

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

ALEXANDRE RASSI JORDÃO
HEITOR VIANA CORRÊA

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA
PEQUENA EMPRESA DO SETOR TEXTIL

ITUIUTABA
2023

ALEXANDRE RASSI JORDÃO
HEITOR VIANA CORRÊA

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA
PEQUENA EMPRESA DO SETOR TEXTIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção, da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa.

ITUIUTABA
2023

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR EM UMA PEQUENA EMPRESA DO SETOR TEXTIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção, da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia, aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela banca examinadora formada por:

Ituiutaba, 12 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa (orientadora)
Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra. Déborah Oliveira Almeida Carvalho
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo
Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

O setor têxtil destaca-se no Brasil como um segmento de fundamental relevância, uma vez que promove uma série de vantagens para o país em termos de geração de empregos formais e agregação de valor ao Produto Interno Bruto. Neste cenário, para se manterem competitivas no mercado, as empresas deste segmento podem se valer da aplicação de ferramentas lean a fim de reduzir custos e desperdícios, melhorar os processos e proporcionar maior qualidade dos seus produtos e serviços. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é aplicar o mapeamento do fluxo de valor (MFV) para analisar o processo produtivo de uma pequena confecção têxtil, e propor a implementação de ferramentas lean a fim de reduzir as perdas. Quanto à abordagem do problema a pesquisa é quali-quantitativa, sendo o procedimento um estudo de caso. Os resultados mostraram que a partir do MFV as principais perdas identificadas foram de movimentação desnecessária, estoque em processo e espera, desperdícios estes que podem impactar o tempo de ciclo das operações. Neste sentido, para as atividades limpeza e inspeção de qualidade, e travetar passante, foi proposta a aplicação do elemento jidoka. Para as demais atividades, foi proposta a aplicação do 5 S, a fim de proporcionar a melhoria global do sistema.

Palavras-chave: *lean manufacturing*; perdas; *jidoka*; 5 S.

ABSTRACT

The textile sector stands out in Brazil as a fundamental cult segment, as it promotes a series of advantages for the country in terms of generating formal jobs and adding value to the Gross Domestic Product. In this scenario, in order to remain competitive in the market, companies in this segment can use lean tools to reduce costs and waste, improve processes and provide higher quality products and services. Given the above, the objective of this work is to apply value stream mapping (VFM) to analyze the production process of a small textile company, and propose the implementation of lean tools in order to reduce losses. As for the approach to the problem, the research is qualitative and quantitative, and the procedure is a case study. The results assessed from the MFV as the main losses identified were transportation, in-process inventory and waiting, waste that can impact the cycle time of operations. In this sense, for cleaning and quality transmission activities, and travetar passing through, the application of the jidoka element was proposed. For the other activities, the application of 5S was proposed, in order to provide a global improvement of the system.

Keywords: *lean manufacturing; losses; jidoka; 5 S.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção.....	05
Figura 2 – Etapas da aplicação do jidoka.....	08
Figura 3 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor.....	11
Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo de calças jeans.....	14
Figura 5 – Mapa do fluxo de valor do estado atual.....	17
Figura 6 – Takt time x TC.....	18
Figura 7 – Máquina de arremate e limpeza de fios.....	19
Figura 8 – Unidade automática para travetar passante.....	19
Figura 9 – Diagrama de Ishikawa para levantamento das causas de perdas.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	02
	2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP).....	02
	2.1.1 HEIJUNKA, TRABALHO PADRONIZADO E KAIZEN	05
	2.1.2 JUST-IN-TIME E JIDOKA	07
	2.2 FERRAMENTAS DO STP.....	09
	2.2.1 5 S.....	09
	2.2.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR	10
3	METODOLOGIA.....	13
4	RESULTADOS.....	14
	4.1 MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	14
	4.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR DO ESTADO ATUAL.....	15
	4.3 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA FERRAMENTA JIDOKA	18
	4.4 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA FERRAMENTA 5S	19
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil tem como objetivo a transformação de fibras em fios, de fios em tecidos e de tecidos em peças de vestuário, artigos têxteis para o lar e uso doméstico (roupa de cama e mesa, tapetes, cortinas etc.) ou em artigos para aplicações técnicas (produtos geotêxteis, *airbags*, cintos de segurança, etc.). De acordo com a empresa de inteligência de mercado IEMI (ABIT, 2022), em 2020 o setor têxtil e de confecção brasileiro faturou US\$ 161 bilhões, contra US\$ 186 bilhões em 2019. O setor reúne mais de 32 mil empresas em todo o território nacional, das quais mais de 80% são confecções de pequeno e médio porte, empregando cerca de 1,36 milhão de brasileiros, sendo que 60% são de mão de obra feminina (FEBRATEX, 2019).

