XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

Gestão de recursos compartilhados na linha de montagem de uma fábrica de construção modular

Shared resource management on the assembly line of a modular construction factory

Carlos Aderbal Pereira Soares
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | carlosaderbal@hotmail.com
Daniela Dietz Viana
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | dietz.viana@ufrgs.br
Iamara Rossi Bulhões
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | iamara.bulhoes@ufrgs.br

Resumo

Ambientes industrializados de construção modular dependem do compartilhamento de recursos críticos, como pontes rolantes, entre diferentes estações de uma linha de montagem. Quando o uso desses equipamentos não é padronizado, surgem interferências operacionais, esperas e descontinuidades que comprometem o fluxo produtivo, problema ainda pouco explorado na literatura da *Lean Construction*. Este estudo teve como objetivo analisar a padronização de recursos compartilhados em uma linha de montagem de uma fábrica de construção modular, com foco na utilização da ponte rolante sob a perspectiva do Trabalho Padronizado. A pesquisa foi conduzida por meio da estratégia de pesquisa-ação, envolvendo diagnóstico do sistema produtivo, mapeamento do fluxo operacional, levantamento dos tempos das atividades e implementação de melhorias na linha de montagem. Os resultados mostraram que a ponte rolante era o principal recurso crítico do sistema, e que a padronização de seu fluxo, combinada ao balanceamento das atividades entre estações, reduziu o tempo de ciclo da linha em aproximadamente 25%, aumentando a estabilidade do fluxo produtivo. O estudo limitou-se a uma única linha de montagem e a um único recurso compartilhado, não contemplando outros equipamentos do sistema produtivo. **Palavras-chave:** Construção Modular. Trabalho Padronizado. Fluxo Contínuo. *Lean Construction*.

Abstract

*Industrialized modular construction environments depend on the sharing of critical resources, such as overhead cranes, between different stations on an assembly line. When the use of this equipment is not standardized, operational interferences, waiting times, and discontinuities arise, compromising the production flow, a problem still little explored in the Lean Construction literature. This study aimed to analyze the standardization of shared resources in an assembly line of a modular construction factory, focusing on the use of the overhead crane from the perspective of Standardized Work. The research was conducted using an action-research strategy, involving diagnosis of the production system, mapping of the operational flow, surveying activity times, and implementing improvements in the assembly line. The results showed that the overhead crane was the main critical resource of the system, and that the standardization of its flow, combined with the balancing of activities between stations, reduced the line's cycle time by approximately 25%, increasing the stability of the production flow. The study was limited to a single assembly line and a single shared resource, not including other equipment in the production system.. **Keywords:** Modular Construction. Standardized Work. Continuous Flow. Continuous Improvement.*

SOARES, C. A. P.; VIANA, D. D.; BULHÕES, I.R. Gestão de recursos compartilhados na linha de montagem de uma fábrica de construção modular. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

INTRODUÇÃO

A crescente adoção de sistemas industrializados na construção civil tem ampliado a utilização de linhas de montagem e processos produtivos inspirados na manufatura enxuta, especialmente em ambientes de construção modular (CM) [1]. A CM tem tido uma crescente utilização, tanto no Brasil como em outros países. Experiências em países como Reino Unido, Austrália, Singapura, EUA, China, Canadá, Suécia e Malásia, têm demonstrado os benefícios potenciais da CM [1].

Entre os principais benefícios da CM destacam-se a produtividade, menor tempo de construção, redução da mão-de-obra no local da obra, redução de perdas, aumento da qualidade e melhoria da segurança e saúde no trabalho [1]. Além disso, oferece muitas oportunidades de automação e mecanização, por possuir um ambiente mais controlado que a construção tradicional, principalmente quando há uma grande escala na fabricação dos módulos [2].

A CM é caracterizada como construção industrializada sob encomenda (ETO), o que contribui para o aumento da complexidade dos projetos devido a vários fatores, incluindo projetos com prazos curtos, exigindo algum grau de sobreposição entre as etapas de produção, o que contribui para aumentar o número de interdependências entre as tarefas [3]. Em sistemas produtivos organizados por unidades repetitivas, como estações de uma linha de montagem, essa interdependência se manifesta de forma crítica quando um mesmo recurso precisa ser utilizado sequencialmente em diferentes unidades: a simples lógica de precedência entre atividades não garante a continuidade do uso do recurso de uma unidade para a seguinte, sendo necessário considerar explicitamente essa restrição de continuidade na programação do sistema produtivo [16]. Nesse contexto, a elevada interdependência entre atividades exige maior sincronização entre equipes, materiais, equipamentos e fluxo de informações.

