

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN POR MEIO DA FERRAMENTA DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (VSM): ESTUDO DE CASO NA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE MANUTENÇÃO

Andreza Soraia Andre¹
Hellen Nazareth Antunes Lisboa¹
Matheus Fernandes de Andrade²

matheus.andrade.univertix@gmail.com

ÁREA DO CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

O Lean Manufacturing tem como principal objetivo a eliminação de desperdícios e a geração de valor para o cliente, por meio da melhoria contínua e da otimização dos processos. Entre suas ferramentas mais relevantes, destaca-se o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), que permite representar de forma visual e integrada o fluxo de materiais e informações, identificando gargalos e propondo soluções que favoreçam a eficiência operacional. Este estudo, de caráter qualitativo, foi desenvolvido em um setor de desmontagem de turbinas de baixa pressão em motores aeronáuticos, com o propósito de mapear o estado atual do fluxo de valor, diagnosticar desperdícios e gargalos, e propor um estado futuro mais eficiente. Durante a análise, os resultados parciais evidenciaram discrepâncias significativas entre os tempos de ciclo das operações e os períodos de espera existentes, sendo estes identificados como a principal fonte de desperdício. Essa condição compromete a fluidez do processo e resulta no aumento do tempo total de entrega. Os dados obtidos reforçam a necessidade de implementar ações que visem à redução de filas e equilíbrio da capacidade entre as etapas, de modo a aproximar o tempo total de entrega do tempo real de produção. Conclui-se que o VSM se configura como uma ferramenta estratégica da filosofia *lean*, pois fornece apoio para a tomada de decisão, contribui para a eliminação sistemática de desperdícios e orienta o desenvolvimento de práticas de melhoria contínua, com impacto direto na eficiência e na competitividade organizacional.

PALAVRAS-CHAVE: lean manufacturing; melhoria contínua; VSM; manutenção; eliminação de desperdícios.

1 INTRODUÇÃO

A busca por maior eficiência operacional nos processos organizacionais tem levado diversas empresas a adotarem metodologias que favorecem a eliminação de

¹ Acadêmicas do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Vértix Trirriense – UNIVÉRTIX.

² Engenheiro Mecânico. Mestre em Engenharia Química, de Materiais e Processos Ambientais. Professor do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Vértix Trirriense - Univértix.

desperdícios e a melhoria contínua, aumentando assim a capacidade competitiva. Nesse contexto, a filosofia *lean*, originalmente desenvolvida no Sistema Toyota de Produção, tem sido amplamente implementada em diferentes organizações, pois permite a visualização e a análise crítica das etapas de produção, desde a matéria-prima até a entrega ao cliente, visando a eliminação de atividades e etapas que não agregam valor, conhecidas como desperdícios ou muda conforme Womack e Jones (2004).

Dentre as ferramentas *Lean*, o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* - VSM) se destaca pela capacidade de representar visualmente o fluxo de materiais e serviços ao longo de um processo. Essa representação nos permite entender o estado atual das operações e propor um estado futuro mais eficaz e preciso, por meio da identificação de etapas que não agregam valor no processo destacado por Rother e Shook (2003).

Diante desse contexto, este trabalho tem o objetivo analisar como a utilização do VSM pode contribuir para a otimização dos processos de manutenção em um ambiente industrial, explorando sua aplicação prática através de um estudo de caso em um processo no setor da manutenção de motores aeronáuticos. Abordando os conceitos fundamentais da filosofia *Lean*, com foco especificamente na ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM). Através do mapeamento do estado atual e da construção do estado futuro, como meio de identificar desperdícios e propor melhorias no fluxo de processos, buscando otimizar o tempo de ciclo, reduzir gargalos e promover maior eficiência operacional. Assim, agregando valor ao processo de manutenção analisado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing, conhecido como "manufatura enxuta", foi estabelecida como uma filosofia de gestão com o objetivo de minimizar e eliminar quaisquer tipos de desperdícios em processos produtivos. O Sistema Toyota de Produção foi desenvolvido no Japão, o período pós Segunda Guerra Mundial, em resposta à escassez de recursos e à necessidade de maior eficiência de acordo com Ohno (1997). A expressão "*Lean Manufacturing*" foi explorado por John Krafcik, então

pesquisador do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), no processo de comparação entre a indústria automobilística japonesa com a ocidental, sendo popularizado no livro “A Máquina Que Mudou o Mundo” dos escritores Womack e Jones (2004), onde eles retratavam como a abordagem enxuta da Toyota, focada em valor, fluxo e pessoas, superou a rigidez e o desperdício dos sistemas de produção em massa tradicionais, consolidando-se como um modelo de sucesso global.

