	0,05	11%	12%
7° PAV.	0,73	0,36	0,00	0,00	0%	0%
8° PAV.	0,77	0,39	-0,04	-0,03	-5%	-8%

Fonte: Autores

Ao analisar a tabela 1, pode-se observar que o serviço de execução de fôrma foi melhorando a cada pavimento, mostrando que a equipe se tornou mais produtiva à medida que ganhou mais experiência com essa atividade. O maior percentual de variação relativa dos índices entre os pavimentos foi do 2° ao 3° pavimento, mostrando que foi o período em que se observou um maior ganho de produtividade. Através dos dados obtidos, também se percebeu pouca variação da produtividade a partir do 4° pavimento tipo.

Na tabela 2, apresentam-se os índices de variação da produtividade média absoluta e relativa obtido por meio dos dados coletados do serviço de execução de forma de estruturas tomando como referência o 2° pavimento tipo.

Tabela 2: Variação absoluta e relativa de produtividade média de fôrma da estrutura

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA (H*H/M ²)		VARIÇÃO ABSOLUTA (H*H/M ²)		VARIÇÃO RELATIVA (%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE
	2° PAV.	1,22	0,61	-	-	-
3° PAV.	0,87	0,44	0,35	0,17	29%	28%
4° PAV.	0,82	0,41	0,40	0,20	33%	33%
5° PAV.	0,82	0,41	0,40	0,20	33%	33%
6° PAV.	0,73	0,36	0,49	0,25	40%	41%
7° PAV.	0,73	0,36	0,49	0,25	40%	41%
8° PAV.	0,77	0,39	0,45	0,22	37%	36%

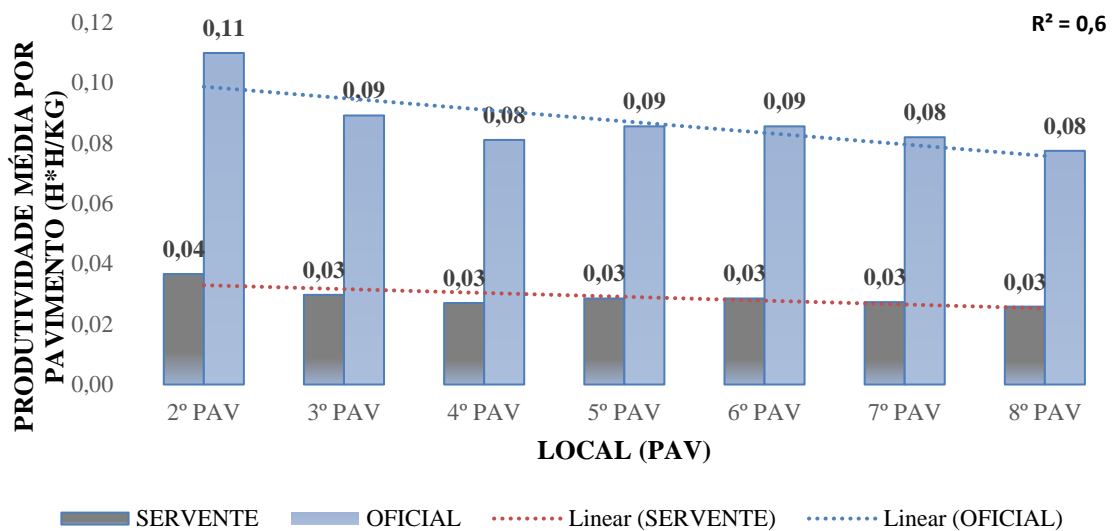
Fonte: Autores

A tabela 2 ressalta que os índices percentuais indicam o aumento da produtividade média, de modo geral, em cada pavimento. Os valores com maiores diferenças em relação ao 2º pavimento são os do 6º e 7º pavimento tipo, com a diferença de 40% nos valores dos oficiais e de 41% para os serventes. De modo geral, os resultados expressos nessas tabelas demonstram a presença do efeito aprendizagem nesse serviço de engenharia.