O conceito de fluxo ocupa posição central na filosofia *Lean*, sendo compreendido como um dos principais elementos para obtenção de estabilidade, previsibilidade e eficiência nos sistemas produtivos. Fluxo está no centro da mensagem enxuta, uma vez que a redução do intervalo de tempo entre a matéria-prima e o produto acabado conduz à melhoria da qualidade, redução de custos e diminuição do prazo de entrega [5].

O objetivo do princípio do fluxo é organizar todas as atividades necessárias para a criação de um produto em uma sequência consistente e contínua, sem filas, interrupções e desperdício de esforços [6]. Sob essa perspectiva, a eficiência do sistema depende diretamente da capacidade de gerenciar recursos, operações e atividades de forma sincronizada, assegurando o fluxo contínuo e estabilidade no processo. Assim, a produção deve ser compreendida não apenas como transformação de insumos, mas também como fluxo, sendo as interrupções, esperas e variabilidades responsáveis por perdas que comprometem o desempenho global do sistema produtivo [6].

A estabilidade do fluxo produtivo depende não apenas da disponibilidade dos recursos, mas também da continuidade e consistência das operações ao longo do tempo. O contrário da estabilidade é a instabilidade, que é resultado da variabilidade

dos processos [7]. Assim, a estabilidade parece estar fortemente relacionada à redução da variabilidade e à confiabilidade dos processos [8].

Em ambientes de CM, requer ampla coordenação de fluxos de trabalho, das atividades, dos recursos e das partes interessadas, antes e durante o processo de construção, com intensa troca de informações e colaboração [9]. Desse modo, a variabilidade e a falta de coordenação entre operações tendem a ampliar perdas e comprometer o desempenho do processo construtivo, especialmente quando há elevada dependência entre recursos e atividades [10].

Dentre os principais recursos compartilhados presentes em ambientes industrializados da CM, destacam-se os equipamentos responsáveis pela movimentação e posicionamento de componentes estruturais de grande porte, como a ponte rolante (Figura 1). Por estar associada a operações críticas da linha de montagem, sua utilização influencia diretamente o fluxo contínuo das atividades, o tempo de ciclo e a capacidade produtiva do sistema. Em muitos casos, diferentes estações dependem do mesmo equipamento, criando interferências operacionais e restringindo o fluxo contínuo da produção.

Figura 1: Ponte rolante na fábrica de construção modular



Nota: Ponte rolante (estrutura amarela) em impressão 3D. Fonte: Autor.

Apesar dos avanços da *Lean Construction* na compreensão dos efeitos do fluxo contínuo, da padronização e da redução da variabilidade sobre o desempenho dos sistemas produtivos, o Trabalho Padronizado como abordagem originária da manufatura pressupõe um grau de estabilidade básica dos processos que é difícil de alcançar em ambientes de construção, exigindo adaptações específicas quando aplicado a esse setor [17]. Em particular, permanece pouco explorado como a padronização do uso de máquinas e equipamentos compartilhados pode contribuir para estabilizar o fluxo produtivo, reduzir interferências entre operações e aumentar a capacidade produtiva de linhas de montagem de construção modular. Além disso, a literatura sobre Trabalho Padronizado na construção tem apontado a necessidade de

se considerar explicitamente folgas (*slack*) na definição dos ciclos de operação, dado que essas folgas podem desempenhar papel estratégico na absorção da variabilidade inerente ao setor, em vez de serem tratadas simplesmente como desperdício [17].
Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo analisar o fluxo contínuo das operações por meio dos recursos compartilhados em uma linha de montagem sob perspectiva do trabalho padronizado, reduzindo perdas e tempo de ciclo. A pesquisa parte do entendimento de que a padronização dos recursos críticos que são compartilhados entre as estações de trabalho contribui significativamente para a redução de desperdícios, melhoria do fluxo produtivo e aumento da capacidade produtiva da linha de montagem. O trabalho busca compreender como a padronização dos equipamentos de movimentação podem reduzir interferências entre estações e melhorar o desempenho da linha de montagem.

