ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Aplicação de Construção Enxuta em uma empresa de estruturas metálicas

Application of Lean Construction in a company of metal structures

Junior Santana
Unochapecó | Chapecó | Brasil | jr_santana@unochapeco.edu.br
Maycon Renan Farikoski
Unochapecó | Chapecó | Brasil | mayconfarikoski@unochapeco.edu.br
Gabriela Schneider de Sousa Bottega
Unochapecó | Chapecó | Brasil | gabi.sousa@unochapeco.edu.br
Francieli Dalcanton
Unochapecó | Chapecó | Brasil | fdalcanton@unochapeco.edu.br
Marcelo Fabiano Costella
Unochapecó | Chapecó | Brasil | costella@unochapeco.edu.br

Resumo

Nos últimos anos, o mercado da construção em aço vislumbra um crescimento significativo. Neste contexto, a Construção Enxuta apresenta uma abordagem eficaz para eliminar desperdícios, reduzir custos e melhorar a qualidade do produto, visando agregar valor para o cliente. O objetivo foi analisar os processos de fabricação de estruturas metálicas, identificar falhas no processo de produção e aplicar os princípios de Construção Enxuta a fim de reduzir perdas e retrabalhos a partir da aplicação do New PAD. Para isso, foram seguidas, na íntegra, as nove etapas do New PAD na etapa de gabarito, a qual determina o ritmo e a efetividade do processo de produção. A aplicação revelou resultados satisfatórios, incluindo a redução de tempo de ciclo, potencializando as atividades que agregam valor com um aumento de 53% para 77% e redução das atividades que não agregam valor, como transporte e inspeção de 47% para 23%, além de eliminar atividades de espera e retrabalho. Além disso, houve uma melhoria qualitativa no processo e no produto final, demonstrando a aplicabilidade do New PAD para implementação dos princípios de Construção Enxuta.

Palavras-chave: Construção Enxuta. New PAD. PAD. Estruturas metálicas.

Abstract

In recent years, the steel construction market has seen significant growth year after year. In this context, Lean Construction presents a practical approach to eliminate waste, reduce costs, and improve product quality, aiming to add value to the customer. The objective was to analyze the manufacturing processes of metal structures, identify failures in the production process, and apply the principles of Lean Construction to reduce waste and rework from the application of the New PAD. For this, the nine stages of the New PAD were followed in full, determining the production process's rhythm and effectiveness. The application revealed satisfactory results, including the reduction of cycle time, enhancing the activities that add value with an increase from 53% to 77%, and reduction of activities that do not add value, such as transportation and

Como citar:
SANTANA, J.; FARIKOSKI, M. R.; BOTTEGA, G. S. S.; COSTELLA, M. F. Aplicação de Construção Enxuta em uma empresa de estruturas metálicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

inspection, from 47% to 23%, and eliminate waiting and rework activities. In addition, there was a qualitative improvement in the process and the final product, demonstrating the applicability of the New PAD for implementing the principles of Lean Construction.

Keywords: Lean Construction. New PAD. PAD. *Metallic structures.*

INTRODUÇÃO

No setor de estruturas metálicas, o cenário altamente competitivo exige que as empresas adequem seus processos para conseguir se manter em operação [1]. Nesse contexto, atender às necessidades e exigências dos clientes, oferecendo produtos de qualidade, com baixo custo e segurança, tornou-se crucial para a sobrevivência da empresa [2][3]. O setor teve um crescimento de produção de 14,7% no ano de 2021 comparado com o ano de 2020, o qual já apresentava altas de 24,9% em relação ao ano anterior, 2019 [4]. Estes números demonstram a necessidade da busca contínua por aperfeiçoamento para manter-se em operação diante de um mercado superaquecido, especialmente no Sul e Sudeste do Brasil.

Com o aumento significativo na demanda, adaptar-se ao novo contexto do mercado se tornou um fator essencial. As particularidades das estruturas metálicas trazem vários agravantes a serem minuciosamente avaliados, desde a concepção do projeto até a instalação na obra, tendo em vista que os seus componentes devem ser projetados, fabricados e instalados com precisão milimétrica [5]. Portanto, conhecer, controlar e melhorar os processos é fundamental para que a empresa possa trabalhar de forma sistematizada, reduzindo custos, perdas e retrabalhos [6].

