A INFLUÊNCIA DA APRENDIZAGEM NA PRODUTIVIDADE DE MONTADORES DE FORMAS METÁLICAS EM CONSTRUÇÕES DE PAREDES DE CONCRETO

Influence of learning on the productivity of metal formwork installers in concrete wall construction

Carlos Bartholomeu
Universidade Estadual de Londrina | Londrina, Paraná | carloscb3000@gmail.com

Skewen Feliciano Battaglia Martins
Universidade Estadual de Londrina | Londrina, Paraná | skewen.feliciano@uel.br

Juliana Prestes Ribeiro de Faria
Universidade Estadual de Londrina | Londrina, Paraná | juliana.faria@uel.br

RESUMO

O direito à moradia é um princípio fundamental consagrado pela Declaração Universal dos Direitos Humanos e pela Constituição brasileira, no entanto, o país enfrenta um déficit habitacional significativo. Uma alternativa para solucionar tal déficit e competitiva no mercado, corresponde ao uso do sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco*, que, embora reduza etapas do processo construtivo, demanda que os montadores executem tarefas repetitivas manualmente, gerando perdas relativas à produtividade. Este estudo visa avaliar o impacto da repetição de tarefas na produtividade dos montadores, concentrando-se na influência da aprendizagem, característica de que quanto mais amplamente repetida determinada tarefa é, menor é o prazo para executá-la seguidamente. Realizando um estudo de caso ao comparar duas equipes de montadores de formas metálicas, provenientes de empreendimentos similares de uma mesma empresa, com diferentes níveis de experiência, identificou-se a partir de curvas de aprendizagem, ganhos de produtividade associados ao incremento de experiência, como também melhores resultados em equipes que trabalham a mais tempo com tal sistema, coadunando com a hipótese inicial.

Palavras-chave: Curva de aprendizagem; Paredes de concreto; Produtividade; Montadores.

ABSTRACT

The right to housing is a fundamental principle enshrined in both the Universal Declaration of Human Rights and the Brazilian Constitution. However, Brazil continues to face a significant housing deficit. One viable alternative to address this issue, which is competitive within the market, is the adoption of the cast-in-place concrete wall construction system. Although this approach reduces several stages of the construction process, it requires manual labor from workers, leading to potential productivity losses. This study aims to evaluate the impact of task repetition on worker productivity, with a particular focus on the role of learning. The central premise is that, as tasks are repeated more frequently, the time required for their execution decreases. A case study was conducted, comparing two teams of metal formwork installers from similar projects within the same company, with differing levels of experience. The analysis, based on learning curves, revealed productivity gains associated with increased experience. The study also found that teams with longer exposure to the system demonstrated better performance, thereby supporting the initial hypothesis.

Keywords: *Learning curve; Concrete walls; Productivity; Installers.*

1 INTRODUÇÃO

O direito à moradia deve ser garantido a todos indivíduos, uma vez que é estabelecido como fundamental pela Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH), e enfatizado no artigo 6° da Constituição da República Federativa do Brasil, da seguinte maneira: “São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição” (Brasil, 1988, art. 6).

De acordo com uma pesquisa realizada com dados de 2022, o Brasil apresenta um déficit habitacional estimado em cerca de 6,2 milhões de domicílios. (Fundação João Pinheiro, 2023). Tal montante expressa o número de famílias que não possuem habitação ou que moram em residências precárias no país. Com o intuito de diminuir a ocorrência desta situação, a indústria da construção civil busca potencializar o seu desenvolvimento tecnológico, contemplando, como por exemplo: a redução de custos; a acessibilidade; e o aumento da eficiência na produção. A exploração deste cenário instiga os profissionais e empresas do ramo a criar diferentes métodos construtivos, e um dos mais empregados nas últimas décadas tem sido o de paredes de concreto moldadas in loco com formas removíveis (Fonseca Junior, 2012).

O sistema construtivo de paredes de concreto é pautado pela NBR 16055/2022 (“Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos”) e trata-se, sucintamente, de um procedimento no qual as paredes e lajes são concretadas conjuntamente, utilizando-se de formas geralmente metálicas. Com a aplicação deste método, a execução de vigas e pilares é desconsiderada e as instalações, tanto elétricas quanto hidráulicas, podem ser efetuadas previamente à concretagem.

