Análise da produtividade e do efeito do aprendizado em um projeto adotante do *Last Planner System*®: um estudo de caso único em uma usina fotovoltaica de grande porte

Analysis of productivity and learning effect in a project adopting the Last Planner System®: a single case study in a large photovoltaic plant

Andreia Cardoso Alves
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza, Ceará | eng.andreia@gmail.com

Luiz Fernando Mahlmann Heineck
Universidade Estadual do Ceará | Fortaleza, Ceará | luiz.heineck@uece.br

José de Paula Barros Neto
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza, Ceará | jpbarros@ufc.br

RESUMO

O *Last Planner System*® (LPS®) é uma abordagem que busca a estabilidade do fluxo de trabalho a partir da introdução de diferentes práticas de planejamento e controle. A literatura apresenta diversos benefícios oriundos de sua implementação. Contudo, existe uma escassez de estudos que mostrem o comportamento da produtividade dos serviços após a implantação do LPS®, bem como os eventuais ganhos em face do efeito do aprendizado, no caso de projetos com características repetitivas. Nesse contexto, o presente trabalho visa preencher esta lacuna, apresentando um estudo acerca da produtividade e do efeito do aprendizado em um projeto adotante do LPS®. Para tanto, a pesquisa realizou um estudo de caso único em uma usina fotovoltaica de grande porte. Os resultados indicaram variabilidade do fluxo de trabalho e reduzido ganho por efeito do aprendizado.

Palavras-chave: *Last Planner System*®; Produtividade; Efeito do aprendizado; Fluxo do trabalho.

ABSTRACT

The Last Planner System® (LPS®) is an approach that seeks workflow stability through the introduction of different planning and control practices. The literature presents several benefits arising from its implementation. However, there is a lack of studies that show the behavior of service productivity after the implementation of LPS®, as well as the possible gains due to the learning effect, in the case of projects with repetitive characteristics. In this context, this work aims to fill this gap, presenting a study on productivity and the learning effect in a project adopting LPS®. To this end, the research carried out a single case study in a large photovoltaic plant. The results indicated workflow variability and reduced gain due to the learning effect.

Keywords: Last Planner System®; Productivity; Effect of learning; Work flow.

1 INTRODUÇÃO

O LPS® é uma ferramenta do *lean construction* que tem sido elogiada por sua capacidade de melhorar o desempenho dos projetos de construção (Power *et al.*, 2023). Trata-se de uma abordagem que visa estabilizar os fluxos de trabalho (Kim; Jang, 2005), aumentar a confiabilidade dos planos (Hamzeh; Ballard; Tommelein, 2009) e promover o equilíbrio entre aquilo que deve ser feito e o que pode ser feito (Aslesen; Tommelein, 2016). Diversas empresas, têm implementado seus conceitos e práticas (Alves, 2024; Moura *et al.*, 2024; Véran-Leigh *et al.*, 2022; Viana *et al.*, 2010), reportando benefícios como aumento da colaboração (Vieira *et al.*, 2024; Lappalainen *et al.*, 2022), melhor gestão visual e gerenciamento do projeto (Moura *et al.*, 2024; Tayeh *et al.*, 2019), maior transparência e controle das tarefas (Vieira *et al.*, 2024; Barbosa *et al.*, 2013), dentre outros.

A motivação para o desenvolvimento do LPS® repousa na busca da estabilidade do fluxo de trabalho (Ballard, 2000; Ballard, 2021), visto que o controle do fluxo permite a continuidade e o sequenciamento do trabalho (Ballard, 2000), bem como a previsibilidade do processo de produção (Bortolazza; Formoso, 2006). Contudo, apesar da relevância da estabilidade do fluxo para o sucesso do LPS®, existe uma escassez de estudos sobre os dados de produtividade de serviços e os ganhos de performance decorrentes do efeito do aprendizado em projetos de construção que utilizam o *last planner*.

As pesquisas têm se debruçado predominantemente em analisar os benefícios e as dificuldades da implantação do LPS® em projetos de construção (Moura *et al.*, 2024; Bellaver *et al.*, 2023; Power *et al.*, 2023; Power; Sinnott; Mullin, 2020), estudar seu uso associado ao LBMS (*Location-Based Management System*) (Dave; Seppanen; Modrich, 2016), empregar ferramentas de gestão visual (Antonini *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2023), realizar aplicação conjugada com o BIM (*Building Information Modeling*) (Sbiti *et al.*., 2021; Chen *et al.*, 2020; Etges *et al.*, 2020), propor modelos para aprimoramento do LPS® (Soman, 2019; Ebbs; Pasquires, 2018), apreciar a implantação do LPS® à luz do desempenho resiliente (Hamerski *et al.*, 2023), dentre outros.

Este cenário dificulta a análise de possíveis ganhos de produtividade oriundos da introdução do LPS®. Nesse contexto, o presente trabalho pretende colmatar tal lacuna, apresentando a análise da produtividade de serviços do projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte. A questão de pesquisa que norteia o trabalho é: como se comporta a produtividade em um projeto de construção, no qual o LPS® encontra-se implementado? Espera-se, por meio deste trabalho, verificar se (1) as práticas do LPS® alcançaram o objetivo de estabilizar o fluxo de trabalho e se (2) houve melhoria na produtividade em razão do efeito do aprendizado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LPS®

O LPS® estratifica o Planejamento e Controle da Produção (PCP) em níveis hierárquicos ou horizontes de planejamento (Ballard; Tommelein, 2021), conforme mostra o quadro 1. Estes níveis são compostos por diferentes práticas, cujo grau de implementação pode ser medido por indicadores como o *Planning Best Practice* (PBP) (Castillo; Alárcon; Salvatierra, 2018; Viana et al., 2010; Sterzi; Isatto; Formoso, 2007; Soares; Bernardes; Formoso, 2002).