A empresa estudada nesse artigo atua no mercado há mais de 40 ano, e oferece serviços como desenvolvimento de projetos, fabricação e montagem de estruturas metálicas, assim como várias empresas desse setor no Brasil. Devido ao aumento efetivo na demanda nos últimos meses, erros de fabricação se tornaram visíveis, despertando o interesse da organização para a necessidade de investigação, a fim de identificar as fontes e tomar medidas para eliminar erros e retrabalhos, reduzir custos desnecessários e entregar um produto de maior qualidade a seus clientes [7].

Para combater esses erros, a Construção Enxuta [8][9][10], baseada no sistema Toyota de produção, tem como foco a eliminação de desperdícios e de atividades que não agregam valor, redução de custos e aumento da qualidade do produto, visando a satisfação do cliente [11]. A aplicação dos princípios visa desenvolver ferramentas e técnicas de controle de qualidade, tendo como consequência o aperfeiçoamento dos processos [12][13][14].

Os estudos de Construção Enxuta têm se concentrado em abordar os desafios de implementação em um projeto isolado [15][16][17], barreiras para a implementação bem-sucedida [18] e avaliação do nível de aplicação [19][20][21]. Assim fica exposta a carência por métodos de implantação dos princípios da Construção Enxuta [22][23].

A implementação da filosofia da Construção Enxuta na indústria da construção civil enfrenta um desafio: a escassez de métodos formais para guiar esse processo. Visando

preencher essa lacuna, surge o New PAD [14], uma metodologia estruturada em três fases distintas: preparação, aplicação e implantação.

Este estudo tem como objetivo aplicar o método New PAD de implantação dos princípios da Construção Enxuta a fim de reduzir perdas e retrabalhos no setor de fabricação de estruturas metálicas, buscando impactar positivamente na redução de custos e aumento da qualidade do produto.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

OBJETO DE ESTUDO

A empresa está no mercado há mais de 40 anos no ramo de projetos, fabricação e montagem de estruturas metálicas e possui 30 funcionários e área fabril de 3.535 m². Durante o estudo foi acompanhada a produção de uma plataforma destinada à sustentação de bombas de vácuo, a qual passou por todas as etapas de fabricação.

Em estudo anterior já realizado na empresa [7] observou que o setor de gabarito é responsável por perdas por processamento e produtos defeituosos. Nessa etapa também foi identificado a perda por espera, pois nem sempre os responsáveis por essa função repassam para o almoxarifado as especificações e quantidades de cada material que foi utilizado, dificultando o controle de estoque.

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO NEW PAD

Para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa foi escolhido o método de implementação de Construção Enxuta chamado New PAD [24], que consistem em três fases (Figura 1):

1. P (preparação): trabalho fundamental para receber os conceitos de CE;
2. A (aplicação): uso dos conceitos e princípios da CE;
3. I (implantação): implementação das medidas da solução e verificação dos resultados.

