



APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: UM ESTUDO DE CASO EM UMA  
EMPRESA DE MANUFATURA DE PEÇAS DE ALUMÍNIO

APPLICATION OF VALUE STREAM MAPPING: A CASE STUDY IN AN ALUMINUM PARTS  
MANUFACTURING COMPANY

Antonio Marcos Dercore Benevenuto<sup>1, i</sup>

Fábio Ferraz Júnior<sup>2, ii</sup>

José Sérgio Medeiros Junior<sup>3, iii</sup>

Timóteo Simão Ferreira<sup>4, iv</sup>

Data de submissão: (04/06/2024) Data de aprovação: (25/06/2024)

**RESUMO**

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) se apresenta como uma ferramenta eficaz para identificar e eliminar desperdícios. Este estudo analisou a aplicação do MFV no processo de fundição de uma empresa de manufatura de peças de alumínio, visando identificar desperdícios e propor melhorias para aumentar a eficiência. A metodologia de estudo de caso foi empregada neste estudo e contou com as etapas de coleta de dados, a construção do mapa do estado atual do fluxo de valor e a proposição de um mapa do estado futuro otimizado. O MFV do estado atual revelou desperdícios como produção empurrada, estoques intermediários excessivos e processos desconectados. Como propostas de melhoria, foram sugeridas a transição para produção puxada, adoção de supermercados e a fusão de processos. O mapa do estado futuro resultante apresentou um fluxo mais enxuto e eficiente, com redução de 57,9% no *lead time*.

**Palavras-chave:** MFV; PMEs; eficiência; desperdícios.

**ABSTRACT**

Value Stream Mapping (VSM) presents itself as an effective tool to identify and eliminate waste. This study analyzed the application of VSM in the casting process of an aluminum parts manufacturing company, aiming to identify waste and propose improvements to increase efficiency. The case study methodology was employed in this study and involved the steps of data collection, mapping the current state of the value stream, and proposing an optimized future state map. The current state VSM revealed wastes such as push production, excessive intermediate stocks, and disconnected processes. As improvement proposals, the transition to pull production, adoption of supermarkets, and the merging of processes were suggested. The resulting future state map presented a leaner and more efficient flow, with a 57.9% reduction in lead time.

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade de Araraquara e Suporte Técnico de Melhoria Contínua na usina Santa Cruz – São Martinho. Email: antonio.benevenuto@gmail.com.br

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo e pesquisador do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara. E-mail: fjunior@uniara.edu.br

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade de Araraquara e professor da Faculdade de Tecnologia Senai Antonio A. Lobbe. E-mail: jose.sjunior@sp.senai.br

<sup>4</sup> Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade de Araraquara e Gestor de Manutenção na Raízen. E-mail: timoteo\_ferreira@hotmail.com

**Keywords:** VSM; SMEs; efficiency; waste.

## 1 INTRODUÇÃO

As PMEs enfrentam desafios únicos, como recursos limitados e a necessidade de manter ou aumentar sua competitividade, assim sendo, o MFV pode ser uma ferramenta poderosa para essas empresas, ajudando a identificar e eliminar desperdícios, melhorar a eficiência dos processos e reduzir o tempo de entrega. Por exemplo, um estudo no setor de cerâmica vermelha demonstrou que a aplicação do MFV resultou em uma redução de 69% no tempo de ciclo, além de diminuir os níveis de inventário de matéria-prima, em processo e acabados (Luna, Klökner e Ferreira, 2013).

O MFV surgiu como uma ferramenta essencial dentro do paradigma da produção enxuta, originalmente desenvolvido pela Toyota, o MFV foi criado para identificar e eliminar fontes de desperdício nos processos de fabricação. Taiichi Ohno, um dos principais arquitetos do Sistema de Produção Toyota, foi fundamental na criação dos diagramas de fluxo de material e informação que formam a base do MFV (Villarreal, 2012).