O PBP é uma métrica que busca, por meio de uma lista de verificação, analisar a implantação de 15 práticas de planejamento e controle (Viana *et al.*, 2010). Seu cálculo considera uma pontuação de 0 para nenhuma implementação da prática analisada, 0,5 para implementação parcial e 1 para implementação completa da rotina de planejamento investigada (Viana *et al.*, 2010). O quadro 1 apresenta as práticas de planejamento exploradas pelo PBP (Viana *et al.*, 2010).

Quadro 1: Práticas de planejamento do índice PBP

Horizonte de Planejamento	**Prática de Planejamento**
1. Geral (práticas comuns a todos os horizontes)	1.1 Formalização do processo de planejamento e controle; 1.2 Utilização de dispositivos visuais para divulgação de informações;
2. Planejamento de longo prazo	2.1 Utilização de um plano diretor transparente e de fácil compreensão; 2.2 Atualização sistemática do plano diretor; 2.3 Utilização de indicadores de desempenho;

3. Planejamento de Médio Prazo (PMP)	3.1 Padronização do PMP; 3.2 Definição correta de pacotes de trabalho; 3.3 Planejamento e controle de fluxos físicos; 3.4 Remoção sistemática de restrições; 3.5 Criação de um banco de atividades prontas;
4. Planejamento de curto prazo	4.1 Inclusão apenas de pacotes de trabalho sem restrições nos planos de curto prazo; 4.2 Padronização de reuniões; 4.3 Participação de representantes da equipe na tomada de decisões;
5. Aprendizagem	5.1 Análise crítica de dados; 5.2 Ações corretivas baseadas nas causas de não-conclusões de planos.

Fonte: Adaptado de Viana *et al.* (2010)

2.2 PRODUTIVIDADE

A produtividade visa mensurar a eficiência das atividades, tendo em vista parâmetros de entrada e de saída, bem como os fatores que influenciam o fluxo de trabalho (Lee; Won, 2021). Um indicador comum para avaliação da produtividade é a Razão Unitária de Produção (RUP), cuja fórmula relaciona o esforço humano empregado (total de horas-homem trabalhadas) com a quantidade de serviço executada (Souza, 2006). A equação para cálculo da RUP é expressa em 1 (Souza, 2006).

$$RUP = \frac{total\ de\ horas - homem\ trabalhadas}{Quantidade\ de\ serviço} \quad (1)$$

A RUP pode estar relacionada a diferentes períodos de tempo (Alves; Campos, 2023). Quando está associada ao trabalho realizado no intervalo de um dia, por exemplo, é denominada RUPd ou RUP diária (Souza, 2006). Quando cobre um intervalo acumulado de tempo, é chamada de RUP cumulativa ou RUPcum (Souza, 2006).

2.3 EFEITO DO APRENDIZADO

O efeito do aprendizado é um fenômeno que se caracteriza pelo decréscimo do consumo de hh (homem-hora) em tarefas repetitivas, em razão da aprendizagem dos trabalhadores e do ganho de experiência, durante a execução (Heineck, 1991). Diferentes fatores podem influenciar o processo de aprendizagem, gerando melhorias na produtividade (Anzanello; Fogliatto, 2007), como por exemplo: gestão de suprimentos (Kazaz; Manisali; Ulubeyli, 2008), experiência prévia (El-Gohary; Aziz, 2014) e incentivos monetários (Jarkas; Bitar, 2012.

O impacto dos diversos fatores sobre a aprendizagem e consequentemente sobre a produtividade é usualmente demonstrado por curvas de aprendizado (Anzanello; Fogliatto, 2007) que apresentam o comportamento do consumo de hh em função do número de unidades de serviço executadas (Marchiori, 1998). As curvas de aprendizado são baseadas em modelos potenciais, exponenciais e hiperbólicos (Anzanello; Fogliatto, 2007). Na construção civil, é comum o emprego do modelo potencial proposto por Wright (Panzeter, 1988; Marchiori, 1998), consoante mostra equação 2 (Anzanello; Fogliatto, 2007; Marchiori, 1998).

$$T_x = T_1 x^k \quad (2)$$

Onde:

- ✓ Tx representa o consumo de hh para executar uma quantidade de serviço (Exemplo: pavimentos, casas, dentre outros);
- ✓ T_1 representa o consumo de hh para executar a primeira unidade de repetição do serviço (Ex: primeiro pavimento, primeira casa, dentre outros);
- ✓ x é o número de ordem da repetição;
- ✓ k é o coeficiente da lei de aprendizagem, cuja equação é expressa na equação 3.

$$k = \frac{ln\frac{1}{Lei}}{ln2} \quad (3)$$

Para verificar a magnitude do aprendizado, é feita análise da taxa de aprendizado, oriunda do expoente k da curva do modelo potencial (Marchiori, 1998). Para cada valor de k, tem-se o valor para a lei do aprendizado. Quanto maior o k, maior o aprendizado (Marchiori, 1998). Para um k de 0,1, por exemplo, tem-se uma lei de 93,3%, o que significa uma redução de 6,7% no consumo de hh a cada duplicação da unidade de repetição.

3 METODOLOGIA

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada, por este trabalho, é de estudo de caso único. Trata-se de uma abordagem que possibilita a confirmação, o questionamento ou a ampliação de uma teoria (Yin, 2015; Dyer; Wilkins, 1991), bem como o aprofundamento na investigação de uma temática (Prodanov; Freitas, 2010; Miguel, 2007). De acordo com Yin (2015), é uma estratégia adequada quando (1) as questões de pesquisa são do tipo "como" e "por que", (2) o pesquisador exerce pouco ou nenhum controle sobre os eventos e (3) o foco situa-se em um fato contemporâneo.

Neste trabalho, o estudo de caso foi realizado em uma usina fotovoltaica construída entre fevereiro de 2023 e março de 2024, no nordeste brasileiro. A usina apresentava área aproximada de 1.100 hectares e possuía um total de 676.566 de placas solares instaladas. O projeto foi executado por um consórcio de duas empresas que não apresentavam experiência prévia com o LPS® em parques solares. Uma consultoria especializada foi contratada para implementar os conceitos e as práticas do LPS®. Um dos autores deste trabalho atuou, neste projeto, na função de coordenadora de planejamento.