Jeffrey Liker (2004) destaca que o principal objetivo do *Lean* é eliminar desperdícios em todos os aspectos da empresa, criando valor efetivo para o cliente. Nesse contexto, Rother e Shook (1999) afirmam que o conceito de valor está diretamente relacionado à percepção do cliente, de modo que qualquer atividade que não agregue valor é considerada desperdício.

A prática dos princípios do *Lean* tem apresentado um impacto significativo em várias organizações, resultando em reduções consideráveis de custos, aumento da qualidade dos produtos e serviços, e diminuição do tempo e de ciclo de produção Ohno (1987). Nesta circunstância, entender e aplicar os fundamentos do *Lean Manufacturing* é essencial para empresas que buscam competitividade e um ótimo desempenho operacional.

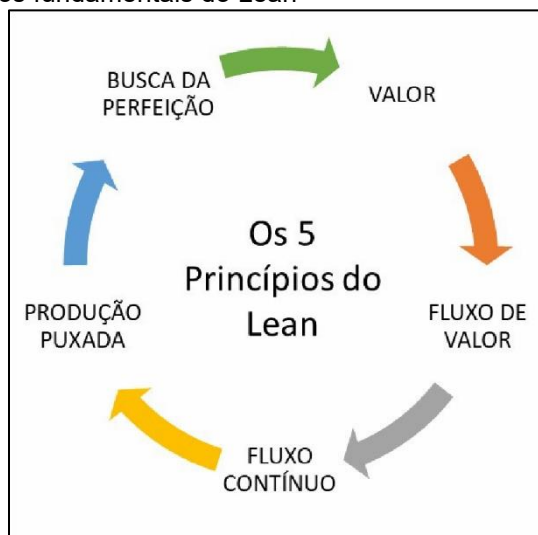
2.2 Fundamentos do *Lean Manufacturing*

O *Lean* fundamenta-se em cinco princípios essenciais que servem como guia para a organização, direcionando-a continuamente rumo à melhoria de seus processos e da sua entrega. Neste contexto, Segundo Womack e Jones (2003), o *Lean* se concentra em entregar valor ao cliente, eliminando tudo que não agrega valor ao produto ou serviço. É importante ressaltar que o valor não é uma característica essencial ao produto ou serviço, mas resulta da percepção do cliente, sendo determinado pelo quanto ele está disposto a pagar.

De acordo com Bizuneh e Omer (2024), o ponto crucial para o *Lean* é valor, e esse é definido pelo cliente, de modo que compreender profundamente as necessidades e expectativas do cliente passa a ser essencial para direcionar todos os esforços organizacionais, para gerar valor que esteja realmente disposto a pagar. Com isso, compreender profundamente as necessidades e expectativas do cliente é crucial para direcionar todos os esforços da organização.

A Figura 1 apresenta os cinco princípios fundamentais do *Lean* que foram delineados por James P. Womack e Daniel T. Jones.

Figura 1- Cinco princípios fundamentais do Lean



Fonte: Pedro Coelho (2020).

2.3 Desperdícios do *Lean*

Em busca constante por otimização e eficiência nos processos produtivos, a palavra japonesa "muda", estudado a fundo por Ohno (1987). Que em suas análises detalhadas divulgaram que o desperdício é natural em diversas etapas da produção, assume diversas formas, impactando negativamente a economia dos sistemas.

Com isso, a compreensão das sete categorias diversas de desperdício, oferece uma estrutura primordial para diagnosticar ineficiências e implementar estratégias. Um oitavo desperdício, não listado formalmente por Ohno(1997), refere-se à perda de criatividade, habilidades e conhecimento dos funcionários que não são utilizados de forma eficaz, ou seja, talentos não utilizados ou não aproveitados de maneira precisa. Com isso, levou à sua inclusão do oitavo desperdício como um aspecto crucial a ser considerado na filosofia *Lean* por diversos autores e especialistas, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Os oitos desperdícios do Lean



Fonte: Flex consultoria (2020)

2.4 Conceito e objetivos do VSM

O Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM – *Value Stream Mapping*) é uma ferramenta essencial na filosofia *Lean*, desenvolvida para analisar e melhorar os processos de produção e entrega de serviços (Setiawan *et al.*, 2021; Rohani, 2015).