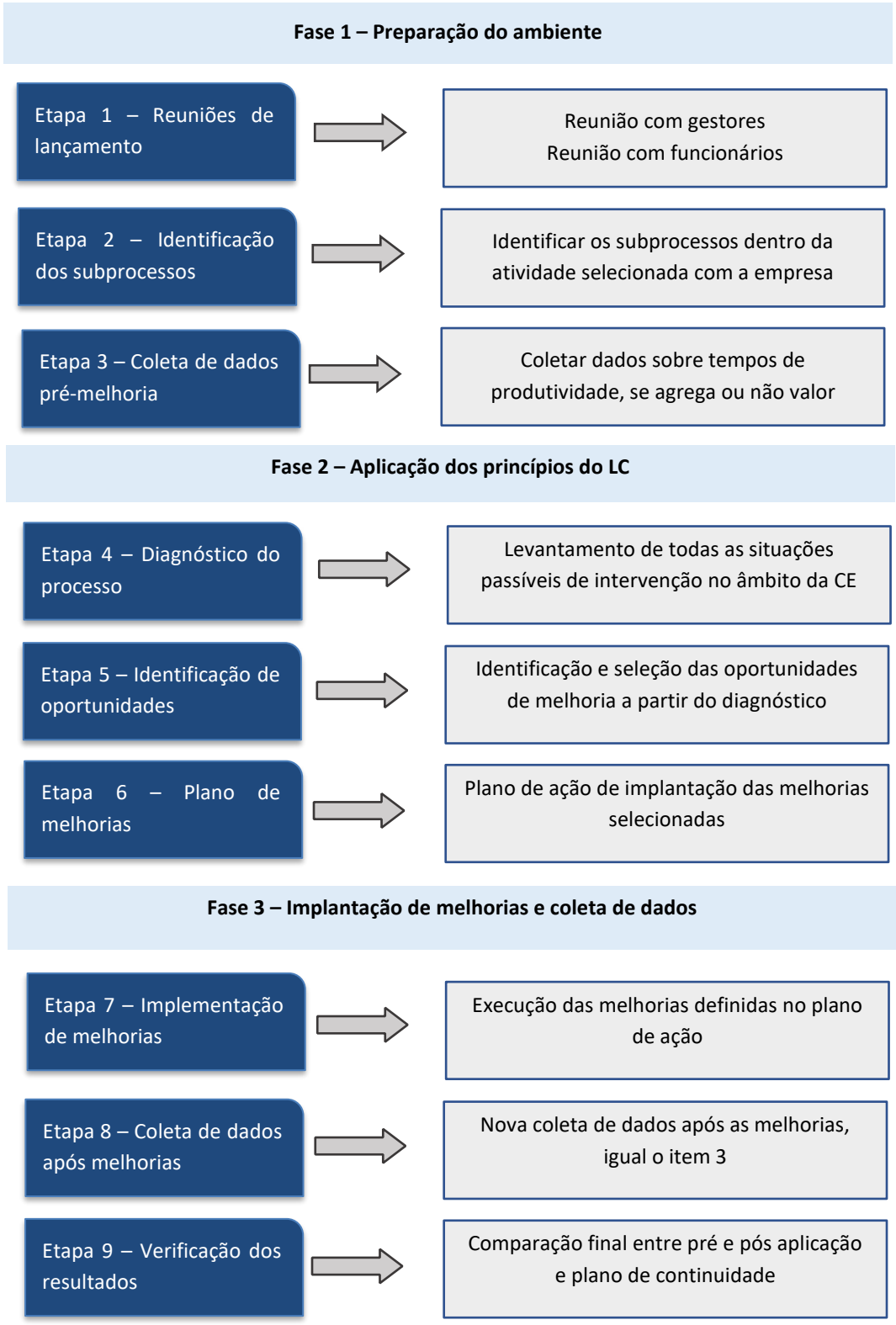
ETAPA 1 - REUNIÃO INICIAL

Foram realizadas duas reuniões para implementação do New PAD. A primeira com os sócios da empresa para definir qual setor necessitava uma maior atenção. Uma segunda reunião foi realizada com os responsáveis pela fabricação e o gestor da fábrica para explicar o que seria feito.

ETAPA 2 - PLANO DE IDENTIFICAÇÃO DO SUBPROCESSO

Com o objetivo de compreender a atividade designada pelos sócios da empresa, conduziu-se a observação, permitindo descrever o processo e elencar os subprocessos associados. Em seguida, elaborou-se o fluxograma do processo com o auxílio do *software* Lucidchart para representar visualmente todas as etapas relacionadas ao processo de fabricação de estruturas metálicas.

Figura 1: Fases do método de aplicação



Fonte: [24].

Etapa 4 - Diagnóstico do processo

A elaboração do diagnóstico do processo foi realizada a partir da análise de dados coletados na etapa anterior e a observação do desenvolvimento das atividades, correlacionando as atividades operacionais e de fluxo com os princípios da Construção Enxuta.

Etapa 5 - Identificação de oportunidades

Após a realização do diagnóstico, foi realizado um brainstorming, pontuando as principais oportunidades de melhoria que poderiam ser aplicadas.