4.1.2 ARMAÇÃO

No gráfico 2, é apresentado o resultado geral coletado do comportamento macro referente a produtividade e os índices de produtividade da equipe de armação. Através da análise desse gráfico e levando em grande consideração sua homogeneidade, é possível prever uma curva de aprendizagem da equipe de armação ao longo do ciclo executivo do 2º ao 8º pavimento tipo.

Gráfico 2: Produtividade média da equipe de armação da estrutura



Fonte: Autores

A exemplo do gráfico 1, neste gráfico 2 pode-se perceber que em algumas semanas do ciclo de armação houve diferenças em relação a produtividade, neste caso, também devido a fatores relacionados a ajustes de fôrma e segurança dos colaboradores. No entanto, há uma relação positiva de 60%, aproximadamente, de produtividade da equipe com relação a repetitividade da mesma tarefa em diferentes locais. Pode-se perceber uma melhora nos índices de produtividade a partir da execução da armação do 3º pavimento tipo. O menor valor observado foi no 2º pavimento, com valores de 0,11 H*H/Kg para os oficiais e 0,04 H*H/Kg

para os serventes. A partir do 3º pavimento, os valores variaram entre 0,09 e 0,08 H*H/Kg, demonstrando uma estabilização em relação a produtividade.

Nos 4º, 7º e 8º pavimentos tipo, são observados o índice de 0,08 H*H/Kg para oficial e 0,03 H*H/Kg para serventes, esses resultados são os mais satisfatórios. A quantidade média diária de produção da equipe foi de, aproximadamente, 834,00 Kg/dia. No 2º e 8º Pavimento tipo a média diária foi, respectivamente, de: 666,41 e 999,61 Kg/dia.

Com a tabela 3, pode-se observar a variação relativa e absoluta entre os valores de produtividade dos oficiais e serventes em relação ao serviço de armação do pavimento anterior.

Tabela 3: Variação absoluta e relativa da produtividade média de armação da estrutura

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA (H*H/KG)		VARIÇÃO ABSOLUTA (H*H/Kg)		VARIÇÃO RELATIVA (%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE
2º PAV.	0,11	0,04	-	-	-	-
3º PAV.	0,09	0,03	0,02	0,01	18%	25%
4º PAV.	0,08	0,03	0,01	0,00	11%	0%
5º PAV.	0,09	0,03	-0,01	0,00	-13%	0%
6º PAV.	0,09	0,03	0,00	0,00	0%	0%
7º PAV.	0,08	0,03	0,01	0,00	11%	0%
8º PAV.	0,08	0,03	0,00	0,00	0%	0%

Fonte: Autores

Segundo a tabela 3, pode-se notar que baixas diferenças entre os índices a partir do 3º pavimento tipo. A maior variação relativa foi observada entre o 2º e o 3º pavimento tipo e foi de 18% para oficiais e 25% para serventes, justificadamente partindo da falta de adaptação com os projetos e logística na parte prática. A tabela 4 demonstra a variação absoluta e relativa entre a produtividade do serviço de armação da estrutura em relação ao 2º pavimento.

Tabela 4: Variação absoluta e relativa da produtividade média de armação da estrutura

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA (H*H/KG)		VARIÇÃO ABSOLUTA (H*H/Kg)		VARIÇÃO RELATIVA (%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE
2º PAV.	0,11	0,04	-	-	-	-
3º PAV.	0,09	0,03	0,02	0,01	18%	25%
4º PAV.	0,08	0,03	0,03	0,01	27%	25%
5º PAV.	0,09	0,03	0,02	0,01	18%	25%
6º PAV.	0,09	0,03	0,02	0,01	18%	25%
7º PAV.	0,08	0,03	0,03	0,01	27%	25%
8º PAV.	0,08	0,03	0,03	0,01	27%	25%

