

PRÁTICAS *LEAN MANUFACTURING* E MELHORIAS DE DESEMPENHO OPERACIONAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA AMAZÔNICA

LEAN MANUFACTURING PRACTICES AND OPERATIONAL PERFORMANCE IMPROVEMENTS: A CASE STUDY IN AN AMAZON COMPANY

Marcos Araújo de Araújo*  E-mail: maarcosaraujo@gmail.com

Mateus Araújo de Araújo*  E-mail: mateusaraujo@gmail.com

Léony Luis Lopes Negrão**  E-mail: leony@uepa.br

Fabiola Domingues Maciel**  E-mail: fabioladmaciell10@gmail.com

*Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil.

**Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus Castanhal, PA, Brasil.

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar o desempenho operacional da principal família de produtos de uma empresa da indústria têxtil, sob o prisma das práticas *Lean Manufacturing*, efetuando a proposição de melhorias no macroprocesso de Acabamento. A metodologia aplicada foi o estudo de caso, com caráter exploratório. Tal proposição foi realizada a partir da elaboração de dois diferentes cenários produtivos, classificados como mapa de estado futuro 1 e mapa de estado futuro 2. Comparando-os com o mapa de estado atual, o mapa de estado futuro 1 possibilitou readequar a capacidade produtiva, reduzir os excessos na produção e no lead time na ordem de 88,6%, além do aumento de eficiência de 59%. Por sua vez, o mapa de estado futuro 2 possibilitou a obtenção de um melhor controle/redução de estoques intermediários, proporcionando uma redução do lead time em 70,5%. Assim sendo, este estudo é considerado relevante para a empresa objeto de estudo, tendo-se em vista as análises e propostas geradas.

Palavras-chave: *Lean manufacturing*. Práticas *lean*. VSM. Mapeamento. Indústria têxtil.

Abstract: This article aims to analyze the operational performance of the main product family of a textile industry company, under the prism of *Lean Manufacturing* practices, proposing improvements in the Finishing macroprocess. The methodology applied was a case study, with an exploratory nature. This proposition was made based on the elaboration of two different productive scenarios, classified as future state map 1 and future state map 2. Comparing them with the current state map, the future state map 1 made it possible to readjust the productive capacity, reduce excess production and lead time in the order of 88,6%, in addition to increasing efficiency by 59%. In turn, future state map 2 made it possible to obtain better control/reduction of intermediate stocks, providing a reduction in lead time by 70,5%. Therefore, this study is considered relevant to the company under study, given the analyzes and proposals generated.

Keywords: *Lean Manufacturing*. *Lean practices*. VSM. Mapping. Textile Industry.

1 INTRODUÇÃO

O excesso de desperdícios existentes no processo produtivo é um dos grandes desafios encontrados na rotina de muitas empresas na busca de se tornarem mais competitivas, os quais ocasionam perdas em termos monetários, em eficiência e qualidade e impedem as organizações de elevar o nível de desempenho (Fim, 2019; Vieira, Nascimento; 2019).

Desta forma, novos modelos de gestão da produção surgiram com o intuito de tornar os processos produtivos mais lucrativos, por meio da redução ou eliminação total das perdas, destacando-se o *Lean Manufacturing* (LM). Ao aplicar os princípios e ferramentas propostas pelo LM, Vieira e Nascimento (2019) identificaram um desperdício anual de mais de R\$100.000,00 reais, enquanto projetaram uma economia anual em torno de R\$115.786,00 reais em uma empresa de malharia circular. Tais resultados foram obtidos por meio da aplicação do *Value Stream Mapping* (VSM) e identificação dos sete tipos de desperdícios da produção, ferramentas pertencentes ao modelo de gestão da produção *Lean Manufacturing*.

Diferentes estudos abordaram sobre as melhorias advindas da implementação do LM, sobretudo com o VSM, na indústria de transformação. Entre as melhorias alcançadas, têm-se por exemplo, redução dos estoques, maior flexibilidade no mix de produção e lote unitário de produção (Mishra et al., 2020; Fim, 2019; Lima et al., 2016).

O VSM pode ser uma ferramenta de comunicação, planejamento de negócios e principalmente um método para gerenciar os processos de mudanças (Rother; Shook, 2003). Destacando-se em particular como uma ferramenta de fácil aplicação, porém de grandes resultados para as organizações como mostram, por exemplo, Falani *et al.* (2014) e Queiroz *et al.* (2004), quanto à implementação do VSM, em empresas de manufatura. Embora diferentes estudos realizados em contextos econômicos variados tenham confirmado a relevante contribuição de práticas *Lean*, julga-se conveniente avaliar como tais práticas podem ser consideradas em um ambiente industrial na Amazônia, e se produzem efeito no desempenho. Uma vez que o contexto estrutural da Região Amazônica, com relevantes extensões territoriais, baixo desenvolvimento tecnológico, carência de mão de obra qualificada, entre outros (Negrão et

al., 2020). O que dificultam a adoção de fluxo contínuo e/ou produção puxada, por exemplo, premissas para um recebimento/fornecimento *just in time*.

Assim, buscou-se responder: Quais são as melhorias operacionais que podem agregar valor às atividades de manufatura da principal família de produtos de uma empresa têxtil, advindas das práticas *Lean Manufacturing* e como implementá-las, almejando desempenho superior?

Para responder esta questão, buscou-se inicialmente aprofundar-se na literatura específica quanto a adoção do LM nos diferentes setores da indústria de transformação, considerados pelos pesquisadores e, a partir das evidências, aplicar os princípios, ferramentas e práticas *Lean*, de forma sistêmica. Logo, o objetivo é analisar o desempenho operacional da principal família de produtos de uma empresa da indústria têxtil, sob o prisma das práticas *Lean Manufacturing*, e propor melhorias visando patamares superiores de desempenho da referida empresa.

Conhecer o caminho percorrido pelos produtos no chão de fábrica, de forma simples e direta conforme possibilitada com a aplicação do VSM, possibilitou aos gestores da empresa objeto deste estudo, analisar sobre o que agrega e não agrega valor ao produto. O emprego de ferramentas como os sete tipos de desperdícios, nivelamento da produção, manutenção produtiva total, programação da produção via *kanban* e FIFO, foram utilizadas no auxílio aos gestores quanto às decisões de melhorias almejadas. O que impactou em relevantes avanços no desempenho operacional da família de produtos estudada.

2 SISTEMA LEAN MANUFACTURING

Em análise inicial à literatura, observa-se que alguns estudos aplicaram práticas lean, dentre as quais, Flow, Pull, Empowerment, Redução de Setup, Controle Estatístico do Processo (SPC), Recebimento JIT (SUPPJIT), Manutenção Produtiva Total (TPM), mostrando como tais práticas contribuíram com a redução do LT, do TC, do estoque, do TNVA, colaborando para a obtenção de ganhos em produtividade, financeiros, no TNVA, no *takt time* e no balanceamento de mão de obra. Na Tabela 1 consta algumas informações relevantes sobre tais estudos.

Tabela 1 – Síntese dos artigos revisados

Título	Autor	Resultado
A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry	Huang et al. (2022)	Em seis meses, os 10 projetos de melhoria reduziram o tempo de espera de 26 para 19,5 dias e aumentaram a eficiência em soldagem em 28,3%, embalagem em 64,1%, WIP e armazenamento de matéria-prima em 83,84%, estoque em 58,63% e conclusão de remessas em 14,5%.
Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study	Sirajudeen e Krishnan (2022)	O prazo de entrega diminuiu de 1102 para 739 min e a produção aumentou de 33 unidades para 40 unidades por dia. Além disso, verifica-se que a eficiência e a eficácia melhoraram 49% e 21,2%, respectivamente.
Investigation and implementation of VSM in water distillation plant	Rathi et al. (2022)	O tempo de processamento foi reduzido de 171 s para 143 s e o tempo de espera foi reduzido de 8057 s para 6344 s.
Improving the productivity in carton manufacturing industry using value stream mapping (VSM)	Dinesh et al. (2022)	A produtividade em papelão ondulado, colagem, punção e costura aumentou 5,83%, 11%, 11,75% e 58,2%, respectivamente.
Análise e redução do <i>lead time</i> em uma indústria de confecções	Wendt e Baú (2022)	Redução de 82,85% do tempo de entrega dos pedidos aos clientes, maior organização dos processos e envolvimento da equipe na tomada de decisões.
Value Stream Mapping (VSM) Applied to a Company of the Metal-Mechanic in 4.0 Industry Context	Kyrillos et al. (2021)	Melhorias de produtividade, aumento da proporção homem/hora/máquina em 26,74%, redução de 21% no tempo de processamento e 31,5% no lead time.
Value stream mapping –Pancea for lead time reduction in ferrite core industry	Pathania et al. (2021)	Diminuição na taxa de rejeição de 9% para 2%. O ganho líquido observado na taxa de sincronização e no desempenho de entrega foi de 7% e 25%, respectivamente. O prazo de entrega foi reduzido de 10 dias para 9 dias.
Desperdícios na manutenção ferroviárias: perdas por esperas no terminal ferroviário de Ponta da Madeira em São Luis, Maranhão	Dias, Serra e Lima (2021)	Sugestão de inclusão do indicador de tempo de espera de liberação de faixas de tempo de manutenção no sistema de gerenciamento do chão de fábrica, para monitoramento do tempo desperdiçado. Melhorar a interface entre líder de manutenção e programador e planejamento para disponibilização da equipe de manutenção, em campo.
Cost value-stream mapping as a lean assessment tool in a surgical glove manufacturing company	Rajesh et al. (2021)	Com as melhorias propostas pelo VSM atual, podem ser produzidas 300.000 luvas/mês adicionais, além do custo de transporte ser reduzido para dois caminhões/mês.
Using value stream mapping to eliminate waste: A case study of a steel pipe manufacturer	Salwin et al. (2021)	As taxas de produtividade na linha de corte podem melhorar 17%. Por sua vez, a quantidade de resíduos de fita de polipropileno deve ser reduzida em 1,7 em comparação ao estado atual. Outrossim, houve a mudança no índice de disponibilidade de 67% para 79%.
Implementation of value stream mapping to reduce waste in a textile products industry	Bambang et al. (2020)	Após a padronização, o tempo total de trabalho no processo de produção passou de 2.062,89seg para 1882,62seg. Houve o aumento de produtividade de 6,17%.
An application of value stream mapping in auto-ancillary industry: a case study	Jasti et al. (2020)	Redução do estoque de 78 para 50 números, redução do LT da célula de produção de 1008min para 600min, a taxa de processo melhorada de 15,5% para 25,80% e a redução de força de trabalho para quatro números.
Reducing food waste through lean and sustainable	Kazanoglu et al. (2020)	O tempo de espera será reduzido em 3,5 horas. Desta forma, a relação entre o tempo sem valor agregado e o tempo total do processo é reduzida de 30,9% para 17,8%.