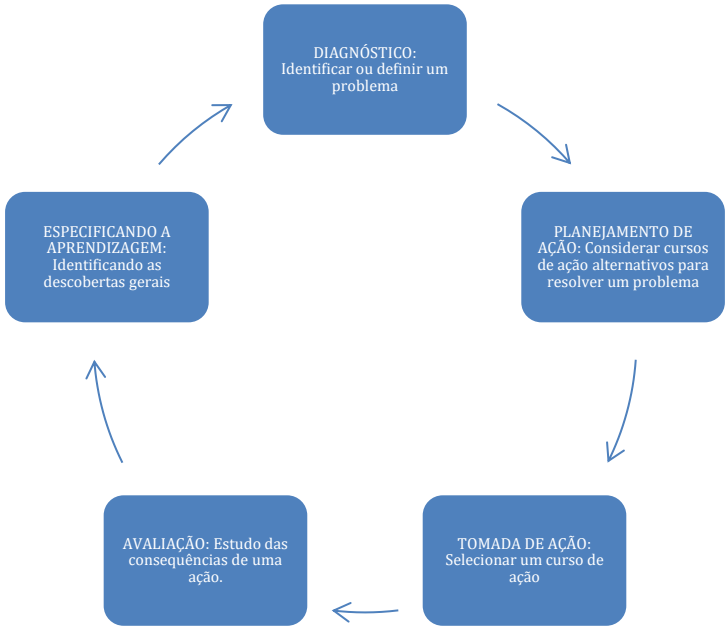
MÉTODO

A estratégia de pesquisa adotada foi a pesquisa-ação, que é definida como um tipo específico de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada por meio de uma ação em que os pesquisadores e algumas pessoas participantes da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo [14]. A realização da pesquisa-ação é justificada pela necessidade de implementar mudanças na empresa. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade, que está registrado na Plataforma Brasil com o número CAAE 80464824.5.0000.5347.

O processo cíclico da pesquisa-ação, conforme a Figura 2, é estruturado em cinco passos sequenciais que buscam resolver problemas práticos e gerar conhecimento científico. Inicialmente, o diagnóstico, fase dedicada a identificar e definir claramente o problema no ambiente real. Em seguida, no planejamento da ação, pesquisadores e profissionais colaboram para propor e analisar cursos alternativos de ação. O terceiro passo é a execução da ação, onde se seleciona e implementa a intervenção planejada para modificar a realidade. Após a implementação, realiza-se a avaliação para estudar as consequências e o impacto da ação tomada. Por fim, ocorre a especificação do aprendizado, momento de reflexão teórica e prática para identificar os achados gerais do ciclo, consolidando o conhecimento gerado e preparando o terreno para novas iterações, caso necessário.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

Figura 2 - O processo cíclico da pesquisa-ação



Fonte: Adaptado de [15].

Na fase de diagnóstico, foi realizada uma reunião conduzida pelos pesquisadores junto com CEO da empresa, com o intuito de entender identificar o problema. Considerando que a ponte rolante era um recurso limitante da fábrica, foi elaborado um plano de ação para padronização do uso do equipamento.

A partir dos dados coletados durante as reuniões foi elaborado um mapa de fluxo de montagem. Após essa etapa inicial, foi detalhado um mapa de cada estação de trabalho, a partir do acompanhamento da linha de montagem. Por meio deste mapeamento, buscou-se conhecer em maior profundidade a natureza do processo de montagem. Nessa etapa foi realizada uma análise detalhada de todos os subprocessos envolvidos, desde o recebimento das peças, até a saída do modulo pesado para o estoque. A elaboração dos mapas foi realizada pelos pesquisadores, a partir de discussões realizadas com a equipe de montagem.

Alguns dados para elaboração do mapa detalhado foram obtidos por meio de documentos internos da empresa, no entanto, as reuniões com os profissionais envolvidos possibilitou a atualização de algumas informações, entrevistas abertas e participação do pesquisador em reuniões. Foram também coletados dados relativos às durações das atividades, que registraram todos os tempos gastos na execução da montagem. Para esses registros usou-se uma planilha, contendo nome da atividade, o nome do profissional e o fluxo dele entre as estações, dentro do tempo de ciclo.

A coleta do tempo de duração das atividades inicialmente foi realizada por cronometragem, nas três primeiras estações onde já havia as atividades e os operadores bem definidos. Enquanto as estações da quatro até a sete, os dados de tempo foram coletados por meio de entrevista aberta com os profissionais. A Tabela

1 mostra a distribuição do tempo de uso da ponte rolante ao longo da linha de montagem.