Fonte: Autores

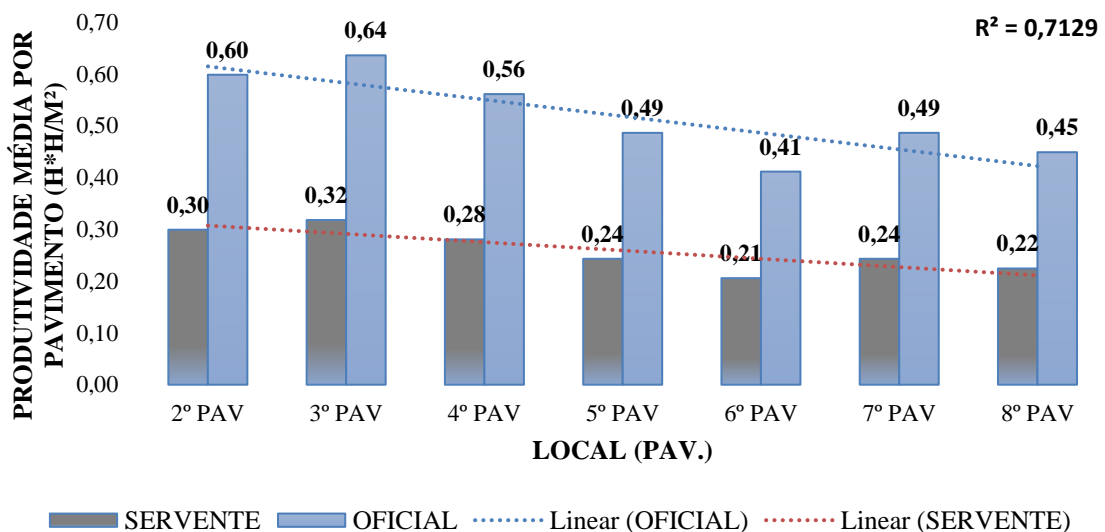
De acordo com a tabela 4, os índices percentuais indicam um tímido aumento da produtividade média, de modo geral, em cada pavimento. Basicamente os valores são iguais, no decorrer da repetição das metas em locais distintos. De modo geral, os resultados expressos nessas tabelas demonstram uma tendência do efeito aprendizagem nesse serviço de engenharia

A tabela 3 demonstra através das variações relativas que houve uma melhora de 27% da produtividade dos oficiais durante esse estudo. É possível também notar uma pequena estabilização nos valores a partir do 4º pavimento tipo.

4.2 ELEVAÇÃO DE ALVENARIA EXTERNA

No gráfico 3, apresentam-se os resultados gerais coletado do comportamento macro referente a produtividade média. Apesar da homogeneidade do gráfico, foi possível ter a percepção e tendência da curva de aprendizagem da equipe de elevação de alvenaria externa ao longo do ciclo executivo do 2º ao 8º pavimento tipo, assim como há uma tendência a partir do último pavimento analisado.

Gráfico 3: Produtividade média da equipe de elevação de alvenaria externa



Fonte: Autores

Apesar das oscilações de produtividade em locais distintos, há uma relação positiva de 71%, aproximadamente, de produtividade da equipe com relação a repetitividade da mesma tarefa em diferentes locais.

De acordo com o gráfico 3, pode-se perceber que nas primeiras metas da equipe de alvenaria externa, 2º, 3º e 4º pavimento tipo, a mesma apresentou uma produtividade média

relativa abaixo do ideal quando comparado a média geral planejada por pavimento que é de 0,36 H^*H/m^2 e 0,18 H^*H/m^2 , para oficial e servente, respectivamente, para um prazo estabelecido de 10 dias. Muito disso se dá pela falta de conhecimento no processo executivo da atividade ou, o que é mais comum, por problemas logísticos ocorridos na obra no momento do processo executivo, como: falta de material; ocorrências relacionadas a segurança na obra, falta de profissionalismo de alguns colaboradores, etc. Por isso, o motivo fortemente relacionado a homogeneidade do gráfico.