Etapa 6 - Plano de melhoria

Foi realizada uma segunda reunião com a diretoria da empresa, destacando as possíveis oportunidades de melhoria para cada item abordado no diagnóstico com foco nos sete princípios da Construção Enxuta (1 - Reduzir atividades que não agregam valor; 2 - Aumento do valor do produto por meio da consideração e requisitos do cliente; 3 - Redução da variabilidade; 4 - Redução do tempo de ciclo; 5 - Simplificação pela redução do número de etapas; 6 - Aumento da flexibilidade; 7 - Aumento da transparência), levando em consideração o tempo necessário para aplicação, benefícios e viabilidade técnica e econômica para cada ação, planejamento todas as ações a serem aplicadas na atividade analisada.

Etapa 7 - Implementação de melhorias

Após definidas as oportunidades de melhoria e construído um plano para implementação, a empresa aplicou as melhorias. Nos resultados são detalhadas as mudanças pós e pré-melhoria.

Etapa 8 - Coleta de dados pós-melhoria

Após a implementação de melhorias foi realizado uma segunda coleta de dados com os mesmos parâmetros da coleta realizada na etapa 3 (pré-melhoria), destacando as alterações nas atividades do processo.

Etapa 9 - Verificação dos resultados

Nesta etapa foram analisados os tempos de produção e suas respectivas percentagens nas etapas de pré e pós melhoria, apresentando também, resultados intangíveis, os quais não apresentam diminuição nos percentuais de tempo de forma direta, mas que acabam afetando de forma positiva outros aspectos dentro da organização.