Tabela 1: Coleta de tempos de uso da ponte rolante

Atividade	Estação	Tempo (min)
Montagem das paredes	01	80
Içamento e montagem da peça de concreto do teto	04	20
Içamento e montagem das capas de GRC	04	40
Içamento e montagem da peça de apoio a passarela	04	20
Içamento e da porta	04	20

Fonte: Autor

Ao final da fase de diagnóstico foi feita uma avaliação do processo de projeto em reunião na empresa, conduzida pelo pesquisador, da qual participaram o CEO da empresa, o gerente de produção, o coordenador de produção, o líder de montagem junto com os líderes das outras minifábricas e o gerente da qualidade. Nesta reunião, foi apresentado o mapa de fluxo da operação, junto com o fluxo do equipamento de movimentação e içamento, a ponte rolante. Além disso, a empresa aprovou para que o mapa fosse implementado na linha de montagem das celas 8P.

Nesse estudo o gerente de produção e o líder de montagem da empresa foram responsáveis pela implementação dos fluxos que ficaram definidos, a sequência de execução, o fluxo de mão de obra e o fluxo da ponte rolante entre as estações, sendo o papel do pesquisador o de facilitador do processo. Ao longo de dez dias úteis o pesquisador realizou reuniões junto com o gerente e o líder de montagem para alinhar a execução do dia seguinte e acompanhar da implementação ao longo de 20 ciclos, nas quais se discutia a implementação das mudanças e os problemas ocorridos no período.

Nesta fase, foram usadas outras fontes de evidência:
(a) participação em reuniões de coordenação de projeto;
(b) reuniões com o diretor técnico e os profissionais da linha de montagem; e
(c) entrevistas com os profissionais da linha de montagem.

DIAGNÓSTICO DO USO DA PONTE ROLANTE

A falta de padrão para o uso da ponte rolante foi identificada com uma fonte de variabilidade recorrente, embora apenas duas estações usassem a ponte, como mostra a Tabela 1.