De acordo com Santos (2016) no ano de 2014, a utilização do sistema de paredes de concreto representava cerca de 36% das unidades produzidas com o objetivo de atender ao programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), e no segundo semestre de 2015, tal percentual cresceu para 52%, constatando o avanço e investimento das construtoras no segmento.

A montagem das formas utilizadas na estruturação das edificações analisadas no presente trabalho, é uma das etapas fundamentais desse método construtivo, e é majoritariamente executada de forma manual. Agnoletto (2010) enfatizou que o caráter repetitivo das obras intensifica a aprendizagem dos funcionários inseridos nas suas execuções, e que tal fenômeno está interrelacionado com a produtividade apresentada pelas equipes, o que pode gerar desdobramentos relevantes para as empresas.

A presença de projetos com características similares e de execução repetitiva são perceptíveis no âmbito da construção civil, fato que se observa no sistema construtivo de paredes de concreto, assim como o aproveitamento de equipes formadas pelos mesmos funcionários, que realizam o sequenciamento de atividades de maneira cíclica (Rzepecki; Biruk, 2018).

Ao realizar uma análise na execução de edificações em concreto, Pellegrino e Constantino (2018) constataram que o tempo necessário para um funcionário finalizar determinado serviço diminui à medida que ele realiza seguidamente tal atividade. Ademais, o efeito da aprendizagem coletiva, ou seja, da equipe de colaboradores, apresentou resultados ainda mais satisfatórios, sendo potencializados na padronização dos projetos. A confiança recíproca entre os colaboradores de uma mesma equipe é primordial para possibilidade de alto desempenho do grupo, visto que tal característica é capaz de potencializar a comunicação e avaliações sobre a situação diante do coletivo (Dreher *et al*., 2007).

O objetivo principal do trabalho é avaliar a influência da aprendizagem na produtividade de montadores de formas metálicas aplicadas no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco. Para tal empregar-se-á as curvas de aprendizagem, um modelo que analisa matematicamente a relação entre o ganho de experiência e diminuição de tempo para realização de um serviço através da repetição, Adler e Clark (1991 apud Lu, Yang e Kong, 2023). O incremento de eficiência através da repetitividade, de acordo com Johari e Jha (2021), é o que chamamos de aprendizagem, enquanto as curvas de aprendizagem seriam a análise matemática do comportamento desta propriedade.

O comportamento de cada curva de aprendizagem é díspar, tornando cada uma mais eficaz para diferentes circunstâncias, e isto ressalta a importância da escolha do modelo para análises de produtividade. Os modelos mais frequentemente empregadas correspondem a: Stanford B; cúbico; segmentado; exponencial; e o modelo linear (Leite, 2002).

O modelo linear de curva de aprendizagem, escolhido para análise desta pesquisa, é o mais amplamente utilizado no setor da construção civil e seu preceito fundamental é a consideração da taxa de aprendizagem linear, durante o processo produtivo (Thomas; Matthews; Ward, 1986). Os autores ainda elucidam que Theodore Paul Wright descreveu pela primeira vez este modelo, em publicação, a partir de um estudo em que quando a produção de aviões dobrava, o custo médio demandado posteriormente era equivalente à 80%

do valor inicial, ou seja, ao passo que o número de unidades produzidas dobra, existe um incremento na eficiência de 20%. O modelo é descrito pela seguinte equação:

$$Y=A*X^{(-n)} \quad (1)$$

De acordo com Thomas, Matthews e Ward (1986), Y está vinculado ao custo, mão de obra ou tempo demandado cumulativo de produção de uma unidade. O valor de A se relaciona ao custo, mão de obra ou tempo demandado para produção da primeira unidade. O parâmetro X por sua vez é o número de unidade ou de sequência, e n demonstra a caracterização logarítmica da curva de aprendizagem.

2 METODOLOGIA

Para comparação de produtividade das equipes de montadores de formas metálicas, realizar-se-á um estudo de caso entre dois empreendimentos, edificados através do método construtivo de paredes de concreto moldadas in loco, com a aplicação de formas metálicas removíveis, em período de tempo similar e pela mesma construtora. A fim de se preservar a confidencialidade são referenciados no texto por nomes fantasia, de “Empreendimento A” e “Empreendimento B”, e a construtora por “Construtora X”.