operations: A case study from the poultry industry		
Lean supply chain management in the apparel industry using value stream mapping	Kumar et al. (2020)	Redução de 29% no TC de produção, 21% de redução no tempo de troca, redução de 32% no tempo de estoque e redução de 32,58% no tempo de entrega. O processo de inspeção final do produto foi eliminado e o processos de inspeção fase a fase é introduzido.
Cost value stream mapping as a lean assessment tool in a small-scale industry	Menon et al. (2020)	Após a aplicação das técnicas enxutas, o LT foi reduzido em quase 27% e o WIP foi reduzido em 27%-32%.
Development of sustainable value stream mapping (SVSM) for unit part manufacturing: A simulation approach	Mishra et al. (2020)	Houve redução no TC de aproximadamente 48%, em face do processo de pintura migrar para a produção em lote unitário. Redução significativa nos parâmetros ambientais, destacando a redução de 87% da eutrofização da água.
Productivity improvement in furniture industry using lean tools and process simulation	Murali e Prabukarthi (2020)	A utilização do operador foi reduzida de 28,2% para 29,1%. Houve a melhoria da utilização do operador de 29% para 54% e da produção em 50%.
Towards a green and fast production system: Integrating life cycle assessment and value stream mapping into decision making	Salvador et al. (2020)	A redução de 15% dos impactos ambientais; redução no TC, passou de 35,7seg para 33,75seg; e redução significativa no LT, de 103,26dias para 24,01dias.
Application of lean manufacturing in automotive manufacturing unit	Singh e Singh (2020)	O tempo de espera foi reduzido em 14,88%, o tempo de processamento em 14,71% e o desperdício de movimentação de materiais em 37,97%. Redução do WIP em 17,76% e a força de trabalho foi reduzida em 17,64%.
Managing industrial operations by lean thinking using value stream mapping and six sigma in manufacturing unit: case studies	Singh et al. (2020)	Redução de 87,59% no TC, 76,47% de redução no WIP, redução de 95,41% no LT de produção, aumento de 66,08% na relação de VA, redução de 95,78% no tempo de NVA, redução de 57,14% no número de operadores e redução de 70,67% no tempo de troca.
Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para identificação e redução de desperdícios na linha de montagem de circuitos eletrônicos	Silva et al. (2020)	O mapeamento proposto proporcionará uma redução no LT de produção de 6,1 dias para 3,2 dias. Com a proposta de mapeamento futuro, o produto passará a ser montado em 12 etapas (e não em 16), com um tempo de processamento de 855,9seg e não de 1207,66seg.
Identificação dos sete desperdícios da produção através da aplicação do mapeamento do fluxo de valor	Fim (2019)	Por meio do VSM futuro em relação ao VSM atual, obteve-se redução do LT em 77,6%, redução dos estoques em 91,6%, redução do quadro de operadores de 7 para 3 e maior flexibilidade da produção.
Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso	Santos et al. (2019)	Houve redução do tempo de processamento de produção de 12.347seg para 11.639,63seg.
Análise do mapeamento do fluxo de valor na indústria têxtil com foco na redução do desperdício em malharia circular	Vieira e Nascimento (2019)	Após a mudança dos processos, o índice de desperdício seria reduzido em 6,8%. Desta forma, a empresa poderia economizar R\$115.786,00. Além de redução da área de almoxarifado e do desperdício de superprodução.

Mapeamento do fluxo de valor no processo de rotomoldagem	Dias e Santini (2018)	O tempo das atividades que agregam valor aos produtos somam 1326seg e das atividades que não agregam valor aos produtos somam 326seg. Indicando um alto valor agregado do processo de produção.
Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa de artigos de decoração em ferro	Zappelino et al. (2018)	Redução no LT de 5 para 3,44 dias e redução do tempo de não agregação de valor de 4,75 dias para 3 dias.
Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study	Dinesh et al. (2017)	Redução geral do TC de 17,3% e redução de 29,78% no TNVA. As atividades de TVA foram reduzidas em 8,4%, sem nenhuma grande mudança na tecnologia e processo.
Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (MFV) em uma indústria moveleira	Vieira et al. (2017)	Os resultados apresentados mostram um aumento de 30% em produtividade, além de uma redução do LT de 12,2 dias para 5,4 dias.
Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas <i>lean</i> em uma empresa calçadista	Lima et al. (2016)	Ganho de produtividade de até 19%, além da redução do tempo de processamento de 64,4seg para 35,4seg e redução do LT de 5,5 dias para 3 dias.
Mapeamento do fluxo de valor: otimização do processo produtivo sob a ótica da engenharia de produção	Kach et al. (2014)	Redução do LT de produção de 37 dias para 5 dias. O processo foi adequado de forma que a empresa tenha processos otimizados para conquistar novos mercados.
Implementação do mapeamento de fluxo de valor de uma montadora de veículos, denominada empresa Beta	Mesquita et al. (2014)	Redução da mão de obra (o que representa um ganho de R\$28.248,00/ano), melhoria na qualidade de vida dos trabalhadores, maior controle das peças e redução dos desperdícios. E redução do TNAV de 30 dias para 3 dias.

Fonte: Autores (2024).

Após a compilação dos estudos revisados acerca do Lean Manufacturing, passou-se a analisar especificamente os indicadores alvos, sobretudo do VSM.

2.1 Redução do *Lead Time* (LT)

O LT pode ser entendido como o tempo que uma peça leva para mover-se ao longo de todo um processo ou um fluxo de valor, desde o começo até o fim (Hopp; Spearman, 2013; Rother; Shook, 2003).

Nos estudos de casos realizados no Brasil, em especial no setor têxtil, se constatou, após a adoção das práticas lean, ganhos nítidos. Falani et al. (2014) concluíram que a redução no LT do processo foi de 21%. Ainda Kach et al. (2014) afirmaram que o VSM atual descreve algumas falhas existentes e se sanadas, poderão proporcionar uma melhoria nos resultados da organização, como a redução do LT de produção de 37 dias para 5 dias, equivalente a 86% de redução no LT. Santos et al. (2011)

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 25, n. 1, e-5340, 2025.

observaram o potencial de melhorias que as práticas enxutas representam para o processo atual, mencionando uma redução do LT de 50,41 h/lote para 37,5 h/lote, ou seja, 26% de ganhos no LT. Assim como Wendt e Baú (2022) que evidenciam redução de 82,85% no LT do produto, além do envolvimento da equipe operacional nas tomadas de decisões. E Salvador et al. (2020) obtiveram como um dos resultados após a adoção das práticas lean, a redução do LT de 103,26 dias para 24,01 dias, relevantes 77% de redução no LT.

Os setores da indústria de transformação no Brasil também foram considerados em diferentes pesquisas. Em uma empresa gráfica, Fim (2019) evidenciou que o VSM futuro em comparação ao VSM atual, apresentou redução de 78% no LT de produção. Vieira et al. (2017) estudaram a indústria moveleira que por meio da representação visual do VSM, foi possível identificar os processos gargalos e atuar nos desperdícios identificados, proporcionando uma redução no LT de 12,2 dias para 5,4 dias. Já na indústria calçadista, Lima et al. (2016) obtiveram como um dos resultados, a redução do LT de 5,5 dias para 3 dias. Por sua vez, em uma empresa de circuitos eletrônicos, Silva et al. (2020) mencionaram que o VSM proposto proporcionará uma redução do LT de produção de 6,1 dias para 3,2 dias. Por fim, na indústria de artigos de decoração, Zappelino et al. (2018) evidenciaram que, ao comparar o estado atual com o futuro, observou-se uma redução no LT, de 5 para 3,44 dias.

Todas essas evidências em diferentes setores da economia brasileira, denotam a efetividade das práticas lean no aumento da produtividade e na redução da quantidade de materiais em processo e no tempo médio do produto no sistema. O que também se constatou em outras economias emergentes, como a Índia e o Sri Lanka.

Na Índia, o estudo de caso no setor têxtil foi realizado por Kumar et al. (2020), os quais afirmaram que o LT existente de 70,93 horas foi reduzido no mapa do estado futuro para 50,9 horas. A indústria automotiva foi estudada por Jasti et al. (2020), mencionando como um dos resultados obtidos com a adoção das práticas lean, a redução do LT da célula de produção de 1.008 min para 600 min; e por Singh, J. e Singh, H. (2020), que mencionam como um dos benefícios alcançados, a redução de 95,41% no LT de produção.

Por fim, no estudo de caso realizado em uma empresa metalúrgica, Menon et al. (2020) evidenciaram que após a aplicação das práticas lean para as várias

atividades sem valor agregado, o estado futuro do VSM demonstrou cerca de 27% de redução no LT. E em fábrica de produtos alimentícios, Singh et al. (2020) por meio de um estudo de caso com simulação, evidenciaram como um dos resultados a redução do LT de 18,28 dias para 15,56 dias.

2.2 Ganhos em produtividade

A filosofia lean é sustentada por métodos e ferramentas que auxiliam no alcance da excelência operacional, redução dos desperdícios e aumento da produtividade. A produtividade é inversamente proporcional ao desperdício, logo, quanto mais produtivo for um sistema, melhor ele será em termos de utilização de matéria-prima, de horas, de capital ou mesmo de energia (Tubino, 2017).

Nas análises realizadas no Brasil, Dias, Serra e Lima (2021) mencionam as melhorias na comunicação entre manutenção e planejamento e, com isso, a redução dos tempos de não agregação de valor na recuperação de ferrovias. Salgado et al. (2009) argumentam que um dos resultados alcançados foi o aumento da produtividade em 67,2%. Enquanto isso, Lima et al. (2016) evidenciaram que, por meio da elaboração do VSM do estado atual em uma indústria calçadista, foi possível visualizar todo o processo produtivo e identificar as fontes de desperdício. Chama a atenção o potencial de ganho de produtividade de até 19% caso a empresa implemente todas as práticas lean propostas.