Com o avanço das atividades, percebe-se claramente uma melhor adaptação ao processo executivo do serviço e conseqüentemente, uma melhor produtividade média da equipe. A partir do 5º pavimento tipo, é possível notar tal aprendizado onde a parte executiva por parte dos colaboradores dessa frente de serviço tende a aproximar-se da média geral por pavimento entre o 2º e o 8º pavimento.

Em média geral, de todos os pavimentos tipos, o índice de produtividade média da equipe foi de, aproximadamente, 0,52 H^*H/m^2 . A partir disso, consegue-se ver e entender o comportamento produtivo.

Na tabela 5, apresentam-se os índices de variação da produtividade média obtido por meio dos dados coletados do serviço de elevação de alvenaria externa tomando como referência o pavimento anterior.

Tabela 5: Variação absoluta e relativa da produtividade média de elevação de alvenaria externa

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA (H^*H/M^2)		VARIÇÃO ABSOLUTA (H^*H/M^2)		VARIÇÃO RELATIVA (%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE
2º PAV.	0,60	0,30	-	-	-	-
3º PAV.	0,64	0,32	-0,04	-0,02	-7%	-7%
4º PAV.	0,56	0,28	0,08	0,04	13%	13%
5º PAV.	0,49	0,24	0,07	0,04	13%	14%
6º PAV.	0,41	0,21	0,08	0,03	16%	13%
7º PAV.	0,49	0,24	-0,08	-0,03	-20%	-14%
8º PAV.	0,45	0,22	0,04	0,02	8%	8%

Fonte: Autores

Ao analisar a tabela 5, observa-se que essas variações percentuais indicam como a produtividade média aumenta, de modo geral, em cada pavimento comparado ao pavimento

anterior. Por exemplo, na tabela 5, o 3º pavimento tem uma variação média de 7%, tanto para oficial quanto para servente, menor que o 2º pavimento, enquanto o 6º pavimento tem uma variação média de 16% e 13%, para oficial e servente, respectivamente, maior que o 5º pavimento. No entanto, observa-se um pequeno índice negativo na transição do 6º para o 7º pavimento, devido problemas pontuais. Porém, de modo geral, observa-se claramente um crescimento de produtividade, obviamente tendendo a se estabilizar quando a equipe alcançar o índice ideal de execução de serviço, com o passar do tempo.

Na tabela 6, apresentam-se os índices de variação da produtividade média absoluta e relativa obtido por meio dos dados coletados do serviço de elevação de alvenaria externa tomando como referência o 2º pavimento.

Tabela 6: Variação absoluta e relativa da produtividade média de alvenaria externa

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA		VARIÇÃO		VARIÇÃO RELATIVA	
	OFICIAL (H*H/M²)		ABSOLUTA (H*H/M²)		(%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE
2º PAV.	0,60	0,30	-	-	-	-
3º PAV.	0,64	0,32	-0,04	-0,02	-7%	-7%
4º PAV.	0,56	0,28	0,04	0,02	7%	7%
5º PAV.	0,49	0,24	0,11	0,06	18%	20%
6º PAV.	0,41	0,21	0,19	0,09	32%	30%
7º PAV.	0,49	0,24	0,11	0,06	18%	20%
8º PAV.	0,45	0,22	0,15	0,08	25%	27%