3.2 COLETA DE DADOS

Foram coletados dois tipos de dados, na usina fotovoltaica estudada:

a) Dados relativos ao grau de implementação do LPS®;

b) Dados de produtividade de dois serviços.

A fim de identificar o grau de implementação do LPS®, a pesquisa fez uso do índice *Planning Best Practice* (PBP) ou índice de melhores práticas de planejamento. Nesse sentido, o trabalho debruçou-se sobre os documentos descritos no quadro 2, de modo a analisar o alcance da implementação realizada. Os dados foram coletados no intervalo de fevereiro de 2023 a março de 2024.

Quadro 2: Documentos analisados

Identificação do documento	Descrição do documento
Documento 1	Cronograma de longo prazo elaborado no *software* MS Project®
Documento 2	LBMS desenvolvido no *software* Prevision
Documento 3	Planilhas elaborada no *software* MS Excel® com as curvas de avanço físico e Índice de Desempenho de Prazo do projeto
Documento 4	Planilha de análise de riscos elaborada no *software* MS Excel®
Documento 5	Planilha de análise de restrições elaborada no *software* MS Excel®
Documento 6	Programações semanais elaboradas no *software* MS Excel®
Documento 7	Relatórios semanais da implementação do LPS® elaborado pela consultoria
Documento 8	Manual de implementação do LPS® elaborado pela consultoria
Documento 9	Planilhas de controle de produção das atividades elaborada no *software* MS Excel®

Fonte: os autores

Os dados de produtividade, por sua vez, foram coletados a partir de formulários de campo preenchidos diariamente pelos encarregados das frentes de serviço. Estes dados foram transcritos, pela equipe de planejamento e controle do projeto para planilhas do Microsoft Excel® (documento 9).

No total, foram selecionados 2 serviços da usina fotovoltaica para análise, a saber:

1- Cravação direta de estacas: trata-se de um serviço realizado por equipamento chamado bate-estaca ou cravadora, no qual por meio da aplicação de sucessivos golpes, crava-se as estacas no solo. A usina do estudo de caso apresentou uma média de 5 cravadoras no decorrer da execução, alcançando um pico de 8 máquinas e um mínimo de 1;

2- *Pre-drilling* para implantação de estacas: consiste na realização de furos, no solo, por meio de perfuratrizes, com posterior preenchimento com material inerte. O *Pre-drilling* é indicado para solos com presença de rocha;

Figura 1: Cravação direta de estacas (à esquerda) e *pre-drilling* (à direita)



Fonte: os autores

A escolha destes serviços foi pautada na sua importância executiva, haja vista participarem do caminho crítico do cronograma da obra.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados dos serviços apropriados foram plotados em gráficos de dispersão no *software* Microsoft Excel®. As variáveis "produção diária total" e "consumo de hh diário" foram representadas nos eixos das abcissas e das ordenadas, respectivamente. No Excel®, procedeu-se com cálculo da equação de regressão e do coeficiente de determinação (R^2). O valor do R de Pearson ou coeficiente de correlação, por sua vez, foi obtido com auxílio do *software* de estatística jamovi®. Os resultados de R e de R^2 foram utilizados para análise da correlação entre as variáveis e para ponderação acerca do poder de explicação da variável "consumo de hh" com relação à variável "produção diária total". Adicionalmente, utilizou-se o coeficiente de variação (cv) para análise da dispersão dos dados com relação à média.

Para cálculo do efeito do aprendizado, a pesquisa valeu-se novamente de gráficos de dispersão. Nesta etapa, a sequência de dias foi plotada no eixo das abscissas e a RUP no eixo da ordenadas. A curva do modelo potencial foi obtida por meio do Microsoft Excel®. O expoente da equação potencial foi empregado, conforme equação 3, para cálculo da lei do aprendizado. O formato da curva foi analisado para verificação da estabilidade do fluxo de trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ÍNDICE DE MELHORES PRÁTICAS DE PLANEJAMENTO (PBP)

Por meio dos documentos 7 e 8, evidenciou-se que a implementação do LPS® foi iniciada em fevereiro de 2023 com as rotinas de longo prazo. No mês subsequente, o projeto introduziu as dinâmicas de médio prazo e, em abril e junho de 2023, respectivamente, houve inserção das rotinas de curto prazo e de aprendizagem.

Com base na análise documental, notou-se ainda que o projeto implementou totalmente 14 das 15 práticas apontadas no quadro 1. Apenas a prática 4.1 foi considerada como parcialmente implementada, visto que houve inclusão, nas programações semanais, de atividades não prontas.

A tabela 1 exibe o conjunto de rotinas e respetivas evidências documentais.

Tabela 1: Práticas implementadas

Práticas	Pontuação	Evidências da implementação
1.1	1	Documento 8
1.2	1	Documentos 7 e 8
2.1	1	Documentos 1 e 2
2.2	1	Documentos 1 e 2
2.3	1	Documento 3
3.1	1	Documento 8
3.2	1	Documentos 1, 2 e 5
3.3	1	Documentos 7 e 8
3.4	1	Documento 5
3.5	1	Documento 5
4.1	0,5	Documento 6
4.2	1	Documento 8
4.3	1	Documento 7
5.1	1	Documentos 4, 7 e 9
5.2	1	Documento 7
Total	14,5	

Fonte: os autores

À luz destes dados, observa-se que houve implantação das práticas formais do LPS® na usina fotovoltaica com destaque para as rotinas de longo e de médio prazo.