De acordo com Villarreal (2012), o objetivo inicial do MFV era mapear o fluxo de materiais e informações em um processo de produção, permitindo a visualização de todas as etapas envolvidas e a identificação de áreas onde ocorriam desperdícios.

Além disso, o MFV tem sido utilizado para redesenhar sistemas de produção complexos. Em sistemas de produção com linhas de fluxo desconectadas, o MFV ajuda a identificar caminhos críticos de produção e a otimizar processos iterativamente até que um nível desejado de trabalho em processo seja alcançado (Braglia, Carmignani e Zammori, 2006). Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo analisar o fluxo de trabalho de uma PME através da ferramenta MFV.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O conceito de produção enxuta, ou *lean production*, surgiu como uma resposta inovadora às práticas de produção em massa, especialmente na indústria automotiva. Este conceito desafiou com sucesso as práticas aceitas de produção em massa, mudando significativamente a relação entre produtividade e qualidade. A obra *The Machine That Changed the World*, publicada em 1990, foi fundamental para a divulgação do termo produção enxuta fora do Japão, apesar do conceito de produção *just-in-time* (JIT) já ser conhecido há quase uma década antes (Holweg, 2007).

O fluxo de valor engloba todas as ações, sejam elas de valor agregado ou não, necessárias para levar um produto através de todos os fluxos essenciais. Isso inclui, desde o fluxo de produção, que abrange desde a matéria-prima até o consumidor final, até o fluxo de desenvolvimento do produto, desde a concepção até o lançamento no mercado (Rother e Shook, 1999).

Segundo Rahani e Al-Ashraf (2012), o MFV é amplamente utilizado para identificar áreas de desperdício e oportunidades de melhoria, em um estudo de caso em uma empresa de fabricação de peças automotivas, o MFV foi utilizado para mapear o estado atual e futuro dos processos, resultando em uma redução significativa no tempo de produção e no Inventário.

Conforme Rother e Shook (1999), o primeiro passo para desenvolver o MFV é desenhar o estado atual, baseado na coleta de informações no chão de fábrica, para

desenvolver um estado futuro. Ideias sobre o estado futuro surgem ao mapear o estado atual e vice-versa. O passo final é preparar um plano de implementação detalhado em uma página para alcançar o estado futuro. Quando esse estado se tornar realidade, um novo mapa deve ser criado, promovendo a melhoria do fluxo de valor. Sempre deve haver um mapa do estado futuro.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia de estudo de caso foi empregada para aplicar a ferramenta MFV em uma PME, de acordo com Rother e Shook (1999). A metodologia consiste em três fases principais: coleta de dados, análise do fluxo de valor atual e desenho do fluxo de valor futuro. A abordagem é baseada nas práticas recomendadas de produção enxuta, com foco específico na identificação e eliminação de desperdícios nos processos de produção.

A coleta de dados será realizada através de observações diretas no chão de fábrica e revisão de documentos internos da empresa, como relatórios de produção e inventário. O objetivo desta etapa é reunir informações detalhadas sobre o estado atual dos processos produtivos, incluindo fluxos de materiais e informações, tempos de ciclo, tempos de espera e níveis de inventário.

Com os dados coletados, será elaborado um mapa do estado atual do fluxo de valor. Este mapa detalhará todas as etapas do processo de produção, desde a entrada de matéria-prima até a entrega do produto final. O objetivo desta fase é identificar claramente as atividades que agregam valor e aquelas que não agregam valor (desperdícios).

Com base na análise do estado atual, será desenhado um mapa do estado futuro, que representará uma versão otimizada do processo de produção. Este mapa incluirá propostas de melhorias para reduzir ou eliminar os desperdícios identificados.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A empresa estudada atua como fornecedora de peças de alumínio para o mercado de eletrodomésticos e automotivo, destacando três setores críticos para o processo de fabricação: fundição; usinagem e expedição. Para esta pesquisa, o escopo selecionado para busca da melhoria e redução dos desperdícios foi o processo de fundição, no qual possui as principais etapas para garantir a qualidade e entrega dos produtos, sendo também, o processo gargalo da empresa, considerando o cliente, o processo seguinte (usinagem).