Fonte: Autores

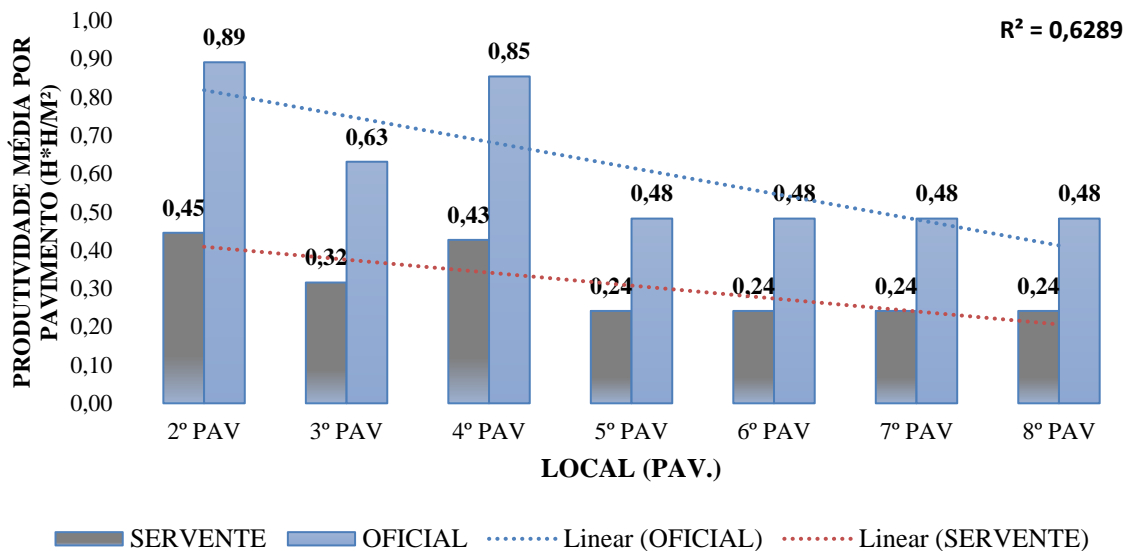
Ao analisarmos a tabela 6, observa-se que essas variações percentuais indicam como a produtividade média aumenta, de modo geral, em cada pavimento comparado ao 2º pavimento. Por exemplo, na tabela 5, o 3º pavimento tem uma variação média de 7%, tanto para oficial quanto para servente, menor que o 2º pavimento, enquanto o 6º pavimento tem uma variação média de 32% e 30%, para oficial e servente, respectivamente, maior que o 2º pavimento. De modo geral, ratifica uma progressão da produtividade média com o passar do tempo.

4.3 ELEVAÇÃO DE ALVENARIA INTERNA

No gráfico 4, apresentam-se o resultado geral coletado do comportamento macro referente a produtividade média por pavimento da equipe. Apesar da homogeneidade do gráfico, foi possível ter a percepção e tendência da curva de aprendizagem da equipe de

elevação de alvenaria interna ao longo do ciclo executivo do 2º ao 8º pavimento tipo, assim como há uma tendência a partir do último pavimento analisado.

Gráfico 4: Produtividade média da equipe de elevação de alvenaria interna



Fonte: Autores

Apesar da homogeneidade de índices de produtividade, há uma relação positiva de 63%, aproximadamente, de produtividade da equipe com relação a repetitividade da mesma tarefa em diferentes locais.

Assim como no gráfico 3, no gráfico 4 pode-se perceber que nas primeiras metas da equipe de alvenaria externa, 2º, 3º e 4º pavimento tipo, a mesma apresentou uma produtividade média abaixo do ideal quando comparado a média geral planejada por pavimento que é de 0,48 H*H/m² e 0,24 H*H/m², oficial e servente, respectivamente, para um prazo estabelecido de 13 dias. A exemplo do que ocorreu no gráfico 3, a homogeneidade do gráfico está fortemente relacionada a alguns imprevistos ocorridos na obra no momento do processo executivo, como: falta de material; ocorrências relacionadas à segurança na obra e, até mesmo, a falta de profissionalismo de alguns colaboradores.

No entanto, com o passar do tempo, percebe-se claramente uma melhor adaptação ao processo executivo do serviço e conseqüentemente, uma melhor produtividade média da equipe. A partir do 5º pavimento tipo, é possível notar tal aprendizado onde a parte executiva por parte dos colaboradores dessa frente de serviço tende a aproximar-se da média geral por pavimento entre o 2º e o 8º pavimento.