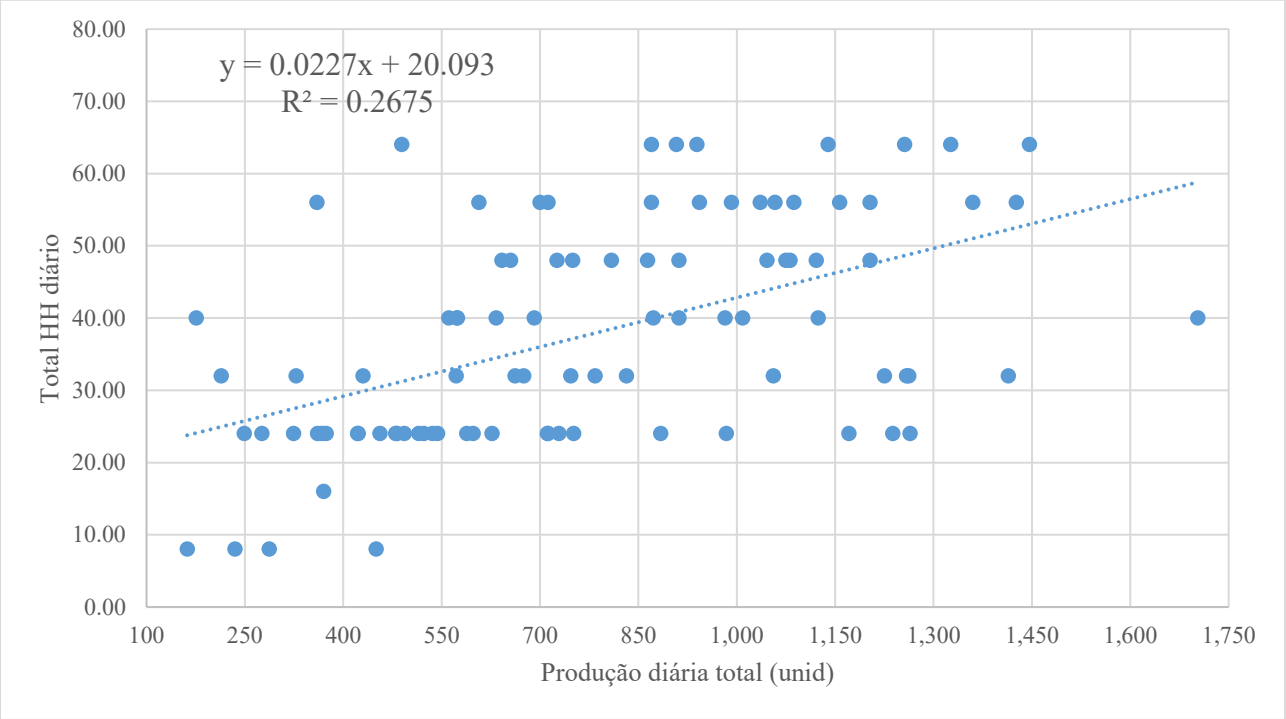
4.2 ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE E DO EFEITO DO APRENDIZADO

Neste item, a pesquisa se propõe a analisar a produtividade e os eventuais ganhos de consumo de hh em razão do efeito do aprendizado. Consoante exposto no item 4.1, o projeto exibiu IBP de 14,5. Logo, espera-se verificar se este indicador reverberou positivamente nos dados de produtividade.

4.2.1 CRAVAÇÃO DIRETA DAS ESTACAS

Este serviço apresentou um total de 93 dias apropriados. A produção média foi de 780,92 estacas/dia, o desvio-padrão foi de 345,84 estacas/dia e o cv foi igual a 44,29%. A média por cravadora foi de 179 estacas/dia, com desvio-padrão de 82,3 estacas/dia e cv de 46,02%, o que implica em expressiva variabilidade dos dados em torno da média. O R de Pearson da amostra exibiu valor de 0,517, denotando uma correlação média entre as variáveis consumo de hh e quantidade diária realizada. O R^2, por sua vez, alcançou 0,2675, indicando que apenas 26,75% dos resultados de consumo de hh podem ser explicados pela variável produção diária realizada. O p de Shapiro-Wilk foi maior que 0,05, o que significa que os resíduos apresentaram distribuição normal. A figura 2 mostra os dados de consumo diário de hh versus a produção diária.

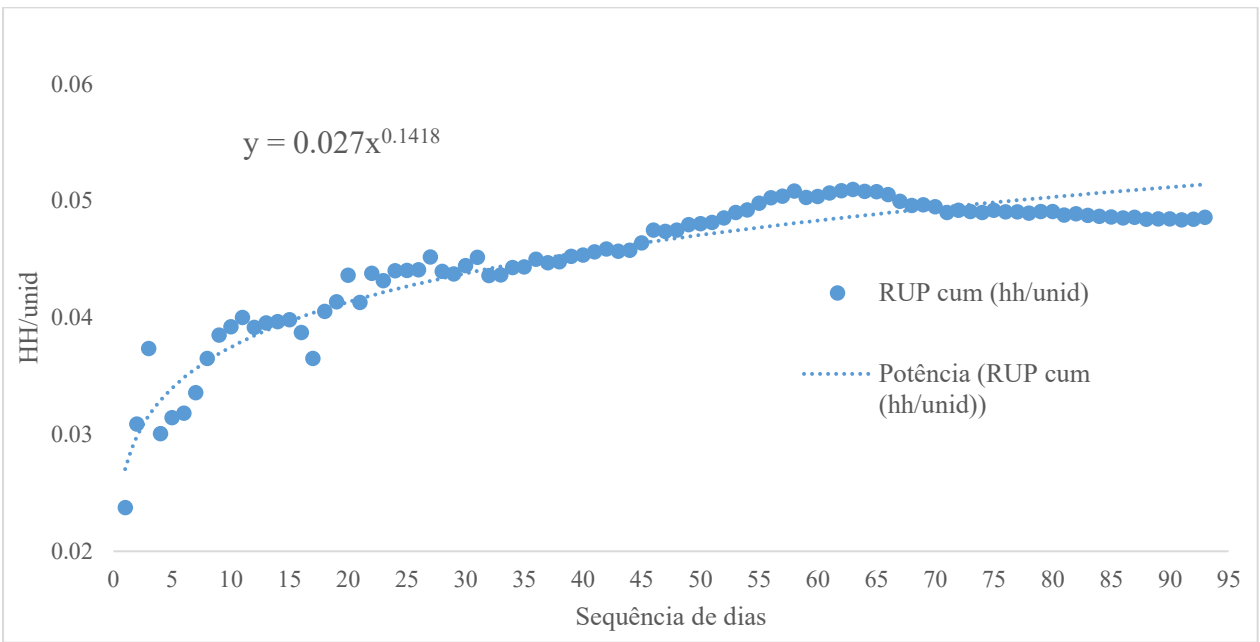
Figura 2: Consumo de hh do serviço de implantação de estacas