#### **4.1 Mapa do estado atual do fluxo de valor “AS IS”**

A empresa possui uma grande variedade de produtos, desse modo, fez-se necessário a priorização da família ideal para a aplicabilidade do projeto, sendo escolhida essa por meio de uma reunião com a alta gestão, definindo alguns filtros como volume de vendas, valor de venda e dificuldade de execução, sendo selecionado o item Cubo Cesto 15 Kg, item que faz parte da montagem do eletrodoméstico lavadora de roupas e tem papel de fixação do cesto na estrutura inferior da máquina. O processo de fundição desse item é composto pelas etapas: fusão, injeção, estamparia e rebarbação.

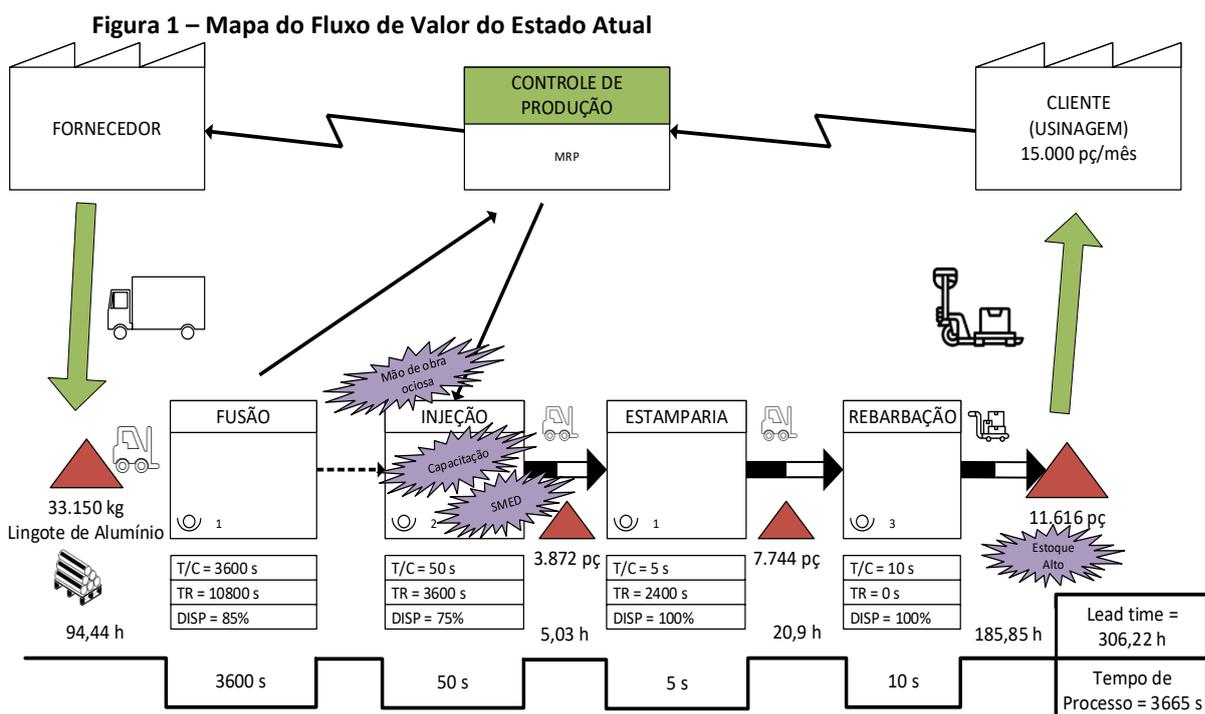
A empresa opera em dois turnos, totalizando 16 horas diárias (57.600 s/dia), com uma disponibilidade de 75% (43.200 s/dia), com produção por lote de maneira empurrada. Os pedidos mensais, recebidos pelo planejamento e controle da produção (PCP) é repassado ao gestor da fundição e são produzidos o mais rápido possível, resultando em estoques intermediários e excessivos no final. Isso também aumenta o risco de refugo caso a

verificação de qualidade falhe.