Em média geral executada, de todos os pavimentos tipos, o índice de produtividade da equipe foi de, aproximadamente, 0,62 H*H/m² e 0,31 H*H/m², oficial e servente, respectivamente. Logo, a partir desses índices, consegue-se perceber um crescimento significativo de produtividade pela equipe.

Na tabela 7, apresentam-se os índices de variação absoluta e relativa da produtividade média obtido por meio dos dados coletados do serviço de elevação de alvenaria externa tomando como referência o pavimento anterior

Tabela 7: Variação absoluta e relativa da produtividade média de alvenaria interna

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA (H*H/M ²)		VARIÇÃO ABSOLUTA (H*H/M ²)		VARIÇÃO RELATIVA (%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE
	2° PAV.	0,89	0,45	-	-	-
3° PAV.	0,63	0,32	0,26	0,13	29%	29%
4° PAV.	0,85	0,43	-0,22	-0,11	-35%	-34%
5° PAV.	0,48	0,24	0,37	0,19	44%	44%
6° PAV.	0,48	0,24	0,00	0,00	0%	0%
7° PAV.	0,48	0,24	0,00	0,00	0%	0%
8° PAV.	0,48	0,24	0,00	0,00	0%	0%

Fonte: Autores

Ao analisar a tabela 7, observa-se que essas variações percentuais indicam como a produtividade média aumenta, de modo geral, em cada pavimento comparado ao pavimento anterior. Por exemplo, o 3° pavimento tem uma variação média de 29%, tanto para oficial quanto para servente, maior que o 2° pavimento, enquanto a partir do 5° pavimento não há mais variação. Portanto, assim como no serviço de elevação de alvenaria externa, aqui observa-se também claramente um crescimento de produtividade, obviamente tendendo a se estabilizar, a começar do 5° pavimento, quando a equipe alcançar o índice ideal de execução de serviço.

Na tabela 8, apresentam-se os índices de variação absoluta e relativa da produtividade média obtidos por meio dos dados coletados do serviço de elevação de alvenaria interna tomando como referência o 2° pavimento.

Tabela 8: Variação absoluta e relativa da produtividade média de alvenaria interna

LOCAL	PRODUTIVIDADE MÉDIA (H*H/M ²)		VARIÇÃO ABSOLUTA (H*H/M ²)		VARIÇÃO RELATIVA (%)	
	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE	OFICIAL	SERVENTE

2° PAV.	0,89	0,45	-	-	-	-
3° PAV.	0,63	0,32	0,26	0,13	29%	29%
4° PAV.	0,85	0,43	0,04	0,02	4%	4%
5° PAV.	0,48	0,24	0,41	0,21	46%	47%
6° PAV.	0,48	0,24	0,41	0,21	46%	47%
7° PAV.	0,48	0,24	0,41	0,21	46%	47%
8° PAV.	0,48	0,24	0,41	0,21	46%	47%