Fonte: os autores

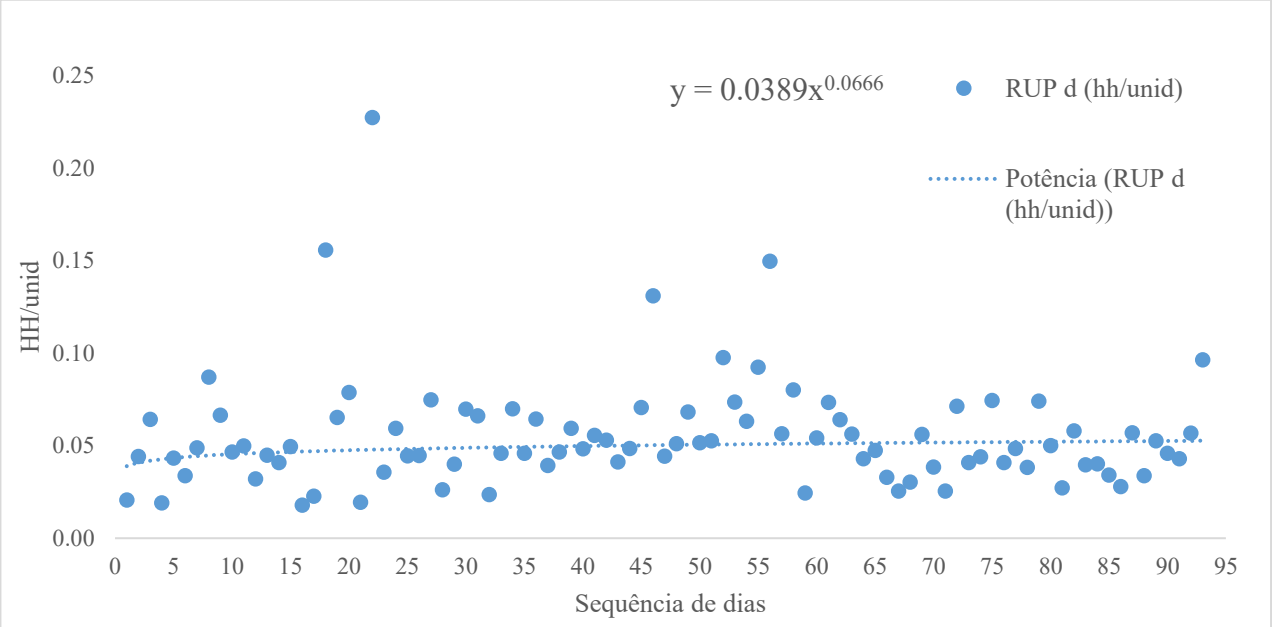
No que tange ao aprendizado, nota-se, com base nas figuras 3 e 4, aumento no consumo de hh, o que sublinha ausência do efeito do aprendizado. Adicionalmente, as figuras evidenciam uma breve estabilidade da RUP apenas entre a 30ª e a 45ª repetições e entre a 70ª e a 80ª. Nas demais repetições, verifica-se ausência de estabilidade.

Figura 3: Curva de aprendizado cumulativa do serviço de cravação direta das estacas



Fonte: os autores

Figura 4: Curva de aprendizado individual do serviço de cravação direta das estacas