Na Índia, no estudo realizado por Jasti et al. (2020), os autores mencionam ganhos em produtividade ao melhorarem a taxa de processo de 15,5% para 25,80%. Singh, J. e Singh, H. (2020) relatam ganhos em produtividade por meio da redução de 70,67% no tempo de troca para a seção de parafuso em U. Da mesma forma, Rajesh et al. (2021) evidenciaram, em uma indústria têxtil, que o volume de produção pode ser aumentado do número atual de 150.000 para 175.000 unidades. Bambang et al. (2020) mencionam que o valor médio da produtividade da linha de produção do sutiã modelo SB45 era originalmente de 61,30% e, após a melhoria e a padronização do trabalho, aumentou para 67,47%, elevando a eficiência de produção da linha em 6,17%. Mishra et al. (2020) obtiveram, como um dos benefícios alcançados em uma indústria de fabricação de bonés, um aumento na eficiência do VSM em 18,18%, além

de uma redução significativa nos parâmetros ambientais, com destaque para a redução de 87% na eutrofização da água.

Kumar et al. (2020) evidenciam ganhos em produtividade por meio da redução do tempo de transição de 2,38h para 1,91h no mapa do estado futuro proposto e uma redução de 21% no tempo de troca. Além disso, o processo de inspeção do produto acabado foi eliminado e substituído pelo processo fase a fase, reduzindo a rejeição de produtos de 15% para 8%, com ganhos em qualidade. O sistema de produção também foi modificado de sistema de pacote progressivo para sistema de produção por unidade.

Em um estudo de caso atrelado à simulação em uma indústria moveleira, Murali e Prabukarthi (2020) obtiveram ganhos de produtividade de 50% na linha de produção. Singh et al. (2020) evidenciaram, em uma indústria automobilística, um aumento de 5% na produtividade do trabalho. De forma semelhante, Huang et al. (2022) relataram que, em seis meses, 10 projetos de melhoria reduziram o tempo de espera de 26 para 19,5 dias e aumentaram a eficiência em várias etapas do processo, incluindo soldagem (28,3%), embalagem (64,1%), armazenamento de matéria-prima (83,84%), estoque (58,63%) e conclusão de remessas (14,5%).

Sirajudeen e Krishnan (2022) destacam que o prazo de entrega diminuiu de 1102 para 739 minutos e a produção aumentou de 33 para 40 unidades por dia, com melhorias de 49% na eficiência e 21,2% na eficácia. Kyrillos et al. (2021) observaram melhorias na produtividade com o aumento da proporção homem-hora-máquina (hhm) em 26,74%, redução de 21% no tempo de processamento (TP) e diminuição de 31,5% no lead time (LT). Rathi et al. (2022) reportam uma redução no tempo de processamento de 171s para 143s e no tempo de espera de 8057s para 6344s.

Pathania et al. (2021) verificaram a diminuição na taxa de rejeição de 9% para 2%, um ganho de 7% na taxa de sincronização e um aumento de 25% no desempenho de entrega, além da redução do prazo de entrega de 10 para 9 dias. Dinesh et al. (2022) relataram aumentos de produtividade em várias etapas de um processo industrial, incluindo papelão ondulado (5,83%), colagem (11%), puncionamento (11,75%) e costura (58,2%).

Por fim, em uma indústria metalúrgica na Suíça, Salwin et al. (2021) evidenciaram que as taxas de produtividade na linha de corte podem melhorar em 17% e a

quantidade de resíduos de fita de polipropileno deve ser reduzida em 1,7 vezes em comparação com o estado atual. Além disso, ao visualizar todo o processo de produção a partir dos mapas de estado atual e futuro, também identificaram melhorias no índice de disponibilidade, que passou de 67% para 79%.

2.3 Ganhos financeiros

Um dos objetivos da filosofia *lean* é a obtenção de lucro por meio da contratação dos custos, resultado esse que pode ser alcançado por meio da eliminação dos desperdícios da produção (Monden, 2015).

No estudo de caso realizado em uma indústria de rotomoldagem no Brasil, Dias e Santini (2018) ao analisarem a célula de produção estudada, assim como as atividades que agregam e não agregam valor ao produto, evidenciaram uma redução no custo do produto para o cliente final. Em uma Malharia Circular, Vieira e Nascimento (2019) evidenciaram que após a mudança dos processos, o índice de desperdício seria reduzido de 20% para 13,2%, ou seja, uma redução de 6,8%, equivalente à redução de 5.263kg de malhas. Nesta projeção, a empresa poderia economizar R\$115.786 reais. Mesquita et al. (2014) estimaram um ganho financeiro com redução de mão de obra em R\$28.248,00 reais/ano, promovendo melhorias na qualidade de vida dos trabalhadores, com a menor locomoção dos operadores de uma montadora de veículos.

Na Índia, Menon et al. (2020) evidenciaram que com a aplicação das práticas *lean*, o custo do tubo externo e do tubo de suporte ajustável, resultou em um incremento de 2,7 vezes e 3,55 vezes. Por sua vez, Singh, J. e Singh, H. (2020) evidenciaram no estudo realizado em operações industriais, uma economia líquida alcançada anualmente em moeda indiana de 8.475.000 (\$ 126.426,49). Do mesmo modo, Rajesh et al. (2021) evidenciaram que com as melhorias propostas pelo VSM atual, uma economia anual com os processos de produção de USD 140,196. Com isso, 300.000 luvas adicionais podem ser produzidas a cada mês, ainda o custo de transporte para a unidade Kochi pode ser reduzido para dois caminhões/mês.

No setor automotivo, Singh et al. (2020) identificaram que com a redução dos desperdícios de estoque e mão de obra, o lucro da empresa poderia aumentar em

R\$161.800 reais por ano. Mishra et al. (2020) evidenciaram por meio da análise do ponto de equilíbrio, uma contratação dos custos operacionais com a redução dos desperdícios, tornando a empresa mais lucrativa.

Observa-se na literatura revisada o apontamento de reduções expressivas nos indicadores de tempos e estoques. O que gera como consequência, melhorias no desempenho de produtividades e financeira. Ainda assim, o que buscou-se com o presente estudo, foi confirmar, ou não, se essas melhorias são possíveis em organizações cercadas por circunstâncias estruturais no ambiente interno e externo que podem representar desafios ou restrições ao alcance sistêmico de práticas como as do *Lean Manufacturing*.

3 MÉTODO

A pesquisa foi realizada em uma empresa do segmento têxtil, com o intuito de analisar o desempenho operacional da principal família de produtos, sob o prisma das práticas Lean Manufacturing, e proposição de melhorias visando patamares superiores de desempenho. O trabalho utilizou como ferramenta computacional para a aplicação e execução, os softwares Microsoft Excel ® 2019 para a análise de dados e Microsoft Visio ® 2019 para a construção da representação gráfica do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Desta forma, a natureza deste estudo caracteriza-se como aplicada, pois se trata de uma aplicação prática para a solução de um problema específico. Quanto aos fins, o presente estudo caracteriza-se como exploratório, pois teve como objetivo proporcionar uma maior afinidade com o tema abordado e com futuras descobertas acerca do tema. Quanto ao procedimento técnico, o presente estudo caracteriza-se como estudo de caso, com observações diretas, e investigações da situação atual (Martins; Mello; Turrioni, 2014; Ganga, 2012).

O método de pesquisa adotado para a realização deste trabalho foi o estudo de caso. Para Yin (2010), o estudo de caso pode ser definido como uma investigação empírica que investiga um determinado fenômeno contemporâneo em profundidade e a sua realidade, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto real não são claramente evidentes.

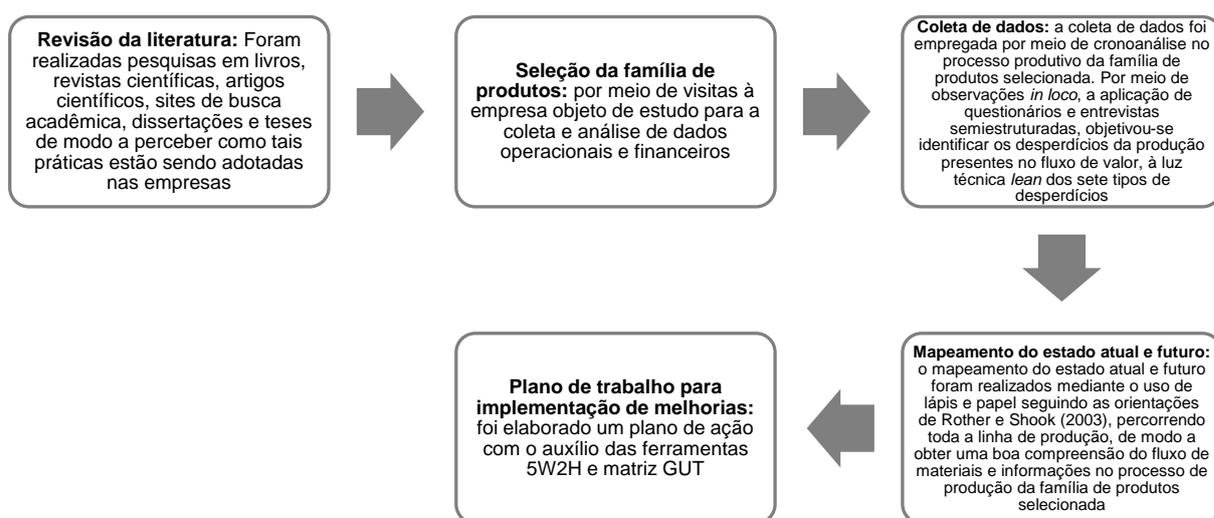
De acordo com Yin (2010), uma das etapas para a elaboração do estudo de caso é desenvolver o protocolo de estudo de caso. Dessa forma, ele foi estruturado conforme escrito por Yin (2010) a partir das seguintes seções:

- a) Visão geral do projeto de pesquisa;
- b) Procedimentos de campo;
- c) Questões de estudo de caso;
- d) Relatório do estudo de caso.