Ainda segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2023), o Ministério da Economia declarou que o mercado nacional é responsável por 97,5% do consumo da produção, sendo 2,5% destinados às exportações, que também tiveram um crescimento de US\$ 1,06 bilhão em 2021, contra US\$ 801,8 milhões em 2020. Paradoxalmente, o varejo vem crescendo em suas vendas, substituindo paulatinamente os produtos nacionais por importados, mesmo o Brasil possuindo uma das cadeias têxteis mais completas do ocidente, na qual produz desde as fibras até às confecções.

Neste cenário, para se manterem competitivas no mercado as empresas podem se valer de ferramentas de gestão a fim de reduzir custos e desperdícios, melhorar os processos e proporcionar maior qualidade dos seus produtos e serviços. Assim, de acordo com Galeazzo, Furlan e Venelli (2014), a manufatura enxuta (*lean manufacturing*) é uma filosofia que por meio da aplicação de ferramentas e práticas ajuda a identificar e eliminar os sete desperdícios considerados pelo sistema enxuto de produção. Essa perspectiva do *lean manufacturing* vai ao encontro das necessidades desse mercado têxtil, envolvendo um escopo de ações controladas, que envolvem a superprodução, tempo de espera, transporte, defeitos, processos impróprios, estoque e movimentos desnecessários.

Verrier et al. (2014) consideram que durante os processos de produção, a falta de uma gestão eficiente pode gerar vários desperdícios, os quais refletem diretamente na queda da qualidade total e, obviamente, nos lucros da empresa. Por isso, quando se consegue estabelecer uma gestão produtiva que elimine as perdas, desperdícios e ineficiências, é possível que se reduza os custos de produção, melhorando os dados financeiros e aumentando também a sua produtividade, tornando-as mais competitiva nesse mercado que está cada vez mais globalizado.

Dentre as ferramentas da manufatura enxuta, o mapeamento do fluxo de valor (*value stream mapping* – VSM) evidencia a dependência dos processos, facilitando a identificação dos desperdícios e propiciando sugestões de ações de eliminação e melhoria. O mapeamento do fluxo de valor é a porta de entrada para a implementação das outras ferramentas do *lean*, por consistir de um mapa de estado atual, baseado na observação direta da realidade, e um de estado futuro, no qual reflete uma visão do desejável fluxo de valor, sendo base para o desenvolvimento de planos de ação (THOMÉ; OLIVEIRA; SILVA, 2017).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é aplicar o mapeamento do fluxo de valor para analisar o processo produtivo de uma pequena confecção têxtil, e propor a implementação de ferramentas *lean* a fim de reduzir as perdas.

Nessa perspectiva, essa pesquisa se justifica primeiramente pela necessidade de se popularizar a temática da manufatura enxuta e do mapeamento do fluxo tanto para a área acadêmica/científica, com o fomento de novas pesquisas e discussões sobre essa temática, quanto na área empresarial. Neste último cenário, as organizações que trabalham no seguimento têxtil podem se valer de dados de experimentos de outras empresas sobre o uso dessas ferramentas, na tentativa de melhorá-los também.

Assim, uma vez que a sociedade tem se desenvolvido e aprimorado suas capacidades, no intuito de melhorar a qualidade de vida e de consumo que gere um menor impacto possível ao meio ambiente, pesquisas como esta podem contribuir tanto cientificamente quanto na sociedade. Isso porque o ramo industrial e tecnológico impulsiona o mercado têxtil para que ele se desenvolva cada vez mais, e para isso, é necessário o estreitamento da relação entre as pesquisas acadêmicas e a sua aplicação prática no mercado em que se discute.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema Toyota de Produção (STP)

De acordo com o *Lean Institute Brasil* (2023), o Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema de produção desenvolvido pela Toyota Motor Corporation para fornecer a melhor qualidade, o menor custo e o *lead time* mais curto por meio da eliminação dos desperdícios.

Para Maximiano (2008), o STP se baseia no princípio de eliminar os desperdícios, produzindo com qualidade. Também conhecido no ocidente como produção enxuta (*lean manufacturing*), busca minimizar ao máximo os gastos de produção e seus recursos e, com isso, eliminar todos os desperdícios possíveis, produzindo sem que haja defeitos na linha de

produção, proporcionando assim uma produção de alta qualidade e menor custo para os processos produtivos das empresas.

Segundo Tortorella (2017), os desperdícios identificados nos processos produtivos são todos os recursos utilizados de maneira que não agregam valor ao produto final, sendo esses recursos não necessários para sua fabricação, gerando custos sem melhorias no produto ou serviço oferecido ao cliente. Assim, a filosofia da produção enxuta é a busca da eliminação total dos desperdícios no sistema produtivo.