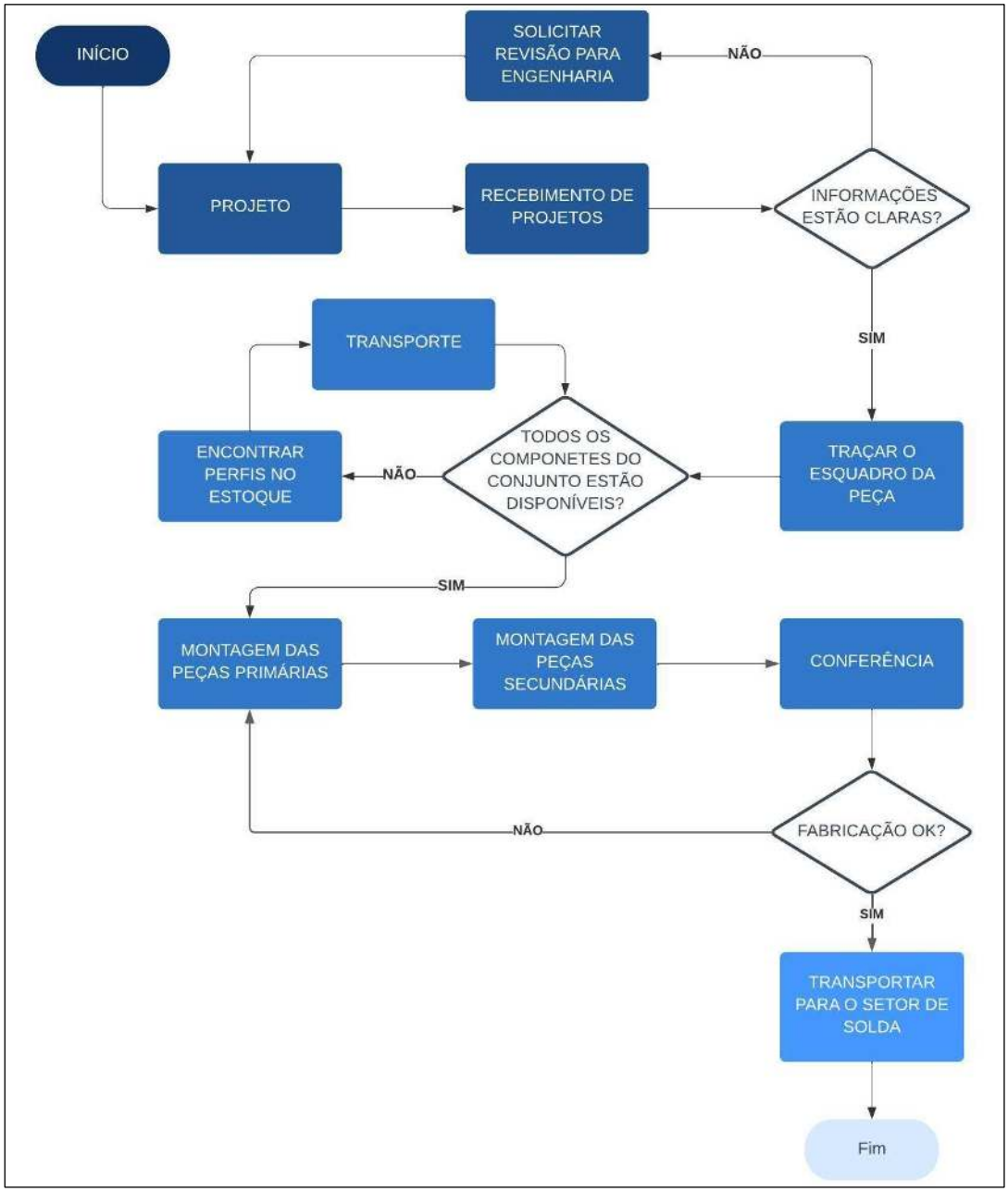
RESULTADOS E DISCUSSÕES

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE IMPLEMENTAÇÃO

ETAPA 1 - REUNIÃO INICIAL E ETAPA 2 - PLANO DE IDENTIFICAÇÃO DO SUBPROCESSO

A primeira fase da etapa 2 foi a definição dos subprocessos da etapa de gabarito: marcação dos cortes, cortes, emenda de perfis, marcação das furações e cortes, e por fim, furação e solda. A Figura 2 exibe o fluxograma completo da etapa do gabarito, iniciando com o recebimento dos projetos que serão desenvolvidos nessa etapa, até o transporte para a etapa posterior.

Figura 2: Fluxograma da etapa de gabarito.



Fonte: os autores.

Os perfis W laminados utilizados para a fabricação dos pilares estavam armazenados na parte externa da empresa, necessitando serem transportados até o local do gabarito por meio de três pontes rolantes. Já no setor de gabarito, primeiramente foram alocados no chão, e em seguida, realocados em cima dos cavaletes para iniciar a marcação. Inicialmente os perfis são marcados conforme as especificações de projeto e, na sequência, cortados e transportados novamente para o chão.

Este processo foi repetido para todos os pilares individualmente. Durante o processo de corte percebeu-se que os próprios funcionários faziam o aproveitamento de perfis, contabilizando a sobra para o próximo pilar. Após a realização de todos os cortes e transportes até o chão, todos os perfis foram novamente transportados individualmente sobre os cavaletes para iniciar a montagem. Destacou-se o fato que todos os transportes realizados neste processo necessitavam da utilização da ponte rolante. O processo de montagem dos pilares iniciou-se pela inserção dos perfis principais (peças primárias), seguida pela verificação do esquadro, posteriormente foram realizadas as marcações e furações.

Após a finalização desta etapa foi realizada a montagem das chapas (peças secundárias), as quais são cortadas e furadas na etapa de preparação que antecede o gabarito, assim, chegam prontas e o montador tem a função de inseri-las no local definido. Após a finalização da montagem e uma breve conferência de projeto realizada pelo próprio montador, é realizado o transporte para o setor de solda.

ETAPA 3 - COLETA DE DADOS PRÉ-MELHORIA

A coleta de dados verificou o tempo de ciclo do processo de gabarito (Tabela 1). O lote analisado era composto por 12 pilares em perfil W laminado. Destaca-se o fato que 46,56% do tempo necessário para a fabricação dos pilares são gastos em atividades que não agregam valor.

Tabela 1: Tempo de processamento inicial

Subprocesso	Tempo pré-melhoria (min)	Operação (min)	Transporte (min)	Espera (min)	Inspeção (min)	Retrabalho (min)
Marcação dos cortes	68	48	6	8	6	-
Cortes	56	33	-	13	10	-
Emenda de perfis	44	5	5	20	-	14*
Marcação da furação e solda	79	66	5	4	-	4*
Furação e solda	146	58	55	4	19	10*
TOTAL (min)	393	210	71	49	35	28
TOTAL (%)	100	53,44	18,07	12,47	8,91	7,12

Fonte: os autores.