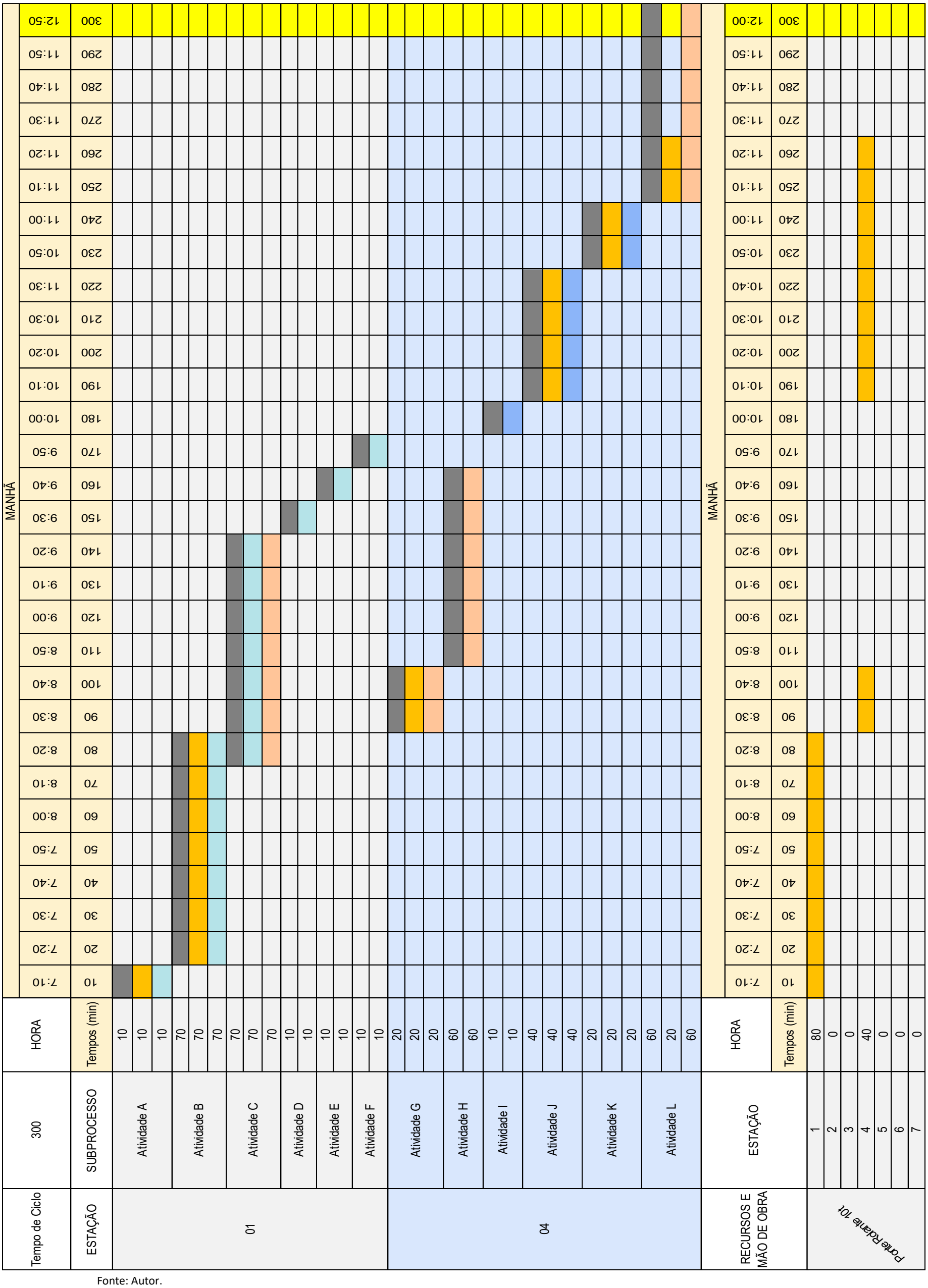
A

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

Figura **3** apresenta as estações que usam a ponte rolante, 01 e 04. O fluxo considerava a execução de todas as atividades dentro da mesma estação. Dessa forma, a ponte só seguia para a estação 04 quando finalizava todas as atividades da estação 01, mantendo-a em ociosidade devido a sequência crítica das atividades.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

Figura 3: Fluxo inicial da ponte rolante



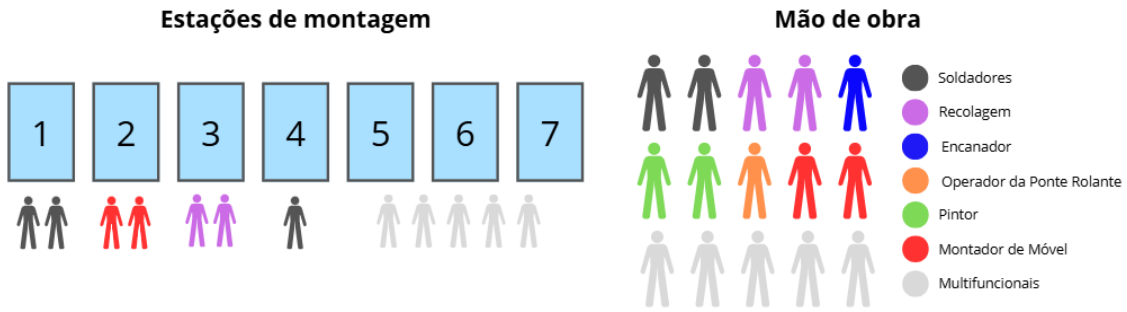
Fonte: Autor.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

CARACTERIZAÇÃO DA LINHA DE MONTAGEM E DOS RECURSOS COMPARTILHADOS

A linha de montagem analisada caracteriza-se como um ambiente industrializado de construção modular composto por estações de trabalho interdependentes, organizadas de 01 a 07, seguindo uma lógica sequencial de produção, conforme a Figura 4.

Figura 4: Estações de trabalho e mão de obra disponível



Fonte: autor.

Entre os principais recursos compartilhados identificados no processo produtivo destacam-se os equipamentos de movimentação e içamento dos módulos pesados, especialmente a ponte rolante (Figura 5). As primeiras análises identificaram que a ponte rolante era um recurso compartilhado entre as estações. A falta de padronização do fluxo da ponte rolante entre as estações provocava perdas por ociosidade e compromete a produção da fábrica.

Figura 5 - Ponte Rolante



Nota: ponte rolante utilizada na fábrica de construção modular. Fonte: Autor.