As sete perdas do sistema produtivo, de acordo com Ohno (1997) são por superprodução, espera, transporte, movimentação, processamento, estoque e defeitos. Todas essas perdas, em um processo de produção enxuta, devem ser consideradas, para que os gestores possam estabelecer uma melhor performance de seus negócios e fazer os ajustes necessários, caso seja identificado algum tipo de erro que possa levar a essas perdas indesejadas.

As perdas por superprodução surgem quando se produz mais que o necessário e/ou mais rápido que a necessidade ou antes da necessidade, resultando em consumo desnecessário de matérias-primas, ocupação dos meios de armazenamento e dos meios de transporte, estoque elevado e necessidade de mão de obra para administrá-lo. A superprodução é considerada “a mãe das perdas”, pois a produção em excesso pode, por exemplo, extrapolar a capacidade de estoque, zerar a quantidade de matéria-prima antes do tempo estimado, baixando o valor do produto no mercado (BIERMANN, 2007). Produzir a quantidade adequada de unidades é uma questão de planejamento, e a superprodução é um sinal de alerta.

Quanto as perdas por espera, estas são caracterizadas por ociosidade de pessoas, peças e informações, causadas por atrasos ou faltas de matéria-prima e/ou mão de obra, interrupção na sequência das operações e gargalos na produção. Uma vez que o tempo é um recurso limitado e não recuperável, o tempo que um produto fica em espera para entrar em um próximo processo deve ser o menor possível, sendo esta uma questão de fluidez (CAMPOS; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2016). Ou seja, se a peça ficou esperando é porque as que estavam na frente tiveram problemas ou o processo não está harmônico. Interrupções não programadas na linha de produção também devem ser evitadas ao máximo, pois servem tanto para máquinas com defeito ou erros na execução de tarefas. Por isso a manutenção constante e treinamento das equipes são soluções para evitar tempo de espera, uma vez que uma equipe treinada sabe identificar as falhas mais rapidamente, e conseqüentemente, saberá solucioná-las com mais presteza, para que os desperdícios sejam evitados (BIERMANN, 2007).

Por sua vez, as perdas por transporte dizem respeito a movimentação de materiais e/ou produtos mais que o necessário, sendo uma de suas principais causas *layouts* deficientes que

impedem que os materiais fluam de uma etapa do processo a outra da maneira mais rápida, sem interrupções e sem armazenamento intermediário (SILVA; NOBREGA, 2018). Quando os materiais passam por muitas etapas de transporte para serem utilizados, além do aumento do tempo de produção, maiores são a chance de a matéria-prima se danificar também, comprometendo a produção.

Com relação as perdas por movimentação, estas surgem quando há qualquer movimento das pessoas que não contribua para gerar valor agregado ao produto ou serviço, causadas por fatores como falta de organização do espaço de trabalho, disposição incorreta dos equipamentos e práticas de trabalho incorretas. Para Silva e Nobrega (2018) é a perda de dinheiro e tempo com o deslocamento de colaboradores e equipamentos que não deveriam se deslocar, ou que se deslocam mais do que deveriam. Mudanças no *layout* podem evitar perda de tempo com movimentação.

No que tange as perdas por processo errado, estas surgem quando da execução do processo com ferramentas, procedimentos ou sistemas não apropriados, em detrimento de abordagens mais simples e eficientes. Dentre as causas pode-se citar instruções de trabalho pouco claras, requisitos dos clientes não definidos e especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário (MATSUMOTO, 2017). Para melhor entendimento pode-se citar como exemplo deste tipo de perda uma rebarba que deve ser aparada na fabricação de uma peça mecânica. Se em cada item houver esse pequeno detalhe extra, será preciso dedicar um funcionário ou equipamento somente para corrigi-lo, além de ferramentas e outros insumos.

De acordo com Ohno (1997), as perdas por defeitos são aquelas oriundas de erros frequentes no processamento de informação, problemas na qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega, resultando em produtos rejeitados, produtos danificados por transporte ou armazenamento, retrabalho, elevação dos custos e clientes insatisfeitos. Qualquer esforço que envolva a inspeção e o retrabalho de peças consideradas defeituosas no processo produtivo é sinal de gasto de tempo e capital. Há empresas em que equipes são responsáveis somente por reparar erros decorrentes do processo, o que incorre em altos custos. Porém, a gestão de defeitos na manufatura enxuta é aquela que não somente corrige, mas preocupa-se em entender a origem do problema e evitar que ele volte a se repetir.