3.1 Etapas do método

A partir da edificação metodológica, foram delineadas as etapas necessárias para execução da pesquisa, as quais:

Figura 1 – Fluxo das etapas de pesquisa



Fonte: Autores (2024).

3.2 Procedimento de coleta de dados

Para a execução deste trabalho foi necessário o uso de alguns equipamentos e procedimentos que auxiliaram na coleta de dados. No que tange os equipamentos, foram utilizados lápis, papel e prancheta para o desenho inicial do VSM mediante as observações feitas no chão de fábrica.

Com o auxílio de um cronômetro digital, foram realizadas as medições dos tempos de operação em cada atividade e o processo identificado, o que Rother e Shook (2003) definem como métricas *lean* de desempenho. Para a uniformização dos dados, foi utilizada a folha de verificação para o registro de variáveis, as quais:

- Tempo de ciclo (TC);
- Tempo de troca (TR);
- Tempo de atividades que agregam valor (TVA);
- Tempo de atividades que não agregam valor (TNVA);
- *Takt time* (TKT).

Quanto aos procedimentos, foram aplicados questionários, entrevistas semiestruturadas e conversas informais para o entendimento do fluxo e obtenção de dados que não necessitaram de utilização de equipamentos. Os entrevistados foram a alta gerência, os supervisores de produção, auxiliares de produção e os setores de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e vendas. Por meio de observações in loco e mapeamento dos processos, foram identificados os desperdícios da produção.

3.3 Organização e análise de dados

Os dados coletados foram dispostos e organizados em figuras, quadros e tabelas para a percepção sobre o fluxo de valor analisado. A variedade de informações colhidas foi tratada por meio de planilhas eletrônicas do Microsoft Excel 2019.

Para a disposição do mapa do estado atual e mapas do estado futuro, realizou-se a adaptação eletrônica dos mapas desenhados com lápis e papel por meio da ferramenta Microsoft Visio ® 2019, devido a sua capacidade de elaborar mapeamentos e diagramas de forma flexível e ágil.

4 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

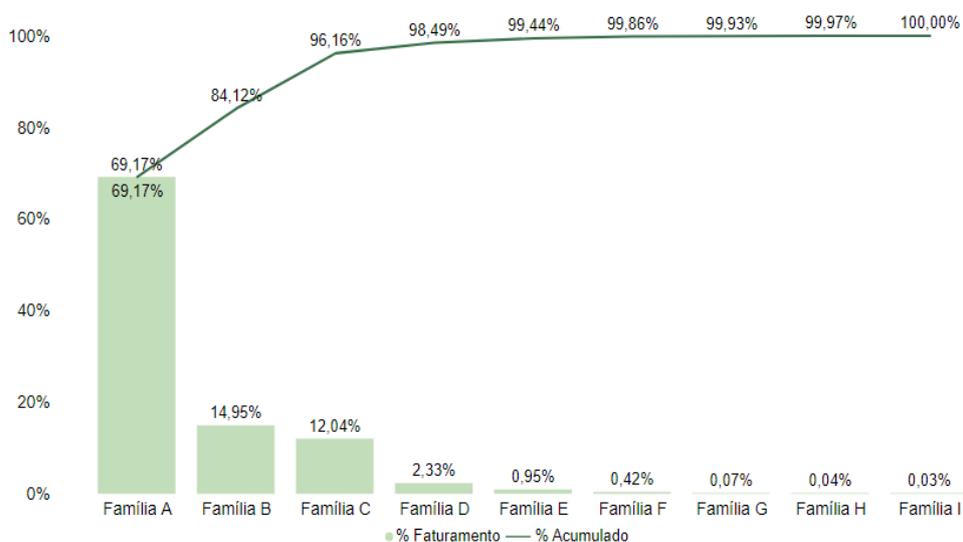
4.1 Seleção da família de produtos

A empresa possui nove famílias de produtos (dentre fios, telas e sacarias), as quais foram classificadas como Família A, Família B, Família C, Família D, Família E,

Família F, Família G, Família H e Família I. Entendendo a necessidade de focalizar em uma família de produtos e com o intuito de gerar resultados significativos, realizou-se uma análise para verificar qual família de produtos possui a maior contribuição para os resultados financeiros da empresa, e a partir desta seleção, utilizou-se o VSM para mapear o processo.

Os dados analisados perfazem o faturamento (vendas) dos produtos durante o ano de 2022. Para identificar a família de produtos que apresentou o maior faturamento durante o ano de análise, utilizou-se o princípio da Curva ABC, por fornecer uma metodologia de rápida interpretação dos dados os quais devem ser priorizados em um determinado contexto. Conforme Carvalho et al. (2012), a Curva ABC é uma classificação simples de um conjunto de dados que demonstra a prioridade por quantidade de ocorrência e por categoria. O resultado da Curva ABC com a classificação das famílias de produtos consta na Figura 2.

Figura 2 – Classificação das famílias de produtos



Fonte: Autores (2024).

Como resultado, identificou-se que a Família A (11% da quantidade de famílias) se classifica como a principal família de produtos, pois representou 69,17% do valor monetário contabilizado pelas vendas da empresa no ano de 2022. Desta forma, justifica-se a análise e aplicação do VSM na linha de produção dos produtos pertencentes à Família A.

4.2 Mapeamento do estado atual

O mapeamento do estado atual escreve as etapas do macroprocesso de Acabamento, assim como o fluxo de informações e materiais que compreendem o processo estudado. O processo se caracteriza como um sistema de produção empurrada, acumulando estoque inicial de matéria-prima e estoques intermediários entre as operações.

Os pedidos dos clientes são implementados mensalmente ao setor de vendas, o qual em seguida, informa ao PCP a previsão de vendas mensais. Diante disso, o setor de PCP elabora o Plano Mestre de Produção (PMP) para planejar, programar e controlar a produção nos processos envolvidos. Por meio do PMP, o PCP informa ao fornecedor (macroprocesso de Tecelagem) a quantidade de matéria-prima (telas) necessária, em média 78 lotes/dia. A matéria-prima é recebida diariamente, mantendo um estoque médio de 60 lotes (1,04 dias) e as telas são alocadas em carros transportados e movimentados para o primeiro processo de Acabamento, sendo este, composto por quatro processos de produção: corte; costura; estamparia; e prensagem.

Após a chegada da matéria-prima, inicia-se o processo de corte, que apresenta o Tempo Padrão por Lote (TPL) de 12,2 minutos e a Capacidade Produtividade (CP) de 117 lotes/turno, considerando a disponibilidade de 3 máquinas que realizam a operação. O estoque médio após o corte equivale a 15 lotes (0,26 dias) e as peças cortadas são transportadas de forma manual para o processo de costura com o auxílio de carros transportadores.

O processo de costura apresenta um TPL de 267,4 minutos e CP de 19 lotes/turno considerando a disponibilidade de 11 máquinas de costura manuais. Sendo relativamente inferior à CP do processo de corte mencionado anteriormente. O estoque médio após a costura equivale a 19 lotes (0,33 dias) e os sacos costurados são transportados de forma manual para o processo de estamparia com o auxílio de carros transportadores.

O processo de estamparia apresenta um TPL de 21,2 minutos e CP de 113 lotes/turno considerando a disponibilidade de 5 máquinas que realizam a operação, sendo relativamente superior à CP do processo de estamparia equivalente a 13 lotes (0,23 dias) e as sacarias marcadas são transportadas de forma manual para o

processo de prensagem com o auxílio de carros transportadores. A marcação das sacarias realizada varia de acordo com a solicitação dos clientes.

O processo de prensagem apresenta um TPL de 6,2 minutos e CP de 156 lotes/turno considerando a disponibilidade de 2 máquinas que realizam a operação. O estoque médio após o processo de prensagem equivale a 620 lotes (10,71 dias) e os fardos prensados são alocados em carros transportados de forma manual. Após a prensagem, os lotes são pesados e etiquetados via sistema ERP e seguem para o armazenamento no estoque de produtos acabados. Um (1) lote comporta 500 sacarias.

A entrega ocorre apenas (1) turno de trabalho sendo faturados em média 58 lotes/dias. O setor de PCP mensura diariamente a produção gerada em todas as etapas do macroprocesso de Acabamento, bem como as entradas de produtos acabados no estoque e os pedidos de vendas faturados aos clientes, por meio de atividades de controle a apontamento de produção.

Logo, com a aplicação do cálculo dos dados de tempos dispostos no mapa do estado atual, tendo-se o lead time na ordem de 12,57 dias, sendo que apenas 303,8 minutos (0,32 dias) representa o tempo de valor agregado (TVA), cerca de 2,5% do lead time. Em contrapartida, o tempo de não valor agregado (TNVA) representa 97,5% do lead time. O mapa do estado atual está descrito com mais detalhes na Figura 3, já inclusas a identificação das perdas no processo, por “explosão *kaisen*”, seguindo os sete tipos de desperdícios da produção, propostos por Ohno (1997).