A análise das operações evidenciou que parte significativa das atividades da linha dependia direta ou indiretamente da utilização da ponte rolante. Em função disso, o equipamento passou a atuar como um dos principais elemento do fluxo operacional da linha de montagem, concentra elevada demanda de utilização ao longo do ciclo produtivo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

IDENTIFICAÇÃO DA PONTE ROLANTE COMO RECURSO CRÍTICO

A partir da análise do fluxo produtivo e do levantamento das operações executadas ao longo da linha de montagem, verificou-se a ponte rolante como o principal recurso crítico do sistema produtivo, pois só havia uma disponível na linha de montagem.

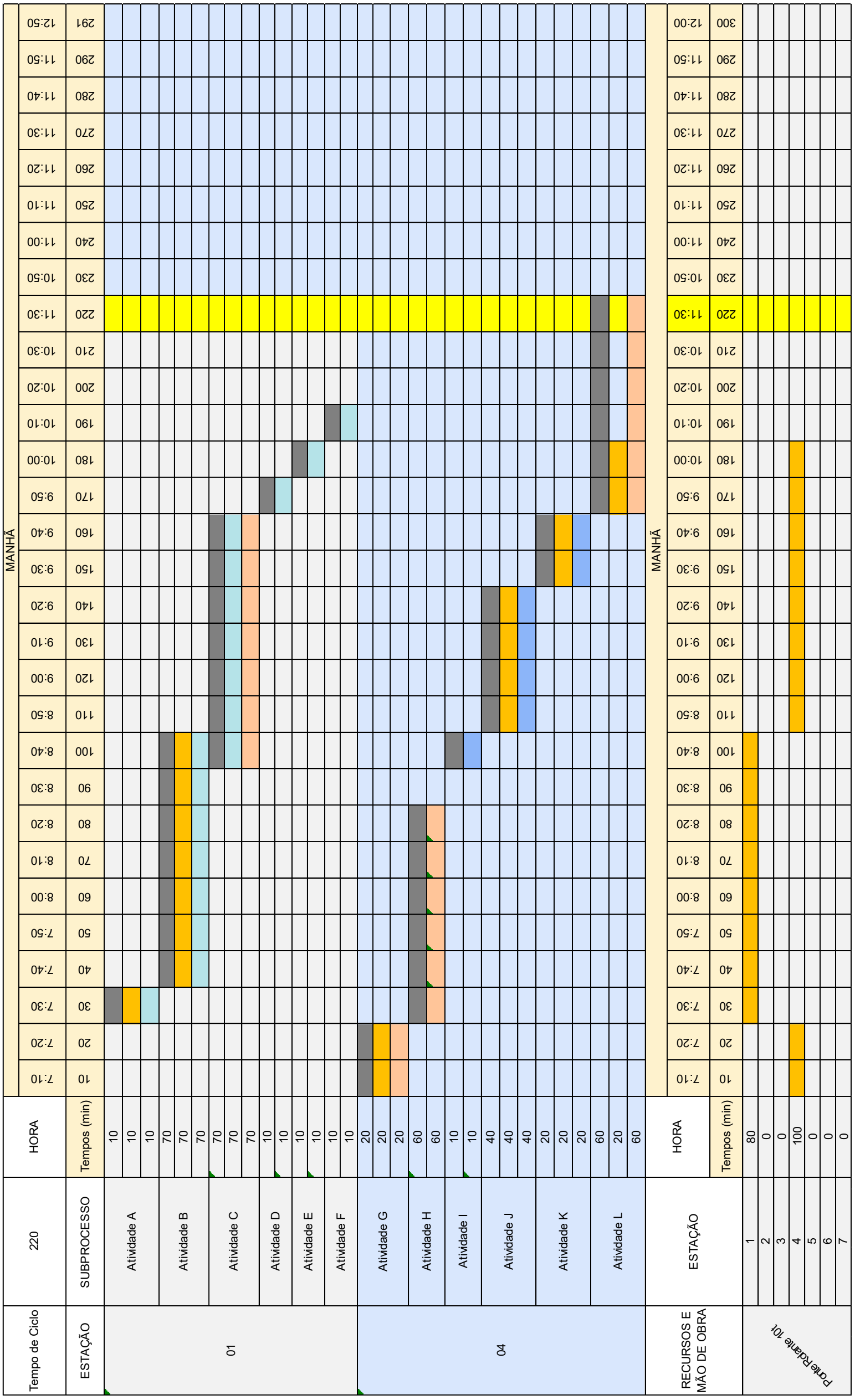
A Figura 6 apresenta a padronização do fluxo operacional da ponte rolante, estruturada por meio da sequência crítica de execução das atividades ao longo da linha de montagem. Observa-se que o balanceamento do uso do equipamento contribuiu para a redução de aproximadamente 70 min no tempo de ciclo em relação ao cenário inicial apresentado na