Os retrabalhos foram situações especificas em que foi contado errado a quantidade de perfis que seriam utilizados, ocasionando o transporte de apenas um perfil da parte externa da empresa para o setor de gabarito. Outra situação foi a falta de conferência

da etapa anterior, que ocasionou em peças secundárias divergentes das especificadas no projeto, necessitando de ajustes no setor de gabarito.

ETAPA 4 - DIAGNÓSTICO DO PROCESSO

Esta etapa permitiu pontuar os principais desperdícios dentro da produção e diagnosticar as oportunidades de melhoria (Quadro 1).

Quadro 1: Diagnóstico do processo

Subprocesso	**Princípio**	**Diagnóstico**
Marcação dos cortes	1, 4, 5, 7	A) O transporte é demorado por conta da velocidade das pontes rolantes e da alta demanda dela.
		B) Enquanto o ajudante faz o içamento dos perfis, o montador fica apenas esperando.
		C) Perfis diferentes sendo produzidos juntamente, necessitando diversas conferências de projeto antes da execução.
Cortes	1, 4, 5	D) Não existe um padrão de produção ou de conferência, cabendo ao montador avaliar e definir.
		E) Corte realizado pelo plasma, demandando um retrabalho em todas as peças necessitando tirar rebarba.
Emenda de perfis	1, 4, 5 ,7	F) Atividades de transportes desnecessárias, podendo finalizar todas as etapas antes do deslocamento do perfil.
		G) Falta de organização das chapas a serem soldadas, pois ficam armazenadas todas dispersas no chão.
		H) Não foi especificada a quantidade de perfis necessários, ocasionando na necessidade de buscar apenas um perfil no estoque, gerando retrabalho de deslocamento do ajudante e espera do montador até o perfil ser locomovido.
		I) Não existe uma ordem para utilização da ponte rolante.
Marcação da furação e solda	1, 4	J) Falta de organização referente a utilização das ferramentas, não estavam conseguindo achar a furadeira e tiveram que produzir uma extensão na hora.
Furação e solda	1, 4, 5, 7	K) Peças que iriam ser soldadas nos perfis vieram divergentes das que estavam especificadas em projeto, necessitando um retrabalho para adequá-las.
		L) Muitas movimentações desnecessárias de transporte dos perfis, ocasionando congestionamento para a utilização da ponte e espera por demais operários.
		M) Não existe uma conferência ao fim da produção, repassando para a próxima etapa possíveis erros sem serem diagnosticados.

Fonte: os autores.

ETAPA 5 - IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES E ETAPA 6 - PLANO DE MELHORIA

Com base no diagnóstico do processo desenvolvido, foram identificadas e selecionadas as oportunidades de melhoria para cada item abordado (Quadro 2).

Quadro 2: Oportunidades de melhoria

Subprocesso	Diagnóstico	Oportunidades de melhoria
Marcação dos cortes	A, B, C	Alocar os perfis diretamente em cima dos cavaletes, sem a necessidade de colocá-los no chão quando transportados do estoque.
		Transportar apenas os perfis que tenham as mesmas características, evitando a perda de tempo por frequentes conferências de projeto.
Emenda de perfis	F, G, H, I	Elaborar um Procedimento Operacional Padrão para as atividades realizadas, criando um fluxograma dos processos e evitando transportes desnecessários.
		Organizar o estoque das peças de pequeno porte que vão ser soldadas, separando-as no momento de recebimento do projeto, evitando que o montador fique procurando. Esta etapa pode ser realizada pelo auxiliar.
Marcação da furação e solda	J	Aprimorar a organização das ferramentas incluindo a comunicação prévia sobre seu uso.
Furação e solda	K, L, M	O setor de preparação deve fazer uma conferência na expedição das peças, antecipando possíveis erros e evitando retrabalhos nas etapas subsequentes.
		Alocar todos os perfis em cima dos cavaletes e realizar a furação diretamente onde está, evitando o transporte desnecessário.