A principal vantagem do VSM reside na sua capacidade de proporcionar uma visão clara e detalhada dos processos, facilitando a identificação de ineficiências e permitindo a construção de cenários futuros mais enxutos e eficientes (Setiawan *et al.*, 2021). Fornecendo um desempenho claro e detalhada de todas as partes que um produto ou serviço percorre, desde o início até a entrega final ao cliente. Ao utilizar essa ordem, é possível verificar não apenas o caminho físico dos materiais, mas também o curso das informações que os conduzem.

Além disso, favorece a colaboração entre diferentes áreas da organização, promovendo uma cultura de melhoria contínua e facilitando a tomada de decisões mais informadas e alinhadas às necessidades do cliente conforme Rohani (2015). Sua aplicação resulta em processos mais ágeis, redução de custos e aumento da satisfação do cliente, consolidando-se como um pilar fundamental para empresas que buscam excelência operacional e competitividade no mercado de acordo com Salwin

(2023). Portanto, adotar o VSM é uma etapa primordial para empresas que desejam melhorar seus processos, diminuir desperdícios e oferecer mais valor com menos esforço.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se o mapeamento do estado atual do VSM no setor de desmontagem de turbinas de baixa pressão de uma empresa de manutenção aeronáutica. A coleta de dados ocorreu diretamente no local de execução das atividades, em conformidade com o princípio do Gemba, garantindo informações reais e atualizadas. Para isso, foi utilizado algumas fontes como: observação direta do processo, análise de registros internos da empresa e entrevistas não estruturadas com colaboradores do setor. Essa etapa possibilitou representar de forma detalhada o fluxo de materiais e informações, o funcionamento das atividades, os tempos de execução, bem como a identificação de gargalos e de fontes de desperdício.

Na sequência, foi realizada uma análise do processo, com foco na avaliação das atividades que agregam e não agregam valor. Essa análise permitiu identificar oportunidades de melhoria relacionadas à eliminação de desperdícios, ao balanceamento do fluxo produtivo e ao aumento da eficiência operacional.

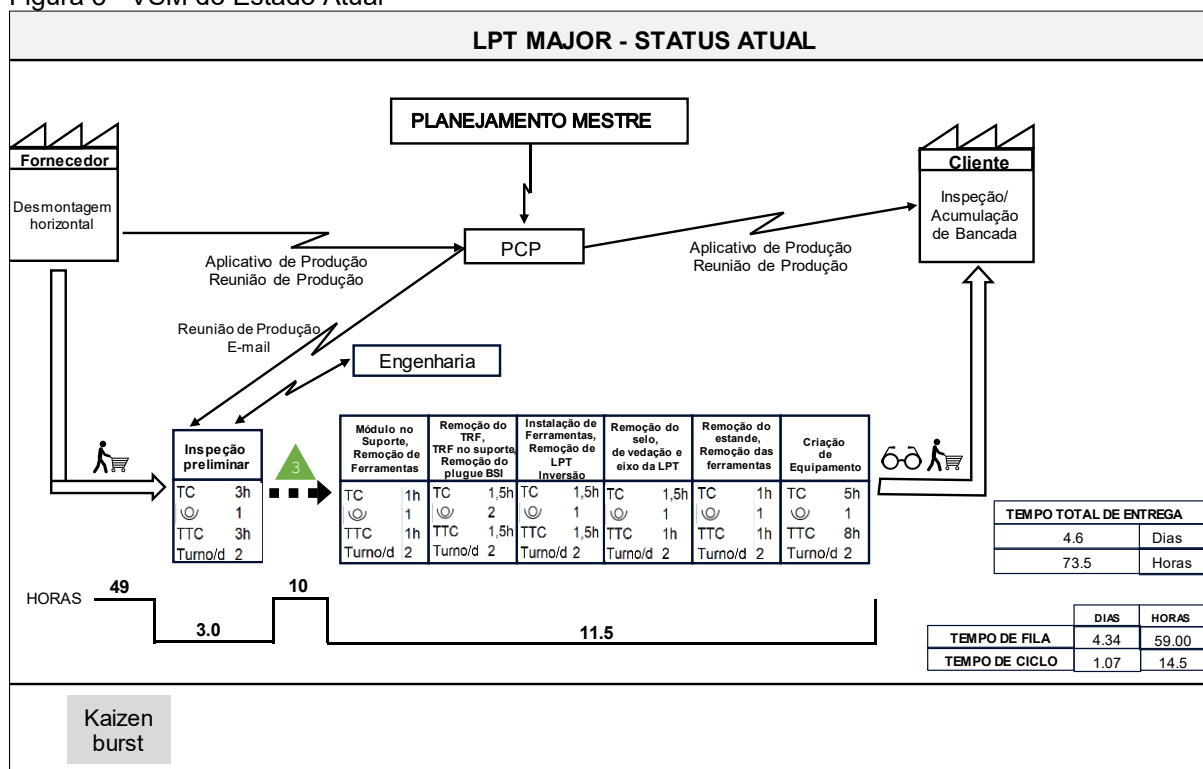
A etapa final corresponde à construção do estado futuro (Future State VSM), com o intuito de projetar um fluxo de valor mais enxuto e alinhado às práticas do Lean. Essa etapa, ainda em desenvolvimento, tem como propósito direcionar ações de melhoria contínua e aumentar a eficiência do processo de manutenção analisado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente para auxiliar a construção do VSM Futuro, foi realizado o mapeamento do estado atual do processo de manutenção, com o objetivo de compreender de forma detalhada as etapas do processo estudado, conforme Rother e Shook (2003) os quais destacam que o mapeamento do estado atual é o primeiro passo para enxergar o fluxo de valor e identificar os desperdícios ao longo do processo. Esse mapeamento, permitiu construir uma visão geral do fluxo, identificando