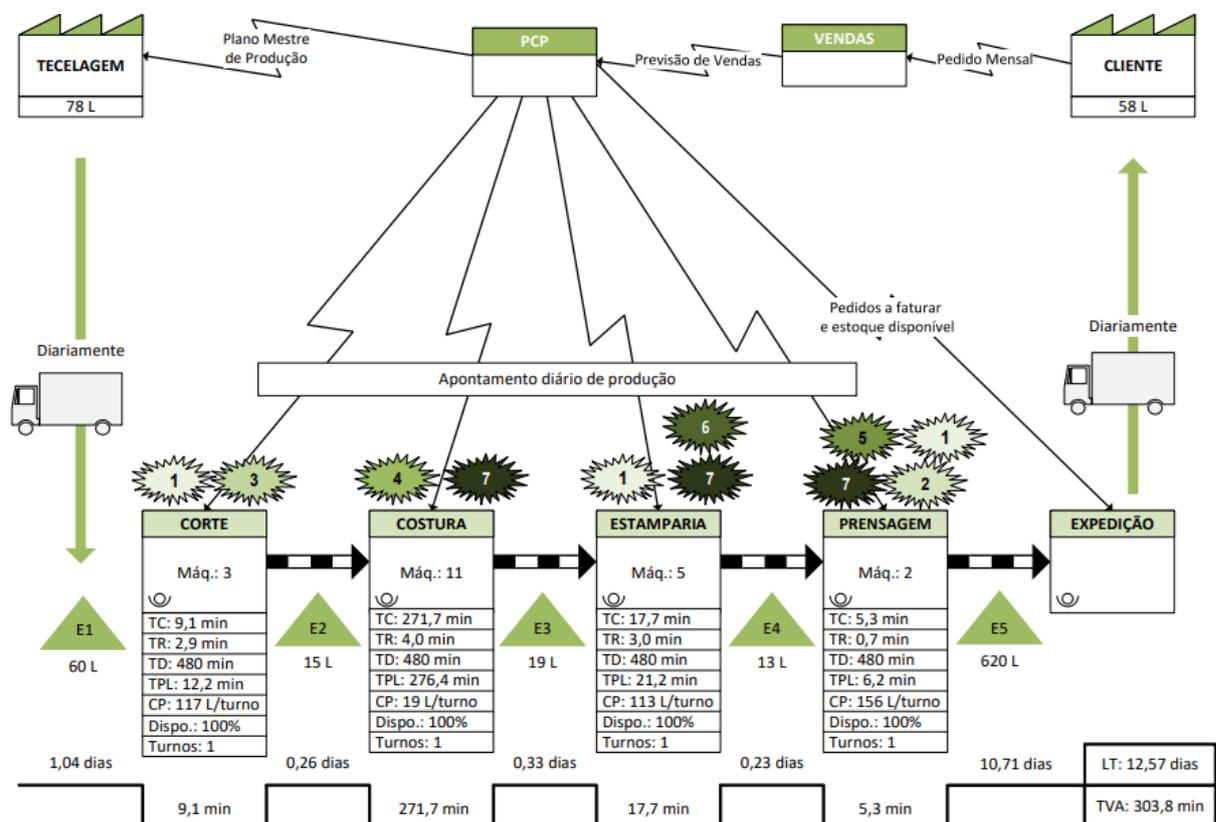
Pôde-se perceber que os desperdícios de superprodução e defeito apresentam 27% cada, do total de desperdícios identificados. Enquanto os desperdícios de transporte, processamento, estoque e movimentação representam 9% cada, do total de desperdícios. O mapa do estado atual também demonstra que os processos de estamparia e prensagem acumulam os maiores percentuais de desperdícios, sendo 27% e 36% respectivamente, enquanto os processos de corte e costura computam 18% cada dos desperdícios. Com isso, foi possível propor algumas melhorias, materializadas nos mapas futuros.

4.3 Mapeamento do estado futuro

4.3.1 Análise do takt time e balanceamento de linha

Para os autores Shah e Ward (2007) o TKT está relacionado com o balanceamento de linha de produção, auxiliando na análise dos tempos e cargas de trabalho utilizadas nas operações, para promover uma distribuição do trabalho de maneira mais homogênea possível.

Figura 3 – Mapa do estado atual e identificação dos desperdícios



Fonte: Autores (2024).

Por meio das informações expostas no mapa de estado atual, foi possível identificar o balanceamento dos processos de Acabamento, tendo como base a análise da métrica de TKT. Como resultado, obteve-se um TKT do processo na ordem de 16,6 min/lote. Ou seja, a cada 16,6 minutos, deve-se conduzir um lote de produção em

cada etapa do macroprocesso de Acabamento. Entretanto, observou-se que o estado atual está desbalanceado em termos de atrasos e ociosidades.

4.3.2 Análise da capacidade produtiva

A análise da capacidade produtiva considera as variáveis de TD e TPL em cada etapa do macroprocesso de Acabamento, além da quantidade de recursos disponíveis, neste caso, a quantidade de máquinas que executam as operações.

Por intermédio das informações dispostas no mapa de estado atual e ao calcular o CP de cada processo, obtiveram-se os valores na ordem de 117 lotes/turno (corte); 19 lotes/turno (costura); 104 lotes/turno (estamparia) e 156 lotes/turno (prensagem). Em análise, pode-se afirmar que os processos de corte, estamparia e prensagem atendem à demanda por turno do cliente. Entretanto, existem excessos em capacidade produtiva dos processos mencionados, o que ocasiona desperdícios dos recursos alocados.

4.3.3 Mapa 1 do estado futuro: readequação da capacidade produtiva

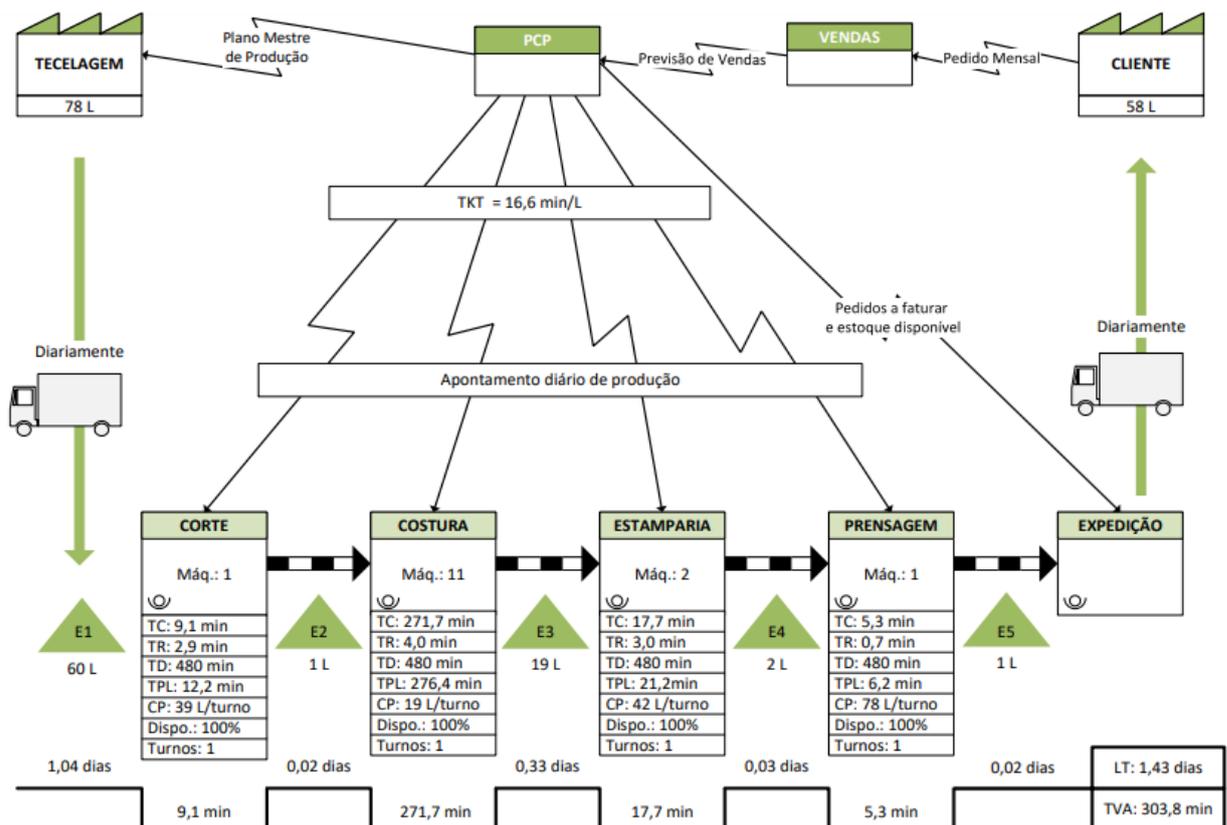
O mapeamento do estado atual demonstra que três das quatro etapas do macroprocesso de Acabamento possuem mais de 70% da capacidade produtiva em excesso, o que ocasiona desperdícios de tempo útil e mão de obra. Logo, se propõem como sugestão de melhoria, a redução das quantidades de máquinas em operação para que as capacidades produtivas dos processos estejam alinhadas com a demanda diária do cliente, agregando valor ao produto. Neste cenário, os processos de corte e prensagem passariam a operar com uma máquina cada, enquanto o processo de estamparia passaria a operar com duas máquinas. O mapa de estado futuro 1 está descrito com mais detalhes na Figura 4.

Reduzindo a quantidade de máquinas em operação, pode-se aumentar o percentual de capacidade útil e conseqüentemente reduzir o percentual de capacidade em excesso. Neste íterim, a nova CP projetada representa um ganho de eficiência em produtividade útil, em média, de 59% em relação ao que se tem disponível atualmente.

Ao reduzir o CP do processo de corte para 39 lotes/turno, o novo WIP passa a ser um (1) lote, o que equivale a uma projeção de redução do estoque intermediário E2 em 93,3%. Em sequência, ao reduzir o CP do processo de estamparia para 42 lotes/turno, pôde-se projetar a redução do estoque E4 em 84,6%. Da mesma forma, ao reduzir o CP do processo de prensagem para 78 lotes/turno, projetou-se a redução do estoque E5 em 99,8%.

Por fim, por meio da disposição e análise do mapa do estado futuro 1 em relação ao mapa do estado atual, pôde-se projetar uma redução do lead time total de produção de 88,6%, saindo de 12,57 dias para 1,43 dias. Desta forma, o TNVA representa 77,9% do *lead time* enquanto o TVA passa a representar 22,1%.

Figura 4 – Mapa 1 do estado futuro



Fonte: Autores (2024).

A redução da quantidade de máquinas em operação não significa que tais equipamentos não serão mais utilizados. Utilizando os conceitos de outra prática *lean*, o Total Productive Maintenance (TPM), sugere-se a elaboração de um cronograma mensal ou semanal de revezamento das máquinas. O TPM pode ser entendido como

uma metodologia de parceria entre todas as funções de uma empresa, mas particularmente entre a produção e a manutenção, visando a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação, garantia da capacidade e segurança, adequando-se perfeitamente às exigências de disponibilidade integral das máquinas nos sistemas de produção sem estoques (Monden, 2015).

A mentalidade *lean* traz para as atividades de manutenção conceitos e técnicas que visam o alto nível de disponibilidade do equipamento, assim como o envolvimento do operador na medida em que há a definição de que o mesmo deve participar da manutenção da sua máquina. E nesse sentido, lança-se mão de outra prática *lean* que retrata a importância do envolvimento do funcionário para alcançar melhores índices de qualidade e produtividade. Tal prática, Empowerment, é aplicada por meio do desenvolvimento dos trabalhadores usando o sistema conhecido como rotação de tarefas, onde cada funcionário cumpre um roteiro e realiza cada uma das tarefas de sua linha. No decorrer do tempo, o funcionário desenvolve proficiência em cada tarefa e se torna um trabalhador multifuncional (Monden, 2015).