O Empreendimento A é contemplado pelo programa governamental Minha Casa Minha Vida (MCMV) e foi construído na cidade de Londrina, no interior do Paraná, com início no ano de 2022, em um terreno com aproximadamente 8.900 m² de extensão. A organização do empreendimento foi caracterizada através de 9 blocos, constituídos por 4 pavimentos (Térreo + 03 Pavimentos Tipo), sendo que em cada um destes níveis, estão dispostos 4 apartamentos, apresentando um total de 144 unidades habitacionais. A planta referente ao apto mais simples apresenta 40,82 m², enquanto a maior compreende uma área de 44,57 m².

A execução do Empreendimento B, também foi incluído no programa MCMV, e igualmente iniciado pela Construtora X em 2022. Situado em Londrina, está distribuído em um terreno com aproximadamente 10.300 m². A configuração do empreendimento é composta por 10 blocos, constituídos por 4 pavimentos (Térreo + 03 Pavimentos Tipo), sendo distribuídos 4 apartamentos em cada nível da edificação, totalizando 160 unidades habitacionais. Tal qual o Empreendimento A, apresenta apartamentos variando de 40,82 m² à 43,54 m² de área.

A fim de viabilizar comparação entre os empreendimentos, se considerará apenas a execução dos primeiros 9 blocos do Empreendimento B. A similaridade entre formatos e dimensões dos aptos de ambos os empreendimentos favorecem a comparação.

Os dados foram coletados através do fornecimento de informações de um banco de dados em posse da Construtora X, sendo o mesmo, preenchido durante a execução de ambas as obras, por setor administrativo in loco após a execução de concretagem. A quantidade de trabalhadores foi avaliada a partir de uma planilha de presença geral, para se aferir a equiparação.

Para complemento de informações, elaborou-se um formulário destinado aos engenheiros civis residentes, responsáveis pela execução dos empreendimentos, com objetivo de se obter características particulares de cada equipe de montadores, abaixo apresenta-se questionário proposto.

- Previsão de início do processo de montagem das formas;
- Previsão de conclusão do processo de montagem das formas;
- Data efetiva do início do processo de montagem das formas;
- Data efetiva do término do processo de montagem das formas;
- Número de obras similares que os montadores já haviam trabalhado juntos;
- Avaliação geral do nível de experiência dos montadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do formulário direcionado aos engenheiros residentes obteve-se os dados apresentados na tabela 1, sendo possível observar as diferenças em prazo na execução de ambos os empreendimentos.

Tabela 1: Dados do formulário para os empreendimentos A e B

QUESTÕES	EMPREENDIMENTO A	EMPREENDIMENTO B
Data prevista para o início da atividade	10/11/2022	02/11/2022
Data prevista para conclusão da atividade	07/04/2023	07/04/2023
Data efetiva de início da atividade	31/01/2023	30/11/2022
Data efetiva de conclusão da atividade	31/07/2023	28/04/2023
Número de obras similares	0	3
Nível de experiência dos montadores	Inexperiente	Experiente

Fonte: Os autores.

Como observado, a previsão do Empreendimento A era de efetuar a conclusão do procedimento de formas no período de aproximadamente 148 dias, o que acabou acontecendo na prática, em 181 dias, contabilizando um atraso de mais de um mês para execução deste processo. Já em relação ao Empreendimento B, estava previsto que a fase estrutural das edificações seria finalizada em aproximadamente 156 dias, no entanto, o tempo necessário para sua conclusão foi de 149 dias, o que demonstra um adiantamento de uma semana para execução dos nove primeiros blocos do empreendimento.

A qualificação das equipes também foi aferida pelos residentes sendo classificada qualitativamente como inexperiente no Empreendimento A e experiente no Empreendimento B. É relevante mencionar que o grupo de colaboradores do primeiro empreendimento foi composto por indivíduos que nunca haviam trabalhado juntos anteriormente, enquanto a equipe mais experiente, segundo o engenheiro da Construtora X, exerceu atividades conjuntamente em outras três obras similares.