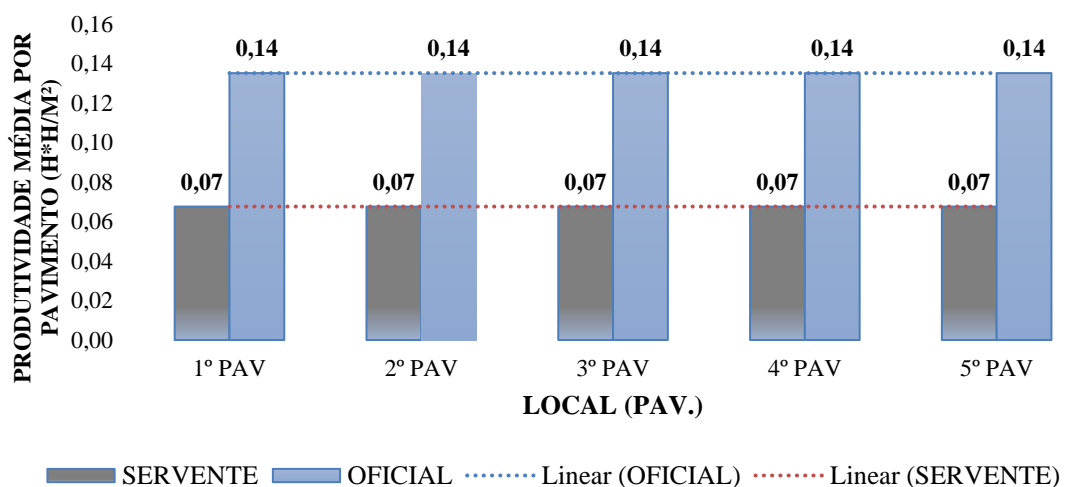
Fonte: Autores

Ao analisar a tabela 8, observa-se que essas variações percentuais indicam como a produtividade média aumenta, de modo geral, em cada pavimento quando comparado ao 2° pavimento. Por exemplo, assim como na tabela 7, o 3° pavimento tem uma variação média 29%, tanto para oficial quanto para servente, maior que o 2° pavimento, enquanto a partir do 5° pavimento, a exemplo do resultado da tabela acima, não há mais variação, neste caso, caracterizando uma produtividade bem próxima da planejada e evidenciando a curva de aprendizagem da equipe.

4.4 INSTALAÇÃO DE FORRO INTERNO

No gráfico 5, apresentam-se os resultados gerais coletado do comportamento macro referente a produtividade média da equipe terceirizada de forro interno. Através da análise do gráfico, é possível ter a percepção da curva de aprendizagem da equipe ao longo do ciclo executivo do 1° ao 5° pavimento tipo.

Gráfico 5: Produtividade média da equipe terceirizada de forro interno



Fonte: Autores

De acordo com o gráfico 5, pode-se perceber, de forma clara, que há uma alta produtividade por parte da equipe terceirizada com relação ao serviço de forro interno desde os primeiros dias de início de atividade, em todos os pavimentos, na qual a equipe executou o serviço, visto que a metodologia de trabalho da mesma se dá por produção, logo, nesse caso específico, não há uma clara aplicação do efeito aprendizagem. Por se tratar de uma equipe terceirizada, onde há uma grande rotatividade deles em diversas obras com a execução do mesmo serviço, a produtividade prática acaba sendo análoga a produtividade média do quantitativo total de serviço, em H^*H/M^2 , ao longo do prazo estabelecido para cumprir a meta estabelecida.

Ainda fazendo análise do mesmo gráfico, pode-se notar que desde o 1º ao 5º pavimento, os índices de produtividade são satisfatórios, porém constantes, pois, como citado anteriormente, a equipe terceirizada executa o mesmo serviço em diversas obras e por produção, dessa forma, ocorre resultados como esse e, nesse típico caso, não há aplicação do efeito aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito uma percepção do fenômeno da aprendizagem, através do comportamento produtivo em três frentes de serviço diferentes: fôrma e armação; elevação de alvenaria externa e interna e instalação de forro interno, através da teoria clássica do efeito aprendizagem. O presente estudo demonstrou que os efeitos da aprendizagem sobre a duração e produtividade de obras repetitivas são visíveis, levando em consideração as amostras analisadas, e com tendência mais aparente nos demais pavimentos repetitivos, com exceção do serviço de forro interno, devido ao processo executivo específico da equipe.

No serviço de confecção de fôrma e armação, o fenômeno da aprendizagem é perceptível para a equipe de oficiais. A equipe inicia o serviço tendo algumas dificuldades, o que explica o fato de finalizarem a tarefa em muito mais tempo do que o estipulado, porém se adequando, do ponto de vista executivo e conseqüentemente, de produtividade, na medida que avançam nos serviços em pavimentos diferentes. No trabalho apresentado, em relação a este mesmo serviço, nota-se que a partir do 4º pavimento para os oficiais, tanto no serviço de fôrma quanto no serviço de armação, a curva de aprendizagem tende a se tornar constante, na qual a equipe alcança a meta planejada.