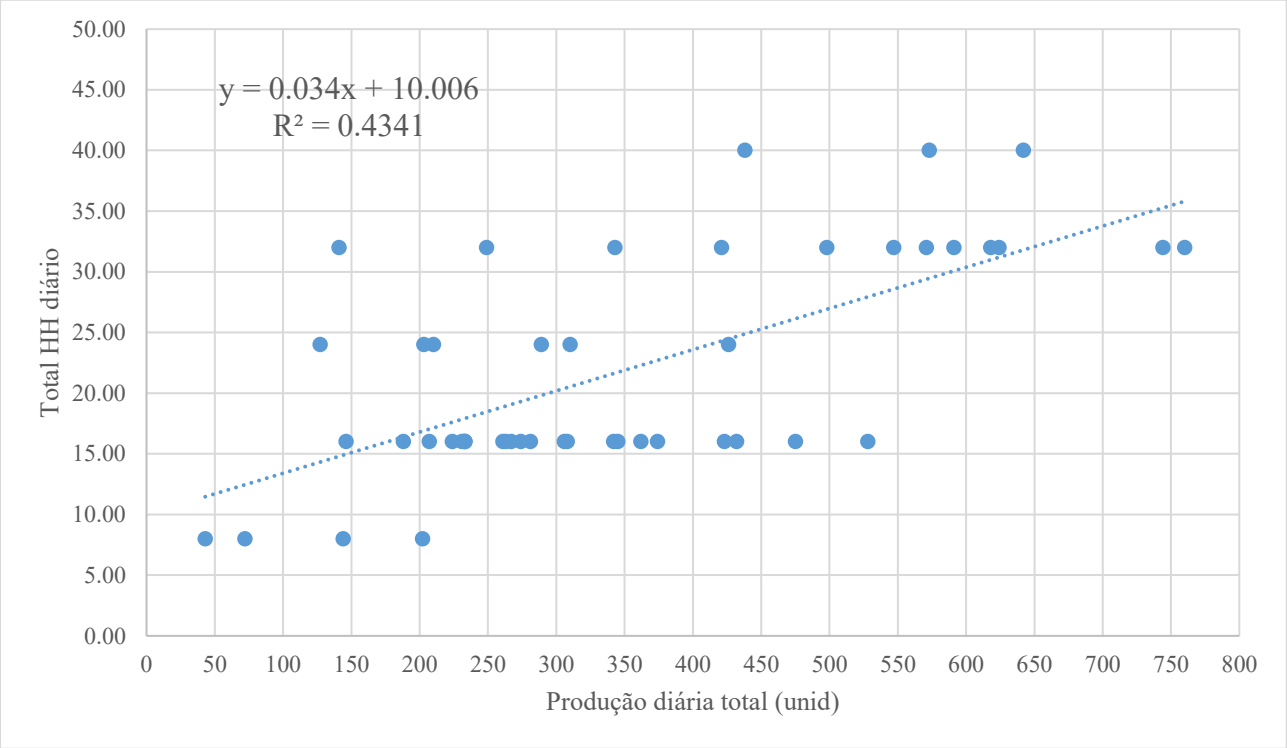
Fonte: os autores

Uma possível explicação para a variabilidade observada pode estar relacionada, consoante análise dos documentos 1, 5 e 6, com a entrega das estacas. Observou-se, nos documentos citados, que houve entregas não tempestivas por parte do fornecedor e fora da ordem contratada. Nos dois primeiros meses de execução da atividade, por exemplo, houve cerca de 40% de atraso, no avanço físico da entrega das estacas. A análise da RUPd (figura 4), inclusive, mostra variabilidade, nos primeiros 30 dias de execução da tarefa. Ademais, houve problemas relacionados à mudança do tipo de fundação das estacas inicialmente previsto em projeto. Durante toda execução da atividade, a equipe deparou-se com situações de campo que divergiam das especificações de projeto, o que gerou retrabalhos e deslocamentos da equipe para outras frentes não planejadas.

4.2.2 *PRÉ-DRILLING*

Este serviço apresentou um total de 48 dias apropriados. A produção média foi de 131,14 estacas/dia, o desvio-padrão foi de 50,30 estacas/dias e o cv foi igual a 38,34%. O valor de cv denota alta variabilidade dos dados em torno da média. O R de Pearson assumiu o valor de 0,662, o que sublinha uma correlação média entre as variáveis produção diária e consumo de hh. O R^2, por sua vez, foi igual a 0,4378, indicando que 43,78% dos resultados de consumo de hh podem ser explicados pela produção diária realizada. Finalmente, o p de Shpiro-Wilk foi maior que 0,05, demonstrando que os resíduos exibiram uma distribuição normal. A figura 5 ilustra os dados de consumo diário de hh do serviço.

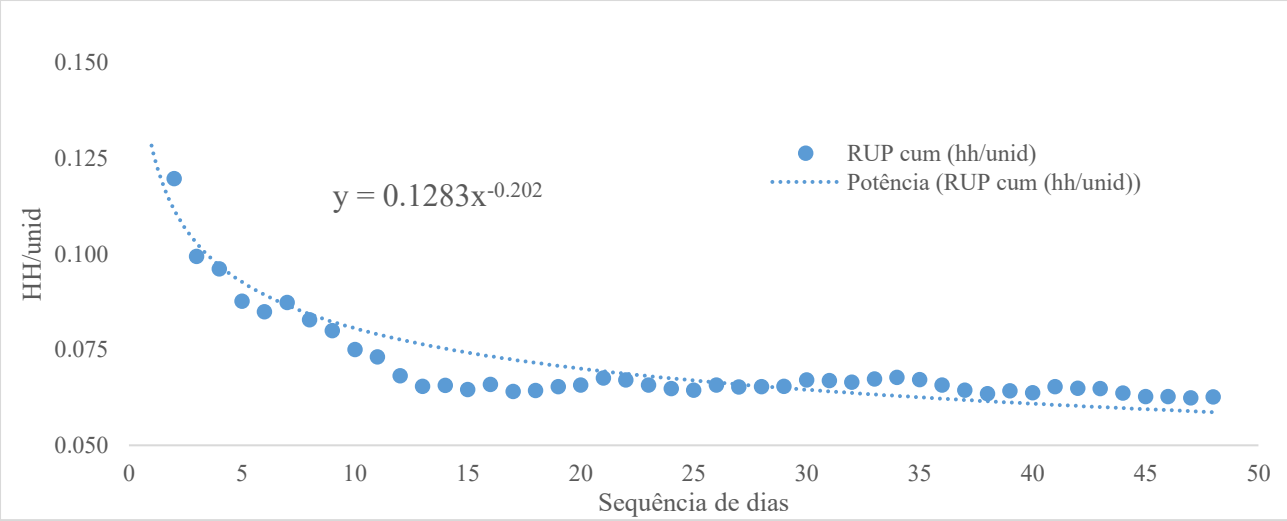
Figura 5: Consumo de hh do serviço de implantação de estacas