Com o intuito de identificar a diferença no nível de produtividade e a relação dele com a aprendizagem dos colaboradores que compõem as equipes de montadores, serão criadas curvas de aprendizagem que apresentarão o número de unidades habitacionais estruturalmente concluídas em determinado período, expresso em dias, possibilitando de tal maneira, a análise de tempo progressiva do empreendimento.

Para tal tomou-se o intervalo de tempo de execução da concretagem do primeiro bloco de cada empreendimento (16 unidades, incluindo platibanda), para o empreendimento A, total de 29 dias (31/01/2023 à 01/03/2023) e empreendimento B, total de 23 dias (30/11/2022 à 23/12/2022).

O modelo matemático para curva de aprendizagem de Wright (1936), é o mais utilizado sobre os conceitos de produtividade na construção civil, o que o tornou referencial para as posteriores análises da produção atingida pelos montadores de cada empreendimento.

Assim como apresentado por Amorim e Nicacio (2014), ao estabelecer um índice de conhecimento baseado nos preceitos de Wright, é possível prever possíveis comportamentos relativos à produtividade, uma vez que a cada duplicação de unidades existe um decaimento exponencial com a taxa de 80%.

Levando em consideração que no caso em estudo, foram executados 9 blocos em cada condomínio, foi preciso estabelecer essa taxa para cada um deles, através da fórmula abaixo:

$$Y=100\times(0,8)^{(\log2(\text{número de unidades}))} \quad (7)$$

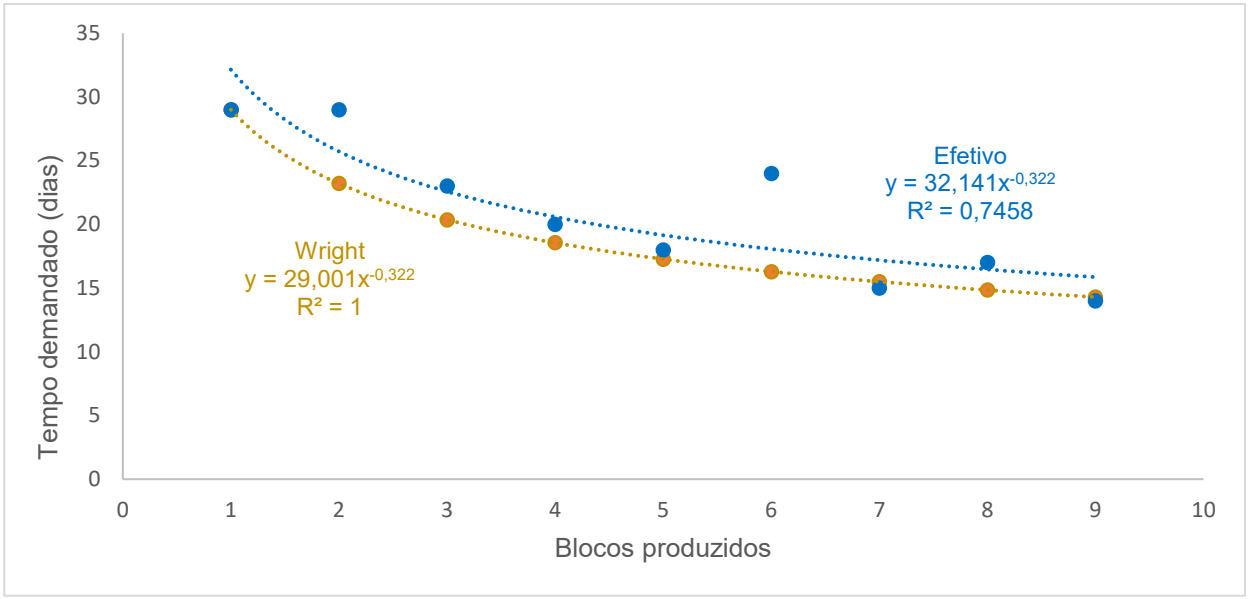
Tabela 2: Taxa de tempo acumulado após multiplicação da produção

BLOCOS FABRICADOS	TEMPO MÉDIO ACUMULADO (%)
1	100,00
2	80,00
3	70,21
4	64,00
5	59,56
6	56,17
7	53,45
8	51,20
9	49,29

Fonte: Os autores.