Fonte: os autores.

ETAPA 7 - IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

A implementação iniciou-se pela alteração no fluxograma do subprocesso. A Figura 3 demonstra o comparativo da organização das chapas pré e pós-melhoria.

O recebimento desses componentes deve ser realizado antes do montador finalizar a produção da peça anterior, trabalhando de maneira conjunta em mais de um cavalete e evitando transportes desnecessários dos perfis para o chão, o auxiliar deverá alocar o perfil diretamente em cima dos cavaletes vagos. Desta maneira, quando a montagem de uma peça está sendo finalizada, todas as ferramentas e componentes necessários para a fabricação da próxima estrutura já estão disponíveis e sobre os cavaletes, cabendo ao montador apenas movimentar a máquina de solda e dar sequência na fabricação, conforme a Figura 4.

Nesta etapa foi elaborado o POP (procedimento operacional padrão) do processo, descrevendo o passo a passo das atividades.

Figura 3: Comparativo pré e pós-melhoria recebimento de chapas



Fonte: os autores.

Figura 4: Comparativo pré e pós-melhoria distribuição de perfis



Fonte: os autores.

ETAPA 8 - COLETA DE DADOS PÓS-MELHORIA E ETAPA 9 - VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta segunda coleta foi analisado um lote de 12 vigas em perfil W laminado. O período de produção totalizou 1h39min de produção. Conforme a Tabela 2, observa-se que os subprocessos marcação dos cortes e cortes foram eliminados após a implementação da melhoria. Também demonstra a comparação dos tempos de produção pré e pós melhoria, nas quais as atividades que agregam valor aumentaram de 53,44% para 76,77% e as atividades que não agregam valor foram reduzidas de 46,56% para 23,23%.

Tabela 2: Comparação tempos de produção

Subprocesso	Tempo de processamento (min)		Pré-melhoria (%)		Pós-melhoria (%)		Resultado (%)
	Pré-melhoria	Pós-melhoria	Agrega valor	Não agrega valor	Agrega valor	Não agrega valor	
Marcação dos cortes	68	-	71,00	29,00	-	-	0,00
Cortes	56	-	59,00	41,00	-	-	0,00
Emenda de perfis	44	14	11,00	89,00	57,00	43,00	518,18
Marcação da furação e solda	79	53	84,00	16,00	81,00	19,00	-3,57
Furação e solda	146	32	40,00	60,00	78,00	22,00	95,00
Total	393	99	53,44	46,56	76,77	23,23	43,66

Fonte: os autores.

O comparativo demonstra que o tempo total de operação foi reduzido. A atividade mais significativa foi a emenda de perfis, contabilizando o aumento de 11% para 57% em tempo de operação e redução de 89% para 43% em atividades de transporte e inspeção. A atividade de furação e solda elevou seu percentual de atividades que agregam valor de 40% para 78%. Destaca-se ainda o fato que as atividades de espera e retrabalho foram eliminadas do processo de fabricação de estruturas metálicas.

CONCLUSÃO

Este trabalho buscou avaliar o método New PAD aliado com a proposição e aplicação da Construção Enxuta em uma empresa de estruturas metálicas, o qual se mostrou eficaz e de fácil aplicação. A implementação do método New PAD impactou na redução do tempo total de operação e na diminuição nas atividades que não agregam valor, indicando maior eficiência na execução das tarefas.

A análise detalhada de cada subprocesso revelou a importância das oportunidades de melhoria identificadas, como a elaboração do Procedimento Operacional Padrão (POP), a sugestão de aquisição de equipamentos específicos, e a reorganização do fluxo de trabalho. A implementação destas melhorias contribuiu para o aumento do tempo utilizado em atividades que agregam valor.

Outro fator que se destaca foi a recepção da implantação pelos funcionários, a colaboração de todos por meio de sugestões e principalmente pela adoção das medidas propostas teve impacto positivo no resultado.

REFERÊNCIAS

[1] PORTER, M. E. **Competição**: estratégias competitivas essenciais. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1999.

[2] LANTELME, E. M. V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

[3] LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2020.