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

Figura **3**. Esse resultado evidencia que a padronização e o balanceamento dos recursos compartilhados exercem influência direta sobre o desempenho do sistema produtivo, especialmente em ambientes caracterizados pela elevada interdependência entre operações. A padronização do fluxo da ponte rolante proporcionou uma redução aproximada de 25% no tempo de ciclo da linha de montagem, reforçando a importância da gestão dos recursos críticos durante o processo de padronização do trabalho.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

Figura 6: Fluxo contínuo da ponte rolante



Fonte: Autor

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8972

Além das interferências operacionais, verificou-se que determinadas atividades poderiam ser executadas com equipamentos alternativos. Essa constatação evidenciou que a padronização de uso da ponte contribui para identificação de oportunidades de melhoria.

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO TEMPO DE CICLO E CAPACIDADE PRODUTIVA

A partir da aplicação dos princípios do Trabalho Padronizado e da revisão detalhada das operações executadas ao longo da linha de montagem, foram implementadas ações voltadas ao fluxo da ponte rolante entre as estações que fazem o uso dela, com o objetivo de reduzir as interferências operacionais entre estações de trabalho. Após a implementação do trabalho padronizado, a gerência da linha de montagem discutiu quais as atividades do ciclo de montagem podiam ser independentes do uso da ponte rolante, visando uma futura melhoria do sistema. A discussão tinha por objetivo reduzir o tempo de utilização da ponte rolante ao longo do ciclo de montagem, dando flexibilidade para algumas atividades que dependem do equipamento de movimentação e içamento.

Por meio da padronização da ponte e da aplicação do trabalho padronizado, foi possível reduzir o tempo de ciclo da linha de montagem em 220 min, permitindo compreender de forma detalhada a distribuição das atividades ao longo do processo produtivo. Em relação à ponte rolante, a análise das operações possibilitou identificar o tempo efetivo de utilização do equipamento dentro do tempo de ciclo, considerando uma condição operacional sem interferências simultâneas entre as estações de trabalho. A partir da análise inicial, verificou-se que o tempo de utilização da ponte rolante correspondia a 180 min por ciclo produtivo, no entanto, devido as interferências, a ponte era usada em apenas 62% do tempo de ciclo.

Em seguida, após a padronização do equipamento, o tempo de uso do ciclo permaneceu o mesmo, no entanto o tempo de ciclo reduziu para 220 e, consequentemente, aumentou o tempo efetivo de uso da ponte dentro do tempo de ciclo, passando a ser aproximadamente 82%. Destaca-se que mesmo com a padronização identificou-se uma folga operacional de aproximadamente 40 min, correspondente a 18% do tempo de ciclo. Entretanto, a presença de slack em sistemas produtivos complexos não deve ser interpretada exclusivamente como perda, uma vez que determinadas folgas podem assumir papel estratégico para manutenção da estabilidade operacional e mitigação dos efeitos decorrentes da variabilidade presente nos processos produtivos [7]. Assim, reforça que a folga identificada na ponte rolante pode representar uma estratégia, e não necessariamente uma ineficiência a ser eliminada [18].

Nesse contexto, a folga identificada na utilização da ponte rolante pode ser compreendida como uma condição que contribui para aumentar a confiabilidade do sistema produtivo, reduzindo a suscetibilidade da linha de montagem a interrupções

decorrentes de interferências operacionais, atrasos ou variações no ritmo das atividades.

CONCLUSÃO

A contribuição desta pesquisa relaciona fluxo contínuo com trabalho padronizado. Entendendo que para manter o fluxo contínuo é indispensável a padronização de recursos que são compartilhados. Os resultados evidenciaram que o fluxo contínuo da ponte rolante desempenha um papel central no sistema produtivo, sendo utilizada em diversas operações relacionadas à movimentação de peças pesadas, isso implica diretamente na redução de perdas por espera e ociosidade do equipamento e mão de obra.