O *lean* busca atingir o índice de zero defeitos (princípio da perfeição), neste contexto, destaca-se a prática de Controle Estatístico do Processo (SPC). O SPC visa acompanhar as variações do processo por meio da análise do comportamento de características críticas do produto, propiciando desta forma, informações importantes acerca do processo que auxiliam na tomada de decisão (Toledo et al., 2017).

4.3.4 Mapa 2 do estado futuro: processo híbrido

Por meio do mapa 2 do estado futuro, buscou-se projetar as melhorias no processo produtivo respondendo as oito questões chaves estabelecidas por Rother e Shook (2003) no que tange a construção do mapa do estado futuro. Neste cenário, o macroprocesso de Acabamento será caracterizado como um processo híbrido, onde algumas etapas possuirão características de Sistema Empurrado (do corte para a costura), enquanto outras apresentarão características de Sistema Puxado, com um total de 19 cartões *kanban* para a programação da produção entre a estampa e a costura, e desta até a expedição com o sequenciamento FIFO. Diante disso, a partir do

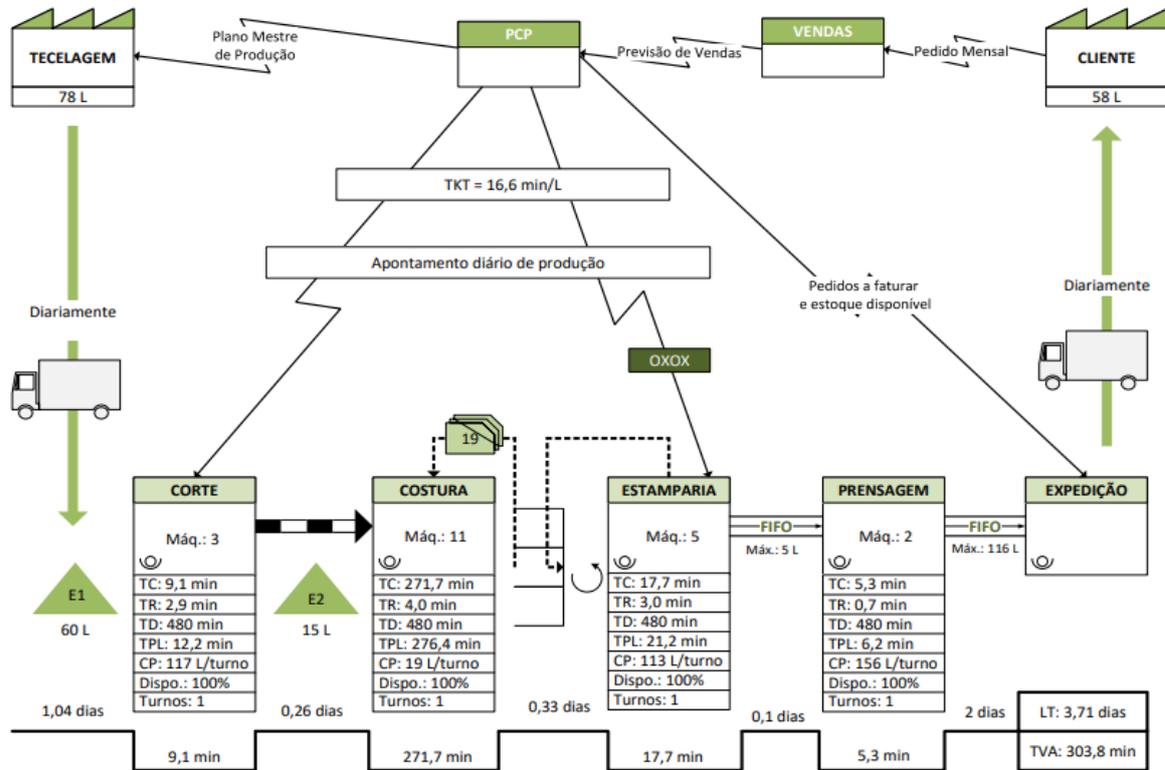
mapa do estado futuro 2, a produção ocorre de acordo com a demanda para reduzir os estoques em processo.

Assim, para a implementação do mapa do estado futuro 2, uma das práticas auxiliares será o processo puxado (*pull*), que dita que os processos subsequentes é que recolhem as peças junto aos processos precedentes. Desta forma, a linha de montagem final vai até o processo precedente para obter as peças na quantidade necessária e no momento necessário (Monden, 2015).

Com o auxílio na redução dos estoques intermediários, implementa-se a linha FIFO. Se a linha FIFO atingir a sua capacidade de estoque, o processo fornecedor deve parar de produzir até que o cliente tenha consumido parte do estoque. Ainda, a linha FIFO pode ser usada entre dois processos separados para substituir um *supermercado* e manter o fluxo entre eles (Rother; Shook, 2003).

Com a adoção das práticas *lean* supracitadas, é possível obter uma redução dos estoques intermediários, o que impacta diretamente no *lead time* total. Logo, por meio da disposição e análise do mapa do estado futuro 2 em relação ao mapa do estado atual, pôde-se projetar uma redução no *lead time* total de produção de 70,5% saindo de 12,57 dias para 3,71 dias. Desta forma, o TNVA representa 91,5% do *lead time* enquanto o TVA passa a representar 8,5%. O que consta na Figura 5.

Figura 5 – Mapa 2 do estado futuro



Fonte: Autores (2024).

4.4 Plano de ação

O plano de ação para implementação de melhorias foi construído adaptando a metodologia da ferramenta 5W2H para o 5W1H. Tal ferramenta permite que o processo em execução seja dividido em etapas, estruturadas a partir das perguntas, objetivando encontrar falhas que impedem o término adequado do processo (TOLEDO et al., 2017). O plano de ação, 5W1H, para implementação de melhorias do mapa 1 do estado futuro e o mapa 2 do estado futuro está disposto na Tabela 2.

4.4.1 Priorização das ações de melhorias

Para a priorização das ações de melhorias, utilizou-se a ferramenta Matriz GUT. A Matriz GUT define pesos de 1 a 5 de acordo com o nível de importância de cada fator, possibilitando a execução de ações para os fatores que mais impactam negativamente a organização (Toledo et al., 2017). Elaborou-se a Matriz GUT com o

intuito de priorizar as ações para a implementação de melhorias do mapa do estado futuro 1 e mapa de estado futuro 2, conforme consta na Tabela 3.

Tabela 2 – Plano de ação para implementação de melhorias

	O quê? What?	Por quê? Why?	Onde? Where?	Quando? When?	Quem? Who?	Como? How?
Mapa 1 do Estado Futuro	Cronograma de revezamento de máquinas	As atividades de manutenção precisam ser executadas preventivamente e com maior grau de assertividade, garantindo a confiabilidade e disponibilidade útil das máquinas	Setor de acabamento	A definir com a empresa	- Líder de manutenção; - Líder de PCP	- Implementando a prática TPM; - Definindo as máquinas que irão operar; - Definindo o período de revezamento (semanal ou mensal); - Definindo as máquinas para manutenção preventiva e preditiva; - Utilizando a abordagem do gráfico Gantt; - Utilizando planilhas eletrônicas.
	Desenvolvimento de funcionários multifuncionais	Realocar a mão de obra ociosa para outros processos	Setor de acabamento	A definir com a empresa	- Líder de PCP; - Assistentes de produção; - Técnicos de segurança;	- Implementando a prática empowerment; - Treinamento operacional; - Implementando a rotação de tarefas.
	Readequar a capacidade produtiva	Alinhar as capacidades produtivas dos processos com a demanda diária	Setor de acabamento	A definir com a empresa	Líder de PCP	- Reduzindo as quantidades de máquinas em operação por meio do cronograma de revezamento; - Realocando a mão de obra ociosa para outros processos.
	Reduzir o índice de defeitos (raleira, manchas de óleo, graxa e tinta, carimbo sujo e tinta com tonalidade fora do padrão)	Elevar o índice de qualidade do fluxo de produção, obtendo maior controle sob as variações do processo e do produto e atendendo as expectativas dos clientes	Setor de acabamento	A definir com a empresa	- Engenheira de qualidade; - Supervisor de produção; - Assistentes de produção.	- Implementando a prática SPC; - Adotando os 5 Porquês para investigar a causa raiz dos defeitos; - Adotando a padronização e kaizen para padronizar os procedimentos e evitar retrabalhos; - Adotando o programa 5S para organizar todo o ambiente de trabalho.

Mapa 2 do Estado Futuro	Implementar o sistema puxado	Controlar WIP entre processo fornecedor (costura) e processo cliente (estamparia)	Setor de acabamento	A definir com a empresa	- Líder de PCP; - Encarregada de produção.	- Implementando a prática <i>PULL</i> ; - Implementando o sistema <i>kanban</i> ; - Implementando a regra de sequenciamento FIFO.
	Nivelar o mix de produção	Manter a disponibilidade da variedade de marcações de sacarias em estoque	Setor de acabamento	A definir com a empresa	Líder de PCP	- Analisando o <i>mix</i> de produtos em estoque; - Programando a produção considerando os tipos de marcações, datas de entregas e quantidades solicitadas pelos clientes;
	Qualificar os funcionários para o sistema puxado	Capacitar os funcionários acerca da dinâmica do sistema puxado	Setor de acabamento	A definir com a empresa	Auxiliar de PCP	- Aplicando treinamento conceitual e slides e cartilhas; - Aplicando treinamento prático durante a execução das atividades operacionais e acompanhamento.

Fonte: Autores (2024).