Fonte: os autores

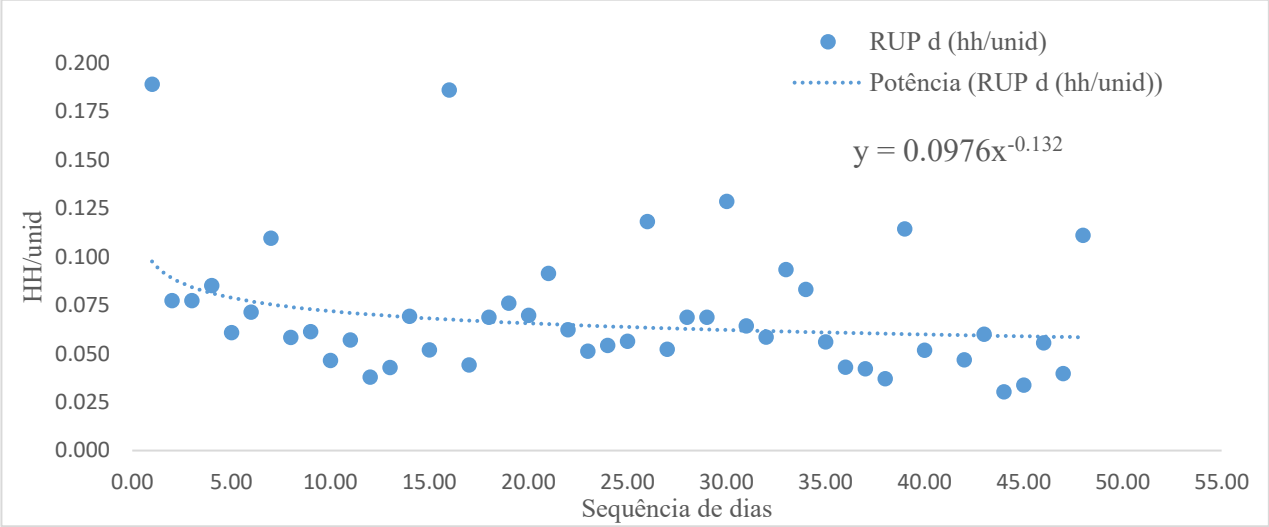
Com relação ao efeito do aprendizado, a curva com dados de RUP cumulativa aponta para 13% de redução do consumo de hh. A curva com dados de RUP diária ou individual, por seu turno, indica 9% de redução o consumo de hh a cada repetição. A partir da análise da curva cumulativa e individual, percebe-se que o fluxo de trabalho apresenta dados de RUP com flutuações acentuadas, em especial nas primeiras 20 repetições (figuras 6 e 7).

Figura 6: Curva de aprendizado cumulativa do serviço de implantação de estacas



Fonte: os autores

Figura 7: Curva de aprendizado individual do serviço de implantação de estacas



Fonte: os autores

4.3 DISCUSSÃO

Nota-se que a usina fotovoltaica implementou as práticas do LPS® consagradas na literatura (item 4.1). Contudo, os resultados (item 4.2) sugerem que ainda não foi possível comprovar a estabilidade do fluxo do trabalho, em razão da adoção destas práticas. A operação de cravação direta de estacas exibiu ausência do efeito do aprendizado e cv superior a 40%. Além disso, apresentou um R^2 baixo, sublinhando que outros fatores ecoaram no consumo de hh.

Salienta-se também que, embora o serviço de *pré-drilling* para implantação de estacas tenha apresentado redução do consumo de hh por efeito do aprendizado, o cv da amostra foi elevado (38,34%), realçando a expressiva variabilidade dos dados apropriados. Tal cenário pode denotar (1) a necessidade de adoção de outras práticas gerenciais com vistas a melhoria da implementação do LPS® e (2) a exigência de maior ênfase na adoção das práticas do LPS® (sobretudo aquelas indicadas nos itens 3.3 e 4.1 do quadro 1).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estabilização do fluxo de trabalho passa, no contexto do LPS®, pela adoção de diferentes práticas de planejamento e controle que sobraçam horizontes de longo, médio e curto prazo. Esta pesquisa mostrou que, não obstante a adoção por uma usina fotovoltaica de 15 práticas apontadas na literatura para implantação do LPS®, ainda não foi possível detectar a estabilização da produtividade nos serviços estudados.

Os dados coletados sugerem que fatores como gestão de suprimentos e mudança de projetos, por exemplo, podem ter afetado o comportamento da produtividade e reduzido potenciais ganhos por efeito do aprendizado. Nesse sentido, é possível que a estabilidade do fluxo de trabalho reclame o emprego de mais práticas de planejamento e controle (subjacentes ou complementares ao LPS®).

Assim, este estudo contribuiu para o estudo do fluxo de trabalho, à luz de dados de produtividade, em projetos adotantes da filosofia da construção enxuta. Para pesquisas futuras, o trabalho propõe o emprego de técnicas oriundas da gestão de pessoas, de modo a verificar como fatores relacionados a comunicação, colaboração e motivação podem melhorar a implementação das rotinas do LPS® e consequentemente promoverem a estabilidade do trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. **Diretrizes para implementação do planejamento de médio prazo: lições e desafios a partir de um projeto de construção de uma usina fotovoltaica de grande porte**. 2024. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: < https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/79043>

ALVES, A. C.; CAMPOS, V. R. Impacto na produtividade decorrente da utilização de horas extras. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC), 13. **Anais**...Aracaju, 2023. Disponível em: < https://doi.org/10.46421/sibragec.v13i00.2400>

ANTONINI, B. G. *et al*. Logistics Planning Within the Last Planner System for Highway Construction Projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 31. **Anais**... Lille, 2023. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/2126>

ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: um estudo de caso para edifícios altos. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 1, p. 109-123, jan.-abr. 2007.

ASLESEN, S.; TOMMELEIN, I. D. What “makes” the Last Planner? A Typology of Behavioral Patterns of Last Planners. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 24. **Anais**... Boston, 2016. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/1360>

BALLARD, G. **The last planner system of production control**. 2000. 192f. Doctor of Philosophy, University of Birmingham, Birmingham, 2000. Disponível em: <http://etheses.bham.ac.uk/4789/>

BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. **2020 Current process benchmark for the last planner® system of project planning and control**. Technical Report, Project Production Systems Laboratory (P2SL). University of California, Berkeley, 2021.

BARBOSA, G. et al. Implementing Lean Construction Effectively in a Year in a Construction Project. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 21. **Anais**... Fortaleza, 2013. Disponível em: < https://www.iglc.net/papers/details/874>.

BELLAVER, G. et al. Implementing lookahead planning and digital tools to enable scalability and set of information in a multi-site lean implementation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. **Anais**... Edmonton, 2022. Disponível em: < https://www.iglc.net/papers/details/2004>.

BORTOLAZZA, R.; FORMOSO, C. T. A Quantitative Analysis of Data Collected From the Last Planner System in Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 14. **Anais**... Santiago, 2006. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/415>.