Segundo Rother e Shook (2018), o tempo *takt* representa a cadência com que uma empresa precisa fabricar um item para satisfazer a demanda do cliente. Para identificar o ritmo de produção necessária para atender o volume de 15.000 peças por mês, em bandejas de 176 peças, distribuídas em 22 dias úteis (681 peças por dia), o cálculo do *Takt Time*, de acordo com a equação (1), resultou em 63,5 segundos por peça.

$$\text{tempo } takt = \frac{\text{tempo de trabalho disponível por dia}}{\text{demanda do cliente por dia}} = \frac{43.200 \text{ s/dia}}{681 \text{ pç/dia}} = 63,5 \text{ s/pç} \quad (1)$$

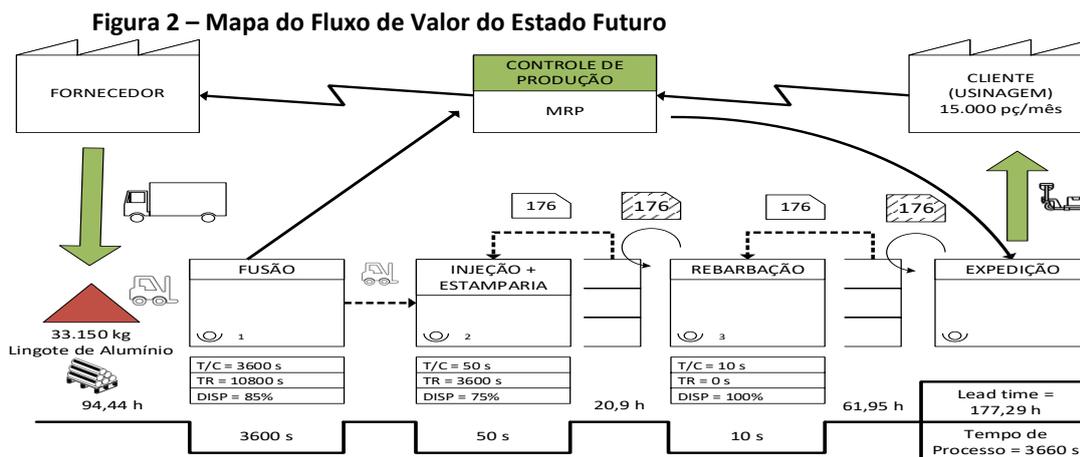
Após a coleta das informações do processo, foi construído o modelo do MFV atual, identificando os desperdícios e os pontos de melhoria, conforme a figura 1.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

#### 4.2 Mapa do estado futuro do fluxo de valor "TO BE"

Para eliminar os desperdícios identificados, é pertinente propor as melhorias e realizar o mapa do estado futuro. Para a construção do mesmo, foram consideradas as seguintes propostas: Mudança da produção empurrada para a puxada para os processos compatíveis (evitando estoques intermediários e evitando riscos de alto refugo); proposta do estoque inteligente (supermercados) para evitar o alto volume de produtos parados; fusão dos processos de injeção e estamparia (agregando mais valor para o operador da injetora e reaproveitando a mão de obra dedicada ao processo da estamparia). Consequentemente, reduzindo o *lead time* do processo e tornando-o mais enxuto e flexível, conforme a figura 2.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo identificar os desperdícios no processo produtivo de uma empresa de manufatura de peças de alumínio e propor melhorias utilizando a ferramenta de MFV. A pesquisa permitiu a construção de um modelo do estado atual do fluxo de valor, identificando os pontos de desperdício e oportunidades de melhoria. A partir dessas análises, foi proposto um modelo do estado futuro, com sugestões de transição da produção empurrada para a produção puxada, com supermercados e a fusão dos processos de injeção e estamparia.