Tabela 3 – Priorização das ações de melhorias

	Ações para melhorias	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau crítico	Classificação
Mapa futuro 1	Cronograma de revezamento de máquinas.	4	5	2	40	3º
	Desenvolvimento de funcionários multifuncionais.	2	1	2	4	4º
	Readequar a capacidade produtiva.	5	5	4	100	1º
	Reduzir o índice de defeitos (raleira, mancha de óleo, mancha de graxa, mancha de tinta, carimbo sujo, tinta com tonalidade diferente do padrão.)	4	5	4	80	2º
Mapa futuro 2	Implementar um sistema puxado.	5	5	4	100	1º
	Nivelar o mix de produção.	2	3	3	18	3º
	Treinamento de funcionários acerca da metodologia de sistema puxado.	5	4	4	80	2º

Fonte: Autores (2024).

A execução das ações seguirá a ordem estabelecida pelo grau crítico, que define a ordem que as ações de melhorias deverão ser executadas de acordo com o nível de importância para a organização. O grau crítico é obtido pela multiplicação dos fatores de Gravidade, Urgência e Tendência.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscando sistematizar as ações de melhorias projetadas na empresa estudada, buscou-se separar tais ações visando sua efetiva compreensão e implementação, e assim não gerar desmotivação no time de melhorias em face da ausência de resultados no curto prazo. Logo, projetou-se dois mapas futuros pensando na melhor organização das intervenções necessárias, iniciando pelas alterações de cunho simples, alcance imediato pela empresa e acessível a todos. Após, outras melhorias mais complexas e que requerem uma certa maturidade da empresa nos conceitos e premissas do *Lean Manufacturing*, a exemplo do *kanban*, e assim alcançar os resultados almejados, discutidos nesta Seção.

A redução do *lead time* de produção é um indicador de suma importância para que o fluxo produtivo possa adquirir características cada vez mais enxutas. Por intermédio do mapa 1 do estado futuro, pôde-se projetar melhorias no fluxo produtivo do estado atual, sugerindo a redução da capacidade produtiva dos processos envolvidos para reduzir o desperdício de superprodução.

Em análise ao mapa 2 do estado futuro, pôde-se projetar melhorias no fluxo produtivo do estado atual, sugerindo a implementação de um processo híbrido, onde algumas das etapas do macroprocesso de Acabamento, manteriam características de um processo puxado. Neste cenário, foram projetadas a implementação de um *supermercado* entre o processo fornecedor (costura) e o processo cliente puxador (estamparia), com a metodologia de Sistema de Coordenação de Ordens (SCO) *kanban*, além da adoção da linha FIFO.

Além dos ganhos de *lead time* expressos pela análise comparativa das métricas *lean* de desempenho, pôde-se projetar também a redução e melhor controle dos estoques em processo, haja visto que a redução do *lead time* total de produção está diretamente relacionada com a redução dos WIP.

Analisando o VSM 1 futuro, mediante a redução das máquinas em operação e considerando as capacidades produtivas calculadas para o macroprocesso de Acabamento, estimou-se a redução dos estoques seguindo os preceitos da Lei de Little. Em virtude da aplicação de tal procedimento, aferisse as reduções dos lotes na ordem de 93,3% para o estoque E2, 84,6% para o estoque E4 e 99,8% para o estoque E5.

No cenário proposto pelo mapa 2 do estado futuro, pôde-se obter um melhor controle dos estoques em processo por intermédio da implementação de um *supermercado* em conjunto com o SCO *kanban*, onde cada retirada feita pelo processo cliente, o processo fornecedor receberia uma ordem de produção/reposição por meio do cartão *kanban*, onde seriam emitidos 19 cartões *kanban* por dia, desta forma, produzindo no tempo certo e na quantidade solicitada. Além disso, sugeriu-se a adoção de linhas FIFO para controlar os WIP definindo uma quantidade máxima de estoque entre os processos. Tais ações possibilitariam a redução dos lotes em 61,5% para o estoque E4 e 81,3% para o estoque E5.

As projeções de melhorias operacionais expostas no mapa do estado futuro 1 e o mapa de estado futuro 2, foram embasadas nos conceitos de aplicação das práticas *Lean Manufacturing*. Quanto ao mapa do estado futuro 1, adotou-se como base a prática de Manutenção Produtiva Total (TPM) para a readequação eficiente das capacidades produtivas das máquinas em operação, e em paralelo, propôs-se a adoção da prática Envolvimento do Funcionário (Empow) com o objetivo de formar colaboradores multifuncionais mediante às mudanças propostas. A prática do Controle Estatístico do Processo (SPC) também agrega ao mapa do estado futuro 1 visando reduzir o desperdício de defeito, o qual representa 27% dos desperdícios identificados no macroprocesso de Acabamento.

Quanto ao mapa 2 do estado futuro, adotou-se como base a prática do Processo Puxado (*Pull*) por intermédio da implantação do SCO *kanban*, o que possibilita também a prática do Fornecimento JIT (SuppJIT) em algumas etapas do fluxo produtivo, com a adoção das linhas FIFO.

Por fim, a implementação do mapa 1 do estado futuro e/ou mapa 2 do estado futuro, elaborou-se um plano de trabalho que define as ações e responsáveis diretos para a implantação das melhorias projetadas nos respectivos cenários. Além disto, com a aplicação da Matriz GUT, objetivou-se priorizar as ações com o intuito de

nortear a empresa no que tange a execução eficiente das ações propostas no plano de trabalho.

6 CONCLUSÃO

Os cenários projetados por meio de VSM futuro com as análises realizadas, possibilitam responder às questões de pesquisa do presente trabalho, identificando quais as melhorias operacionais poderiam agregar valor às atividades de manufatura, tendo como premissa as práticas Lean Manufacturing, além de como implementar tais práticas lean, visando elevar o nível de desempenho da empresa, dentre as quais: (i) Manutenção Produtiva Total; (ii) Controle Estatístico do Processo; (iii) Envolvimento do Funcionário; (iv) Processo Puxado; e (v) Fornecimento JIT.

No cenário proposto a partir do mapa do estado futuro 1, pode-se readequar a capacidade produtiva do macroprocesso de Acabamento reduzindo os excessos na produção, o que representa uma redução do lead time na ordem de 88,6% além de um ganho médio de nivelamento do processo produtivo e aplicação dos 7 tipos de desperdícios. Outrossim, quanto ao cenário proposto por meio do mapa do estado futuro 2, pode-se obter um melhor controle/redução dos estoques intermediários com o dimensionamento de supermercado para aplicação da produção puxada via *kanban*, proporcionando uma redução do *lead time* em 70,5% quando comparado ao mapa do estado atual.

Todavia, é importante ressaltar que pode haver algumas barreiras na implantação das práticas *lean*, haja visto que, a filosofia *lean* visa proporcionar melhorias para o processo produtivo, porém para haver melhorias, são necessárias mudanças. Portanto, para a implementação das práticas *lean*, se faz necessário levar em consideração a cultura organizacional da empresa, envolvendo costumes e práticas adotadas atualmente em relação à metodologia de trabalho. A liderança também é um fator a ser considerado, com o intuito de dimensionar o quanto os responsáveis, diretos e indiretos, estão dispostos a seguir.

Como continuação do presente estudo, sugere-se a implantação dos cenários propostos à empresa tomando como base o plano de trabalho para implementação de melhorias bem como a priorização das ações a serem realizadas para atingir tal objetivo. A implementação das propostas de melhorias poderá proporcionar o

aperfeiçoamento do processo produtivo além de engajar os colaboradores, incluindo o chão de fábrica, proporcionando uma visão estratégica no que tange a redução e/ou eliminação dos desperdícios no fluxo de produção, onde com a adoção das práticas *lean*, este exercício pode ser uma ação frequente.

Ademais, sugere-se a expansão desta análise e proporção de melhorias para outras famílias de produtos e outros macroprocessos da empresa objeto de estudo, e com isso, poder potencializar o uso do sistema de gestão da produção, *Lean Manufacturing*, em tal empresa. Por fim, sugere-se também uma análise longitudinal quanto à implementação das práticas aqui propostas, com o intento de mensurar os resultados elencados comparando o antes e o depois de tal implementação.

REFERÊNCIAS

BAMBANG S; MAUDIENA, H; PUTRI, KS; WAKHID, A. J. Implementation of value stream mapping to reduce waste in a textile products industry. **Cogent Engineering**, v. 7, n. 1, p. 1-25, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1842148>. Acesso em: 18 fev. 2025.

DIAS, E. R; SERRA, M. C; LIMA, E. V. Desperdícios na manutenção ferroviárias: perdas por esperas no terminal ferroviário de Ponta da Madeira em São Luis, Maranhão. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 3, p. 654-679, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.14488/1676-1901.v21i3.4062>. Acesso em: 18 fev. 2025.

DIAS, J. L. Z & SANTINI, B. Mapeamento do Fluxo de Valor no processo de rotomoldagem. **Revista Liberato**, V. 9, N. 32, p. 225-237, 2018. Disponível em: <https://revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/567>. Acesso em: 18 fev. 2025.

Dinesh, S.N; Shalini, M; Vijay, M; Mohan, R.C. V.; Saminathan, R; Subbiah, R. Improving the productivity in carton manufacturing industry using value stream mapping (VSM). **Elsevier**, v. 66, n. 3, p. 1221-1227. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.015>. Acesso em 21. fev. 2025.

DINESH, S; NITIN, S; PATRICK. Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 5, p. 398-419, 2017. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1300352>. Acesso em: 18 fev. 2025.

FALANI, S. Y. A; ALMEIDA, M. R; GONZÁLES, M. O. A; CAMPOS, M, C; ROCHA, F. B. A & SILVEIRA, S. S. Mapeamento do fluxo de valor para melhoria de processo

de uma indústria têxtil. **Revista Espacios**, v. 35, n. 9, p. 1-12, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/33032>. Acesso em: 24 fev. 2025.

FILHO, M. P. **Gestão da produção industrial**. 1ª Edição, Curitiba, Editora IBPEX, 2007 p. 289.

FIM, H. V. Identificação dos sete tipos de desperdícios da produção através da aplicação do mapeamento do fluxo de valor. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 9., 2019. Ponta Grossa. **Anais** [...]. Ponta Grossa, 2019. Disponível em: 10212019_191019_5dae2f23da5bb.pdf. Acesso em: 18 fev. 2025.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na Engenharia de Produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.

HOPP, W. J; SPEARMAN, M. L. **A ciência da fábrica**. 3 ed. Porto Alegre, Editora Bookman, 2013.

HUANG, C.; LEE, D. CHEN, S; TANG, W. A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. **MDPI Journals**, V. 10, N. 5, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9717/10/5/835>. Acesso em: 20 fev. 2025.