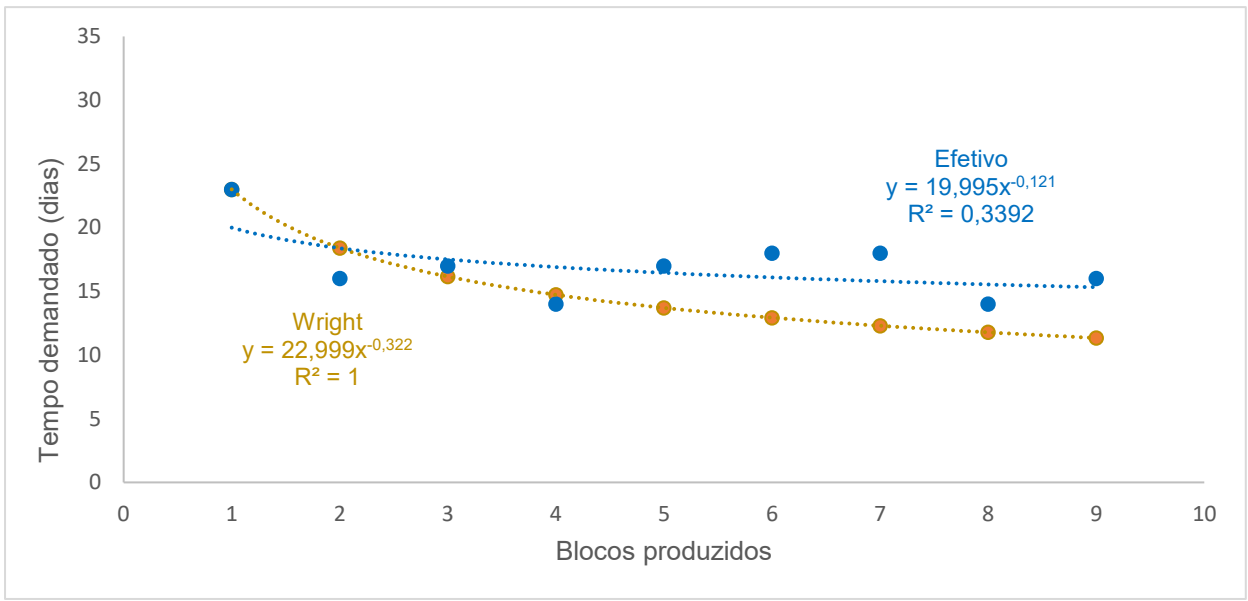
Ao multiplicar estas taxas determinadas pelo tempo demandado para execução da estrutura do lote inicial (primeiro bloco construído de cada empreendimento), confeccionou-se as seguintes curvas de aprendizagem, que levam em consideração a produtividade e desenvolvimento de ambas as equipes seguindo o critério estabelecido por Wright (nos gráficos representadas pela cor laranja). É fundamental que sejam apresentadas, conjuntamente, as curvas de aprendizagem desenvolvidas com os dados efetivamente coletados. Ao contabilizar os dias necessários para execução de cada bloco, foi possível estabelecer os dois principais eixos das curvas de aprendizagem, sendo eles as unidades produzidas pela equipe montadores (eixo X) e o tempo demandado para execução das estruturas (eixo Y).

Gráfico 1 - Curva de Aprendizagem por Wright em comparação a curva efetiva (Empreendimento A)



Fonte: Os autores.

Gráfico 2 - Curva de Aprendizagem por Wright em comparação a curva efetiva (Empreendimento B)



Fonte: Os autores.

Percebe-se ao verificar ambas as curvas efetivas que, diferentemente das curvas estabelecidas pelos preceitos de Wright, seu comportamento não é tão uniforme, fator evidente, tendo em vista que no decorrer da execução de uma obra, são imensuráveis as condições que podem acabar afetando o desenvolvimento da produção de determinada atividade do canteiro, tais como: falta de mão de obra; condições climáticas; interferências no fornecimento do concreto utilizado em cada pavimento; entre outras.

A curva de aprendizagem do Empreendimento A é notoriamente mais inclinada, característica essa, revelada principalmente pela alta quantidade de dias demandados para execução do primeiro bloco (29 dias). Este aspecto também evidencia a margem de possibilidades para o desenvolvimento dos montadores, que com o passar do tempo apresentou uma variação considerável.