as etapas que agregam e não agregam valor, bem como a relação entre os tempos produtivos e os períodos de espera, conforme observado na Figura 3.

Figura 3 - VSM do Estado Atual



Fonte: Dados Internos da Empresa

A partir resultados acima, observa-se que o tempo total de entrega do processo analisado corresponde a 4,6 dias (73,5 horas). Desse período, o tempo de fila representa aproximadamente 4,34 dias (59 horas), enquanto o tempo de ciclo equivale a apenas 1,07 dias (14,5 horas). Essa diferença evidencia que a maior parte do tempo é consumida em espera, e não em atividades produtivas, com isso, não agregando valor ao produto, sendo uma oportunidade clara de melhoria. Em uma análise Lean, a redução de filas, esperas e acúmulos é fundamental para aumentar a eficiência do fluxo, reduzir o tempo de espera e melhorar o nível de serviço ao cliente.

Dessa forma, os resultados apontam que os próximos passos da pesquisa serão aplicar princípios de produção enxuta, como a redução de estoques intermediários, a organização do fluxo de produção e o equilíbrio da capacidade entre as etapas. Consequentemente, espera-se alcançar uma diminuição significativa no tempo de espera, aproximando o tempo total de entrega do tempo real de produção,

ganhos de eficiência operacional e uma melhoria perceptível na qualidade do atendimento ao cliente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstra que a aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) possibilita uma visão sistêmica do processo de manutenção, destacando a diferença entre os tempos de ciclo e os períodos de espera, que representam a maior fonte de desperdício. Reforça o potencial da filosofia *Lean* para identificar ineficiências, apoiar a tomada de decisão e direcionar intervenções que possam reduzir o tempo total de entrega, melhorar o fluxo de produção e ampliar a eficiência operacional.

Portanto, os resultados aqui apresentados configuram-se como parciais, ressaltando que esta pesquisa ainda está em andamento. Os próximos passos contemplam a elaboração do estado futuro do processo, com a aplicação efetiva dos princípios da produção enxuta para reduzir gargalos e eliminar desperdícios. Assim, espera-se que o estudo contribua de forma significativa para a melhoria contínua no setor de manutenção aeronáutica analisado.

REFERÊNCIAS

BIZUNEH, Getinet; OMER, Ahmed. Prospecção científica da aplicação do Lean. *Brazilian Journal of Production Engineering*, Vitória, v. 10, p. 46-63, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/download/46281/32249/166765>. Acesso em: 5 jun. 2025.

LIKER, Jeffrey K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OHNO, Taiichi. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1988.

ROHANI, J. M. Production line analysis via Value Stream Mapping. *Procedia CIRP*, v. 26, p. 1-6, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915000037>. Acesso em: 25 abr. 2025.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SETIAWAN, I.; PANAILI TUMANGGOR, O. S.; PURBA, H. H. Value Stream Mapping: literature review and implications for service industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, v. 23, n.2, p.4-10, 2021. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/353380810_Value_Stream_Mapping_Literature_Review_and_Implications_for_Service_Industry. Acesso em: 29 mai. 2025.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Campus, 2004.