A ausência de padronização do fluxo operacional do equipamento entre as estações de trabalho provocava interferências operacionais, esperas e interrupções no fluxo produtivo, comprometendo a estabilidade da linha de montagem. A análise detalhada das operações permitiu identificar que diferentes estações dependiam simultaneamente da utilização da ponte rolante, a padronização do recurso contribui para o fluxo contínuo.

Do ponto de vista teórico, este estudo contribui para ampliação das discussões relacionadas à gestão de recursos compartilhados em ambientes industrializados da construção civil, tema ainda pouco explorado na literatura da *Lean Construction*. Os resultados evidenciam que a melhoria do desempenho produtivo não depende exclusivamente do aumento da capacidade operacional dos equipamentos, mas principalmente da padronização, do balanceamento das operações e da sincronização do fluxo produtivo.

Quanto a limitação desse estudo, salienta que foi desenvolvida em uma única linha de montagem de uma fábrica de construção modular. Além disso, o estudo concentrou-se especificamente na análise da ponte rolante como recurso compartilhado crítico, não abrangendo outros equipamentos e recursos auxiliares presentes no sistema produtivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Sagrado Coração de Jesus e ao Imaculado Coração de Maria. Agradeço à CAPES pelo apoio concedido ao desenvolvimento desta pesquisa.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram ferramentas para melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] PAN, W; HON, C K. Briefing: **Modular integrated construction for high-rise buildings**. Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer, v. 173, n. 2, p. 64–68, 1 jun. 2020.

[2] WUNI, I Y; SHEN, G . Critical success factors for modular integrated construction projects: a review. **Building Research and Information**, v. 48, n. 7, p. 763–784, 2 out. 2019.

[3] MELLO, M.H.; Strandhagen, J.O.; Alfnes, E. **Analyzing the Factors Affecting Coordination in Engineer-to-Order Supply Chain**. Int.J. Oper. Prod. Manag. 2015, 35, 1005–1031.

[4] KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo: Helsinki University of Technology, 2000.

[5] LIKER, J. K. **The Toyota Way: 14 management principles from the world´s greatest anufacturer.** New York: McGraw-Hill, 2004.

[6] BINNINGER, M., DLOUHY, J., & HAGHSHENO, S. (2017). **Technical Takt Planning and Takt Control in Construction**. IGLC 2017 – Proceedings of the 25th Annual Conference of the Internacional Group for Lean Construction, II(July), 605–612. https://doi.org/10.24928/2017/0297

[7] FORMOSO ET AL. (2021). "**Slack in construction – Part 1: core concepts**" *Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC29),* Alarcon, L.F. and González, V.A. (eds.)*,* Lima, Peru, pp. 187–196, doi.org/10.24928/2021/0183, online at iglc.net.

[8] LIKER, J K.; MEIER, David. O Modelo Toyota: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

[9] WUNI, I Y; SHEN, Geoffrey Qiping**. Barriers to the adoption of modular integrated construction: Systematic review and meta-analysis, integrated conceptual framework, and strategies**. Journal of Cleaner Production, v. 249, p. 119347, 10 mar. 2020

[10] FORMOSO, C. T.; SOMMER, L.; KOSKELA, L.; ISATTO, E. L. **The identification and analysis of making-do waste: insights from two Brazilian construction sites**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 183-197, jul./set. 2017.

[11] KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford: Stanford University, 1992.

[12] MEDEIROS, G. D. **Modelo de planejamento e controle da produção para obter estabilidade básica em fábricas de construção modular**. 2025. Dissertação (Mestrado em Construção e Infraestrutura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025.

[13] BULHÕES, I R. Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta. Campinas: UNICAMP, 2009.

[14] THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2005. 132 p.

[15] SUSMAN, G. I. EVERED, R. D. (1978). **An assessment of the scientific merits of action research.** ***Administrative Science Quarterly*** 23: 582–603

[16] HARRIS, R. B.; IOANNOU, P. G. Scheduling projects with repeating activities. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 4, p. 269-278, 1998.

[17] FIREMAN, M. C. T.; SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **The role of slack in standardized work in construction: an exploratory study**. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26., 2018, Chennai. IGLC, 2018. p. 1313-1322.

[18] MARION, G. L. C.; SAURIN, T. A.; VIANA, D. D. The cost-benefit of slack in production planning and control in construction projects. **Construction Management and Economics**, 2025.