Os resultados sugerem uma redução de 57,9% no *lead time*,  $(117,29 / 306,22) * 100$ , e aumento da eficiência do processo produtivo, tornando-o mais enxuto e flexível. A aplicabilidade prática das melhorias será avaliada pela empresa, que está em transição de clientes. Este trabalho contribui para a literatura sobre a aplicação do MFV em PMEs, destacando a importância da análise contínua e da implementação de melhorias para aumentar a competitividade e reduzir os desperdícios.

## REFERÊNCIAS

- BRAGLIA, M.; CARMIGNANI, G.; ZAMMORI, F. A new value stream mapping approach for complex production systems. **International journal of production research**, v. 44, n. 18-19, p. 3929-3952, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540600690545>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207540600690545>. Acesso em: 09 abr. 2024.
- HOLWEG, Matthias. The genealogy of lean production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 2, p. 420-437, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iom.2006.04.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696306000313>. Acesso em: 09 abr. 2024.
- LUNA, L. B.; KLÖKNER, P. E. D.; FERREIRA, J. C. E. Applying value stream mapping to identify and evaluate waste in a company of the ceramic sector. *In: Advances in sustainable and competitive manufacturing systems*. Heidelberg: Springer International Publishing, 2013. p. 1515-1525. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-00557-7\\_122](https://doi.org/10.1007/978-3-319-00557-7_122). Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-00557-7\\_122](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-00557-7_122). Acesso em: 10 abr. 2024.

RAHANI, A. R.; AL-ASHRAF, M. Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. **Procedia Engineering**, v. 41, p. 1727-1734, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812027750>. Acesso em: 11 abr. 2024.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeamento do fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. Lean Enterprise Institute, 1999.

VILLARREAL, B. The transportation value stream map (TVSM). **European Journal of Industrial Engineering**, v. 6, n. 2, p. 216-233, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1504/EJIE.2012.045606>. Disponível em: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/EJIE.2012.045606>. Acesso em: 09 abr. 2024.

### Sobre os autores:

#### **i Antonio Marcos Dercore Benevenuto**



Mestrando em Engenharia de Produção pela UNIARA e graduado em Engenharia de Produção pela mesma instituição (2022). Especialização em melhoria contínua, capacitação Green Belt pela plataforma de consultoria FM2S (2023). Atualmente atua na gestão de projetos de melhoria contínua, como suporte técnico de melhoria contínua, na Usina Sucroalcooleira Santa Cruz, pertencente ao grupo de usinas São Martinho. CV: <https://lattes.cnpq.br/8270418062765073>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2063-4798>.

#### **ii Fábio Ferraz Júnior**



Possui graduação em Engenharia Mecânica (ênfase Mecatrônica) pela USP (1999), mestrado (2002) e doutorado (2007) em Engenharia Mecânica (Automação de Processos de Fabricação) pela USP; MBA em IA e Big Data pelo ICMC-USP (2022). Atualmente é diretor da SENSOFTE Automação Ltda, pesquisador do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da UNIARA e professor de graduação do INSPER. CV: <http://lattes.cnpq.br/5316954799417804>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-5945-5830>,

#### **iii José Sérgio Medeiros Junior**



Mestrando em Engenharia da Produção pela UNIARA. Pós-Graduação Lato Sensu em Indústria 4.0 pela UNINTER (2020). Licenciado em Eletrônica pela Fatec (2008). Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Estratégica de Empresa pela UNICEP (2006) e Graduado em Engenharia Elétrica com ênfase em Eletrônica pela UNIP (2001). CV: <http://lattes.cnpq.br/5556395715782877>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6204-0153>.

#### **iv Timóteo Simão Ferreira**



Possui graduação em Engenharia Elétrica pela UFMG (2009). Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Automação de processos. Também possui Pós-graduação Lato Sensu em Automação de processos industriais pela UNAERP (2015) e é mestrando em engenharia de produção pela UNIARA. Atualmente é Coordenador de Manutenção na Raízen. CV: <http://lattes.cnpq.br/5074126642461013>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-3043-8801>.