JASTI, N. V. K; KOTA, S; SANGWAN, K. S. An application of value stream mapping in auto-ancillary industry: a case study. **The TQM Journal**, V. 32, N. 1, p. 162-182, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2018-0165>. Acesso em: 18 fev. 2025.

KACH, S. C; OLIVEIRA, R. J; VEIGA, L. R. & GALHARDI, A. C. Mapeamento do Fluxo de Valor: otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia de Produção. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 11., 2014. Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/artigos/artigos14/20520470.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2025.

KAZANCOGLU, Y; EKINCI, E; OZEN, Y. D. O.; PALA, M. O. Reducing Food Waste Through Lean And Sustainable Operations: A Case Study From The Poultry Industry. **RAE- Revista de Administração de Empresas**, V. 61, N. 5, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210503>. Acesso em: 18 fev. 2025.

KUMAR, D. V; MOHAN, G. M; MOHANASUNDARAM, KM. Lean supply chain management in the apparel industry using value stream mapping, **International Journal of Services and Operations Management**, V. 37, N. 1, p. 133-143, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2020.109440>. Acesso em: 18 fev. 2025.

KYRILLOS, S. L; NASCIMENTO, R. J; SOUZA, J. B; UMBERTO O. J; SACCOMANO, J. B. Value Stream Mapping (VSM) Applied to a Company of the Metal-Mechanic in 4.0 Industry Context. **Revistasfa**, v. 18, n. 7, 2021. Disponível em: [Value Stream Mapping \(VSM\) Applied to a Company of the Metal-Mechanic in 4.0 Industry](Value Stream Mapping (VSM) Applied to a Company of the Metal-Mechanic in 4.0 Industry)

[Context / Mapeamento de Fluxo de Valor \(MFV\) Aplicado em uma Empresa Metal-mecânica no Contexto da Indústria 4.0 | Kyrillos | Revista FSA \(Centro Universitário Santo Agostinho\)](#). Acesso em: 20 fev. 2025.

LIMA, D. F. S; ALCANTARA, P. G. F; SANTOS, L. C; SILVA, L. M. F & SILVA, R. M. Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas *lean* em uma empresa calçadista. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 1, p. 366-392, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v16i1.2183>. Acesso em: 18 fev. 2025.

LINKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. 1ª Edição, Porto Alegre, Editora Bookman, 2005.

MARTINS, R. A.; MELLO, J. B. P.; TURRIONI, C. H. **Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção**. Editora Atlas, 2014.

MENON, B. R; SHALIK, P. R; KIRON, K. R; SREEJITH, J; SAJEESH, P. Cost value stream mapping as a lean assessment tool in a small-scale industry. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 30, n. 1, p. 72-91, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2020.107274>. Acesso em: 18 fev. 2025.

MESQUITA, D. C. V; MESQUITA, W. G. & SOUZA, L. R. S. Implementação do mapeamento do fluxo de valor de uma montadora de veículos, denominada empresa Beta. **Revista Exacta**. v. 12, n. 2, p. 197-208, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5585/exactaep.v12n2.4851>. Acesso em: 18 fev. 2025.

MISHRA, A. K; SHARMA, A; SACHDEO, M. Development of sustainable value stream mapping (SVSM) for unit part manufacturing: A simulation approach. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 11, n. 3, p. 493-514, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2018-0036>. Acesso em: 18 fev. 2025.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4 ed. Porto Alegre, Editora Bookman, 2015.

MURALI, C. S; PRABUKARTHI, A. Productivity improvement in furniture industry using lean tools and process simulation. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 30, n. 2, p. 214-233, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2020.107812>. Acesso em: 18 fev. 2025.

NEGRÃO, L. L. L; GODINHO FILHO, M; GANGA, G. M. D; CHOPRA, S; THÜRER, M; SACOMANO NETO, M; MARODIN, G. A. Lean manufacturing implementation in regions with scarce resources: A survey in the Amazon Region of Brazil. **Management Decision**, v. 58, n. 2, p. 313-343, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1082>. Acesso em: 18 fev. 2025.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 1ª Edição, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

PATHANIA A; KUMAR, R; ROJHE, K; GOEL, B; AGGARWAL, S; MAHTO, D. Value stream mapping – Panacea for lead time reduction in ferrite core industry. **Elsevier**, v. 46, n. 7, p 2456-2461, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.362>. Acesso em: 19. fev. 2025.

RAJESH, M. B; SHALIJ, PR; SAJEESH, P; TOM, G; PRAMOD, VR. Cost value-stream mapping as a lean assessment tool in a surgical glove manufacturing company. **The south african jornal of industrial engineering**, v. 32, n. 1, p. 157-170, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7166/32-1-2368>. Acesso em: 18 fev. 2025.

RATHI, R; JAGADEESWARAN, M; IMRAN, G. M; KUMAR, K. V; ESWAR, K. V. R; SAMEERPASHA, S. Investigation and implementation of VSM in water distillation plant. **Elsevier**, v. 50, n. 5, p. 751-758, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.274>. Acesso em: 22 fev. 2025.

ROTHER, Mike & SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar: mapeamento do fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. Edição, The lean enterprise institute e Lean institute Brasil, São Paulo, 2003.

SALVADOR, R; BARROS, M. V; SANTOS, G. E. T; MIERLO, K. G. V; PIEKARSKI, C. M; FRANCISCO, A. C. Towards a green and fast production system: Integrating life cycle assessment and value stream mapping into decision making. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 87, n. 106519, p. 1-15, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106519>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SALWIN, M; GOLDA, I. J; BANKA, M; VARANCHUK, D; GIVINA, A. Using value stream mapping to eliminate waste: A case study of a steel pipe manufacturer. **Energies**, v. 14, n. 3527, p. 1-19, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.3390/en14123527>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SANTOS, P. V. S; FERRAZ, A. V & SILVA, A. C. G. C. Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 4, p. 1197-1230, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3310>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SHAH Rachna & WARD T. Peter. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SILVA, T; OLIVEIRA, C. C & ROCHA, R. P. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para identificação e redução de desperdícios na linha de montagem de circuitos eletrônicos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 8188-8204, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-212>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SINGH, J; SINGH, H. Application of lean manufacturing in automotive manufacturing unit. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 11, n. 1, p. 171-210, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2018-0060>. Acesso em: 18 fev. 2025.

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 25, n. 1, e-5340, 2025.

SINGH, J; SINGH, H; SINGH, A; SINGH, J; Managing industrial operations by lean thinking using value stream mapping and six sigma in manufacturing unit: case studies. **Management Decision**, v. 58, n. 6, p. 1118-1148, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MD-04-2017-0332>. Acesso em: 18 fev. 2025.

SIRAJUDEEN, R. S; KRISHNAN, A. Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study. **Elsevier**, v. 65, n. 2, p. 1105-1111, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.159>. Acesso em: 21 fev. 2025.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3 ed. São Editora Atlas: São Paulo, 2009.

TOLEDO, J. C; BORRÁS, M. A. A; MERGULHÃO, R. C; MENDES, G. H. S. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

VIEIRA, A. C. S; RODRIGUES, A. L. P; SERRA, M. C; ARCOS, I. S. V & PINHEIRO, E. M. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor (MFV) em uma indústria moveleira. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 38., 2017. Joinville. **Anais [...]**. Joinville, 2017. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_376_31834.pdf . Acesso em: 18 fev. 2025.

VIEIRA, A. S. T & NASCIMENTO, D. L. M. Análise do Mapeamento do Fluxo de Valor na indústria têxtil com foco na Redução do Desperdício em Malharia Circular. **Journal of Lean Systems**, v. 4, n. 3, p. 60-83, 2019. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/lean/article/view/2842>. Acesso em: 18 fev. 2025.

WENDT, C; BAÚ, B. G. Análise e redução do *lead time* em uma indústria de confecções. **Revista Produção Online**, v. 22, n. 2, p. 2994-3020, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i2.4790>. Acesso em: 18 fev. 2025.

YIN, R. **Estudo de caso Planejamento e Métodos**. 4 ed. Editora Bookman: Porto Alegre, 2010.

ZAPPELINO, B. F; DECKER JUNIOR, C; ROCHA, G; STEFFENS, M; MOCCI, N; CORRÊA, N. V. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa de artigos de decoração em ferro. **Revista Gestão e Produção**, v. 2, n. 1, p. 2-11, 2018. Disponível em: https://www.revistagestaoeproducao.com/files/ugd/e8e621_d2cc0dd28d9848a7be17652d3ee2aaf2.pdf. Acesso em: 18 fev. 2025.

Biografia dos autores

Marcos Araújo de Araújo

Mestre em Engenharia de Processos pela Universidade Federal do Pará, Especialista em Inovação e Tecnologia Industrial Avançada pelo SENAI CETIQT. Dentre as áreas de interesse e atuação, destacam-se: aplicação das metodologias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*; gestão e controle da qualidade, gestão e controle de processos, planejamento, programação e controle da produção (PPCP), implantação e gerenciamento de projetos, *Business Intelligence* (BI), gerenciamento e governança de dados, pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I).

Mateus Araújo de Araújo

Mestre em Administração e Especialista em Gestão e Controle da Qualidade pela Universidade do Federal do Pará (UFPA). Possui interesse em temas como Logística, Gestão da qualidade, Gestão de almoxarifado, Gestão ágil de projetos, Gestão de pessoas, Administração, *Business intelligence*, Planejamento estratégico, Planejamento e controle da produção (PCP), Linha de produção e *Lean (Manufacturing, Office, Constrution Healthcare e Six Sigma)*.

Léony Luis Lopes Negrão

Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos. Tem interesse em ensino, pesquisa, extensão e gestão na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gestão de Operações, PCP, *Lean Manufacturing*, Gestão de Estoques, Gestão de Custos e Avaliação de Projetos. Possui artigos publicados em *journals* com alto fator de impacto (JCR), dentre eles, *Production Planning and Control*, *Management Decision* e *IEEE*.

Fabíola Domingues Maciel

Graduanda no Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção na Universidade do Estado do Pará – UEPA, Campus Castanhal/PA.



Artigo recebido em: 09/07/2024 e aceito para publicação em: 25/09/2024

DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v25i1.5340>