O fenômeno da aprendizagem, no serviço de elevação de alvenaria externa e interna, é puramente perceptível, pois, claramente a equipe inicia o serviço tendo algumas dificuldades,

assim como ocorreu no serviço mencionado anteriormente, porém se adequando, do ponto de vista de produtividade, na medida que passam a executar o mesmo serviço em pavimentos diferentes. No trabalho apresentado, em relação a este mesmo serviço, nota-se que a partir do 5º pavimento, tanto na alvenaria externa quanto na alvenaria interna, a curva de aprendizagem torna-se constante, na qual a equipe de alvenaria alcança a meta planejada. Com isso conclui-se que o efeito aprendizagem tende a se estabilizar a partir do 5º pavimento.

No que diz respeito ao serviço de instalação de forro interno, o fenômeno da aprendizagem não se aplica, pois, a equipe terceirizada, por trabalhar exclusivamente com a mesma atividade em diversas obras, acaba se adequando ao serviço e com grande produtividade desde as primeiras metas. No trabalho apresentado, em relação a este mesmo serviço, nota-se que desde o 1º ao 5º pavimento a curva de aprendizagem torna-se constante. Com isso conclui-se que o efeito aprendizagem não é notável, pelo menos neste estudo de caso, quando se trata de equipe terceirizada.

Por fim, entendeu-se a visivelmente a percepção do fenômeno do efeito aprendizagem, ao passar dos tempos, nos serviços estudados, assim como foi possível notar a relevância da produtividade frente a esses serviços. É válido salientar que resultados mais atrelados ao conceito de curva de aprendizagem seriam alcançados, porém com um tempo de avaliação mais específico, fazendo o estudo nos demais pavimentos. O estudo atingiu seu objetivo ao analisar, entre 5 a 8 amostras, este processo de aprendizagem, onde gerou-se índices específicos da obra e comparou-se com as referências da engenharia, de maneira a ratificar os resultados encontrados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALAGHBARI, Wael; AL-SAKKAF, Abubaker A.; SULTAN, Basel. Factors affecting construction labour productivity in Yemen. *International Journal of Construction Management*, v. 19, n. 1, p. 79-91, 2019.

ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Curvas de aprendizagem: estado da arte e perspectivas de pesquisa. *Gestão & Produção*, v. 14, p. 109–123, 2007.

ALMEIDA, F.; JÜNGLES, A.; PANZETER, A. Estudo da evolução da produtividade no canteiro de obras sob a ótica do efeito aprendizado. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES PARA O

TERCEIRO MILÊNIO. 1998. São Paulo: Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Anais... 03-06 nov. 1998.

COMMITTEE ON HOUSING, BUILDING AND PLANNING. Economic Commission for Europe, United Nations. Effect of Repetition on Building Operations and Processes on Site. New York, 1965, Report of an Enquiry undertaken by Committee on Housing, Building and Planning.

HEINECK, L. Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade na alvenaria. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 1991. Florianópolis: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Anais... 30-31 out. 1991.

PICCHI, Flávio Augusto. Sistemas da Qualidade: uso em empresas de construção de edifícios. Tese de Doutorado em engenharia. Escola Politécnica da USP, Vol. 2 São Paulo, 1993.

SANDERS, S.; THOMAS, H. Factors affecting masonry labor productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 117, n. 4, 1991. New York, ASCE.

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

THOMAS, H.; MATHEWS, C. E WARD, J. Learning Curve Models of Construction Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 112, n. 2, 1986. New York, ASCE.

THOMAS, H. R.; MATHEWS, C. T.; WARD, J. G. Learning Curve Models of Construction Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 112, p. 245–258, Jun. 1986. DOI 10.1061/(ASCE)0733-9364(1986)112:2(245).