[4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. **A retomada do crescimento na construção com o uso das estruturas metálicas.** ABCEM 2022, 03/05/2022. Disponível em: https://www.abcem.org.br/site/blog/a-retomada-do-crescimento-na-construcao-com-o-uso-das-estruturas-metalicas#:~:text=Em%202021%2C%20o%20crescimento%20na,s%C3%A3o%20cada%20vez%20mais%20utilizadas. Acesso em: 15 mar. 2023.

[5] NARDIN, F. Â. **A importância da estrutura metálica na construção civil.** Dissertação (Engenharia Civil) - Universidade São Francisco (USF), Itatiba, 2008.

[6] NASCIMENTO, M. da G. F.; NASCIMENTO, J. F. Indicadores de Desempenho e ferramentas da Qualidade em uma empresa fabricante de estruturas metálicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS-ABC, 22., 2015, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais…** Foz do Iguaçu, 2015.

[7] MERIGO, J. V. L. **Proposta para a redução de perdas no processo de fabricação e montagem de estruturas metálicas da empresa Merigo e Cia Ltda**. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Chapecó, 2023.

[8] ANDRADE, P. A. F. L. et al. Lean construction na construção civil durante a pandemia: uma revisão sistemática. **Revista ADMPG**, v. 12, n. 1, 2022.

[9] BALLARD, G.; KIM, Y. Implementing lean on capital projects. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 15., 2007, Michigan, USA. **Proceedings…**IGLC**,** 2007.

[10] BARROS NETO, J. P. B.; ALVES, T. C. L. Strategic issues in lean construction implementation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 15, 2007, Michigan, USA. **Proceedings…**IGLC, 2007.

[11] KOSKELA, L. et al. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford university, 1992.

[12] SAINATH, Y. et al. Framework for progressive evaluation of lean construction maturity using multi-dimensional matrix. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26., 2018, Chennai, Índia. **Proceedings…**IGLC**,** 2018.

[13] SALVATIERRA, J. L. et al. Lean diagnosis for chilean construction industry: Towards more sustainable Lean practices and tools. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 23., 2015, Perth, Austrália. **Proceedings…**IGLC**,** 2015.

[14] TEZEL, A.; KOSKELA, L.; AZIZ, Z. Current condition and future directions for lean construction in highways projects: A small and medium-sized enterprises (SMEs) perspective. **International Journal of project management**, v. 36, n. 2, p. 267-286, 2018.

[15] CERVERÓ, R. et al. Last Planner System and Lean approach process: experiences from implementation in Mexico. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 21, 2013, Fortaleza, Brazil. **Proceedings…**IGLC, 2013.

[16] KUREK, J.; PANDOLFO, L. M.; PANDOLFO, A.; RINTZEL, R.; TAGLIARI, L. Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora. **Revista de Arquitetura da IMED**, v. 2, n.1, 2013, p. 20-36.

[17] TONIN, L. A. P.; SCHAEFER, C. O. Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em construtora. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 15, n. 1, 2013.

[18] WANDAHL, S. Lean construction with or without lean–challenges of implementing lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 22, 2014, Oslo, Norway. **Proceedings…** IGLC, 2014.

[19] BASTOS, R. S. de A. et al. Aplicação do Lean Construction no apoio à tomada de decisão de etapa crítica do planejamento: estudo de caso em reforma residencial. **Revista de**

Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review), v. 13, n. 3, p. 1439-1460, 2022.

[20] LUCENA, A. F. E.; FERREIRA, V. S. de O. Aplicação de Lean Construction em edifício vertical situado no município de Maringá/PR. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 14, n. 2, 2022.

[21] SALEM, O. et al. Site implementation and assessment of lean construction techniques. **Lean construction journal**, v. 2, n. 2, p. 1-21, 2005.

[22] COSTELLA, M. F. et al. Proposal and evaluation of a method to implement the lean construction principles. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 4, p. 545-557, 2018.

[23] FIGUEIREDO, L. **Implementação da filosofia lean em empresas de construção civil.** 2015. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2015.

[24] COSTELLA, M. F. et al. The New PAD: a method to implement the lean construction principles. **Engineering Management Journal**. v. 36, n. 3, p. 336-349, 2024.