Já em relação à curva de aprendizagem do Empreendimento B, nota-se que seu comportamento foi mais constante se comparado à equipe do outro empreendimento, que salienta a regularidade de uma equipe mais harmoniosa, e alerta o fato de que mesmo que as tarefas da construção civil possam ser potencializadas no quesito prazo de entrega, existe ainda um gargalo de produção que deve ser considerado para cada atividade.

Tendo em vista que no início de cada processo executivo a Construtora X havia planejado uma data de início e conclusão para execução de todas as paredes de concreto, foi possível estabelecer a produtividade esperada pela empresa em relação à atividade dos montadores de formas metálicas. O Empreendimento A por exemplo possuía um prazo de 148 dias para execução desta parte de sua estrutura, o que demonstra que cada um dos blocos devia ser finalizado em aproximadamente 16,44 dias. Enquanto isso o Empreendimento B possuía um prazo maior, com cerca de 156 dias, evidenciando uma expectativa de conclusão de aproximadamente 17,33 dias para cada bloco.

Ao analisar as curvas de aprendizagem efetiva de ambos os empreendimentos, e observar as equações que descreveram cada curva, é possível estabelecer em que momento da produção os montadores conseguiriam alcançar esta expectativa planejada pela Construtora X. O que ocorreu no empreendimento A no oitavo bloco e para o empreendimento B no quarto bloco.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como apresentado na seção dos resultados, é importante salientar que as curvas geradas com os dados adquiridos pela Construtora X demonstraram um comportamento com variação ao modelo linear matemático de curvas de aprendizagem de Wright (1936).

Ao principio é possível se constatar essa variação pelo fator r^2 dos gráficos que indica a correspondência do modelo linear ao conjunto de dados, uma explicação plausível seriam os fatores adversos que influenciam a capacidade de produção de uma equipe, como por exemplo: a mudança repentina das condições climáticas (por vezes impossibilita o trabalho nesta etapa da obra); a validação técnica de execução dos primeiros blocos executados com este sistema construtivo; e a indisponibilidade de mão de obra . Fatores aos quais a execução de um empreendimento está sujeita e dificilmente pode-se antever de maneira perfeita.

Entretanto, ao mesmo tempo que nota-se uma variação ao esperado matematicamente, o modelo de curva de aprendizagem permite inferir o que de fato se busca com este estudo que é a validação e verificação positiva do impacto que a aprendizagem e harmonia de equipe têm na execução de dada tarefa, isso se mostra ao ponto que o Empreendimento B apresentou melhores resultados de tempo, atingiu a produtividade esperada mais cedo e manteve um comportamento relativamente constante, tendo uma equipe que já advinha de outros empreendimentos trabalhando junta e classificada como experiente na execução do sistema construtivo de paredes de concreto.

O Empreendimento A também coaduna à tese principal, ao tempo em que o gráfico demonstra evolução na execução dos blocos conforme se progredia no tempo, havendo ganho em produtividade, bem como tempo de execução.

Ao avaliar o gráfico referente ao Empreendimento B, nota-se outro conceito, o gargalo de produção, ou seja, a impossibilidade de realização da tarefa sem que um tempo mínimo seja despendido, é natural que uma equipe mais bem treinada, mais experiente e harmoniosa não apresente resultados muito variados, como observado na curva do Empreendimento B. A grande margem de melhora da equipe de montadores do Empreendimento A auxilia na geração de uma curva mais acentuada, evidenciando uma taxa de aprendizagem mais significativa.

Dessa forma, em conclusão final observa-se que o modelo linear de curva de aprendizagem, proposto por Wright, possui limitações quando submetido à análise de fatores adversos, fatores esse indissociáveis à execução de um empreendimento, estando de maneira ou outra influenciando a mesma. E que, de fato a aprendizagem, e a harmonia de equipe influem positivamente no ganho de produtividade de uma tarefa repetidamente realizada, no caso a montagem de formas e concretagem do sistema construtivo de paredes de concreto.