CARVALHO, L. A. A. P. *et al*.. Gestão visual das ferramentas lean no planejamento de obras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 43. **Anais**... Fortaleza, 2023. Disponível em: < https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_399_1956_46531.pdf>

CASTILLO, T.; ALÁRCON, L. F.; SALVATIERRA, J. L. Effects of Last Planner System Practices on Social Networks and the Performance of Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 3, Mar/2018. Disponível em: < https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.000144>

CHEN, Q. *et al*. Using look-ahead plans to improve material flow processes on construction projects when using BIM and RFID technologies. **Construction Innovation**, v. 20, n. 3, p. 471–508, 8 jun. 2020. Disponível em:< https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-11-2019-0133/full/html>

DAVE, B.; SEPPÄNEN, O.; MODRICH, R. U. Modeling Information Flows Between Last Planner and Location Based Management System. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 24. **Anais**... Boston, 2016. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/1321>

DYER, G.; WILKINS, A. L. Better Stories, Not Better Constructs, to Generate Better Theory: A Rejoinder to Eisenhardt. **The Academy of Management Review**, v. 16, n. 3, p. 613-619 jul. 1991. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/258920>

EBBS, P.; PASQUIRE, C. Make Ready Planning Using Flow Walks: A New Approach to Collaboratively Identifying Project Constraints. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN

CONSTRUCTION (IGLC), 26. **Anais**... Chennai, 2018. Disponível em: < https://www.iglc.net/papers/details/1598>

EL-GOHARY, K. M.; AZIZ, R. F. Factors Influencing Construction Labor Productivity in Egypt. **Journal of Management in Engineering**, v. 30, n. 1, 1-9, Jan/2014. Disponível em: < https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000168>

ETGES, B. M. *et al*. Using BIM With the Last Planner® System to Improve Constraints Analysis. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 28. **Anais**... Berkeley, 2020. Disponível em: < https://www.iglc.net/papers/details/1793>

HAMERSKI, D. C. *et al*. The contributions of the Last Planner System to resilient performance in construction projects. Construction Management and Economics, v. 42, n. 4, p. 328-345, 2023. Disponível em: < https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2023.2262622>

HAMZEH, F.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. D. Is the Last Planner System Applicable to Design? A Case Study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 17. **Anais**... Taipei, 2009. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/644>

HEINECK, L. F. M. Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumentobda produtividade na alvenaria. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 3. **Anais**.... Florianópolis, 1991.

JARKAS, A. M.; BITAR, C. G. Factors Affecting Construction Labor Productivity in Kuwait. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 7, 811-820, jul/2012. Disponível em: < https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000501>

KAZAZ, A.; MANISALI, E.; ULUBEYLI. Effect of basic motivational factors on construction workforce productivity in turkey. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 14, n.2, 95-106, 2008.Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/1392-3730.2008.14.4>.

KIM, Y.; JANG, J Case Study: An Application of Last Planner to Heavy Civil Construction in Korea. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 13. **Anais**... Sydney, 2005. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/386>

LAPPALAINEN, E. et al. Findings on the Use of the Last Planner Systema_a Case Study. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. **Anais**... Edmonton, 2022. Disponível em: <https://iglc.net/Papers/Details/1945>.

LEE, C.; WON, J. Analysis of construction productivity based on construction duration per floor and per gross area, with identification of influential factors. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 27, n.3, 203-216, 2021.

MARCHIORI, F. F. **Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: um estudo de caso para edifícios alto**s. 1998. 114 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

MOURA, L. *et al.* Lean Construction Implementation in the Construction of an Airport Runway. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 32. **Anais**... New Zealand, 2024. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/2299>

PANZETER, A. **Estudo das relações entre os consumos de mão de obra e as quanidades físicas executadas**. 1988. 159 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1988.

POWER, W.; SINNOTT, D.; MULLIN, A.. Improving commissioning and qualification delivery using last planner® system. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 28. **Anais**... Berkeley, 2020. Disponível em: <https://iglc.net/Papers/Details/1761>.

POWER, W. *et al.*. An Evaluation of the Lookahead Planning Function in Last Planner® System. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 31. **Anais**... Lille, 2023. Disponível em: <https://iglc.net/Papers/Details/2149>.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SBITI, M. *et al*. Toward BIM and LPS Data Integration for Lean Site Project Management: A State-of-the-Art Review and Recommendations. **Buildings**, v. 11, n. 5, p. 196, 7 maio 2021. Disponível em: < https://www.mdpi.com/2075-5309/11/5/196>

SOARES, A. C.; BERNARDES, M. M. S.; FORMOSO, C. T. Improving the Production Planning and Control System in a Building Company - Contributions After Stabilization. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 10. Anais...Gramado, 2002. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/210>

SOMAN, R. K. Modelling construction scheduling constraints using Shapes Constraint Language (SHACL). In: EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTING IN CONSTRUCTION. **Anais**... Chania, 2019. Disponível em: <https://ec-3.org/publications/conference/paper/?id=EC32019_170>

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. 1ª ed. São Paulo: Editora Pini, 2006.

STERZI, M. P.; ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. Integrating Strategic Project Supply Chain Members in Production Planning and Control. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 15. Anais...East Lansing, 2007. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/468>

TAYEH, B. A. et al. Techniques and benefits of implementing the last planner system in the Gaza Strip construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 7, p. 1424–1436, 18 jun. 2019. Disponível em: < https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-01-2018-0039/full/html>

VÉRAN-LEIGH, D. *et al.* Evaluation of Construction Performance With the Use of LPS and Precast Slabs in Residential Buildings. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 30. **Anais**... Edmonton, 2022. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/2038>

VIANA, D. D. *et al*. A survey on the Last Planner System: impacts and difficulties for implementation in Brazilian companies. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 18. **Anais**... Haifa, 2010. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/715>

VIEIRA, J. P. P. *et al*. Synergy Between LPS and Slack: A Case Study in Brazilian Horizontal Housing Developments. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION (IGLC), 32. **Anais**... New Zealand, 2024. Disponível em: < https://iglc.net/Papers/Details/2294>

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.