No presente trabalho, foram avaliados apenas dados de caráter quantitativo de produção, assim sugere-se que ao prosseguir o estudo, possa-se realizar análises que levem em consideração a perspectiva qualitativa de forma associada a quantitativa, relacionando a qualidade dos blocos executados à velocidade de execução, com o intuito de procurar resultados que reflitam um padrão satisfatório de tempo e valor agregado no produto final.

REFERÊNCIAS

AGNOLETTO, Rafael Antonio. **ANÁLISE DO EFEITO APRENDIZAGEM NA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA DE UM EDIFÍCIO DE PAVIMENTOS-TIPO**. 2010. 127 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

AMORIM, Angélica de Souza; NICACIO, Joaquim Eduardo de Moura. **Redução da Produtividade como uma das Consequências do Cansaço Físico, em Tarefas Repetitivas. Revista de Estudos Sociais**, [S. l.], v. 14, n. 28, p. 199–211, 2014. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/res/article/view/1838. Acesso em: 27 abr. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos.** Rio de Janeiro, out. 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 16 out. 2023.

DREHER, Marialva Tomio et al. **Equipes de alta performance e obtenção de resultados: avaliação de desempenho na empresa de intercâmbio CI em Blumenau–SC.** In: SEGeT–Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 4, 2007, Florianópolis. Anais [...] Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco – AEDB ,2007. p 1-11.

FONSECA JUNIOR, Ary. **PRODUTOS E SERVIÇOS DE SUPORTE À PAREDE DE CONCRETO.** Disponível em: https://nucleoparededeconcreto.com.br/produtos-e-servicos-de-suporte-a-parede-de-concreto/. Acesso em: 16 out. 2023.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil – 2022**. Belo Horizonte: FJP, 2023.

JOHARI, Sparsh; JHA, Kumar Neeraj. **Learning Curve Models for Construction Workers**. **Journal Of Management In Engineering,** [S.L.], v. 37, n. 5, p. 1-12, set. 2021. American Society of Civil Engineers (ASCE). http://dx.doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000941.

LEITE, Madalena Osório. **A UTILIZAÇÃO DAS CURVAS DE APRENDIZAGEM NO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2002. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LU, Weisheng; YANG, Zhongze; KONG, Lingming. **Identification of Learning Effects in Modular Construction Manufacturing. Automation In Construction.** Hong Kong, p. 1-12. jul. 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580523002704. Acesso em: 13 nov. 2023.

PELLEGRINO, Roberta; COSTANTINO, Nicola. **An empirical investigation of the learning effect in concrete operations. Engineering, Construction And Architectural Management**, Bari, v. 25, n. 3, p. 342-357, 16 abr. 2018. Disponível em: https://www-emerald.ez78.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/ECAM-02-2017-0036/full/html. Acesso em: 12 nov. 2023.

RZEPECKI, Lukasz; BIRUK, Stawomir. **Simulation Method for Scheduling Linear Construction Projects Using the Learning– Forgetting Effect. Matec Web Of Conferences**, [S.L.], v. 219, p. 04007, 2018. EDP Sciences. Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/328584628_Simulation_Method_for_Scheduling_Linear_Construction_Projects_Using_the_Learning-_Forgetting_Effect. Acesso em: 11 nov. 2023.

SANTOS, Altair. **Paredes de concreto já dominam Minha Casa Minha Vida.** 2016. Disponível em: https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/paredes-de-concreto-minha-casa-minha-vida/. Acesso em: 08 nov. 2023.

THOMAS, Randolph. **Construction Learning Curves. Practice Periodical On Structural Design And Construction.** Filadélfia, p. 14-20. fev. 2009. Disponível em: https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%291084-0680%282009%2914%3A1%2814%29. Acesso em: 14 nov. 2023.

THOMAS, Randolph; MATHEWS, Cody T.; WARD, James G.. **LEARNING CURVE MODELS OF CONSTRUCTION PRODUCTIVITY. Journal Of Construction Engineering And Management**. Filadélfia, p. 245-258. jun. 1986. Disponível em: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9364%281986%29112%3A2%28245%29. Acesso em: 15 nov. 2023.

WRIGHT, T. P.. **Factors Affecting the Cost of Airplanes. Journal Of Th e Aeronautical Sciences.** [S.L], p. 122-128. fev. 1936. Disponível em: https://pdodds.w3.uvm.edu/research/papers/others/1936/wright1936a.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.