Por fim, as perdas por estoque surgem quando há qualquer material ou produto em quantidade superior ao imediatamente necessário para o processo ou para o cliente, na qual pelo seu tempo de demora de uso, pode acabar perdendo a sua qualidade ou vencimento (MATSUMOTO, 2017). Como consequência pode-se citar a utilização excessiva de recursos de movimentação tanto de mão de obra quanto de equipamentos e ocupação dos meios de

armazenamentos incorretos, quando se considera que o estoque é capital parado, seja ele de insumos, produtos semiacabados e acabados. Por isso, altos estoques podem indicar que etapas anteriores (como pesquisa de mercado) ou posteriores (como vendas) são ineficientes na empresa, e por isso é fundamental encontrar o motivo e reavaliar o plano de gestão do estoque para que situações de perda não sejam vivenciadas.

O STP é formado sobre dois pilares, *just-in-time* e *jidoka*, e é normalmente ilustrado pela "casa" mostrada na Figura 1. O STP é mantido e melhorado por interações entre trabalho padronizado, *heijunka* e *kaizen*, que conferem estabilidade ao sistema, seguidos de PDCA ou método científico (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2023). A seguir são explicados cada um destes elementos da casa do STP.

Figura 1 – Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: SARCINELLI (2008).

2.1.1 Heijunka, trabalho padronizado e kaizen

O *heijunka* é o nivelamento da produção em quantidade e variedade de produtos. Significa que os produtos não são fabricados conforme o fluxo real de pedidos, pois eles podem variar para mais ou para menos. Logo, é considerado o volume total de pedidos em um período e nivela-os para que a mesma quantidade e combinação sejam produzidas constantemente (LIKER, 2005; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

O trabalho nivelado apresenta vantagens, as quais são citadas por autores como Pereira (2007), Cummings (2007), Jones (2006) e Liker (2005), destacando-se: maior motivação para

o trabalhador e melhora no ambiente de trabalho, devido a impossibilidade de sobrecarga e ociosidade; maior flexibilidade, devido a distribuição frequente dos produtos em determinados períodos com lotes e estoques menores, pois proporciona diminuição dos tempos de *setup*, nivelando-a em relação ao volume; diminuição do efeito ‘chicote’, estando sempre alinhado com os fornecedores, baseando-se em previsões de demandas mais assertivas; redução do risco de estocar produtos que não serão vendidos, buscando diminuição dos lotes e melhor distribuição do *mix* de produção.

Por sua vez, o trabalho padronizado estabelece procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado nos três seguintes elementos: tempo *takt*, que é a taxa em que os produtos devem ser produzidos para atender à demanda do cliente; a sequência exata de trabalho em que um operador realiza suas tarefas dentro do tempo *takt*; o estoque padrão, incluindo os itens nas máquinas, exigido para manter o processo operando suavemente (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2023).

Por fim, o Kaizen é um termo japonês que significa melhoria contínua. O Kaizen é projetado para eliminar de forma contínua e incremental o desperdício e, assim, aumentar a produtividade, com o objetivo de perfeição. Para que essa abordagem seja efetiva todos os funcionários da empresa devem estar envolvidos e dedicados. Kaizen não é uma tecnologia que atua de forma independente, mas sim uma tecnologia que abrange todas as técnicas de melhoria e faz conexões entre cada ferramenta (GREEN; LEE; KOZMAN, 2010).

Para Moura (1989), o Kaizen é um guarda-chuva que abrange todas as técnicas de melhoria, reunindo-as de forma harmoniosa para aproveitar ao máximo as vantagens de cada uma delas. Dentre estas técnicas o autor cita o controle total de qualidade (*Total Quality Management – TQC*), automação, manutenção produtiva total (*total productive maintenance – TPM*), zero defeitos, entre outros.

O funcionamento do Kaizen pode ser entendido em termos de ciclos PDCA (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). A primeira etapa, “*plan*” (planejar) representa a etapa anterior ao evento, que é estudar a situação atual através da coleta e análise de dados. A segunda etapa, “*do*” (fazer), é a etapa de colocar o plano em prática e implementar as ações necessárias. A terceira etapa, “*check*” (checar), visa monitorar e mensurar as ações implementadas para evidenciar possíveis erros e acertos. Finalmente, o quarto passo, “*act*” (agir), cujo resultado depende do resultado obtido ao examinar o estado futuro.

2.1.2 *Just-in-time* e jidoka

O *just-in-time* (JIT) é um dos pilares do STP, e tem como objetivo produzir apenas o necessário para atender a demanda, garantindo a qualidade do produto final. Ou seja, busca evitar excessos de fabricação, visto que os produtos não vendidos ainda, devido a sua fabricação muito antecipada, podem sobrecarregar o estoque da empresa, e conseqüentemente atrapalhar o desenvolvimento da fábrica (PINTO et al., 2018). Ao contrário do que muitas pessoas pensam, a produção lenta pode prejudicar o andamento da empresa, mas a produção acelerada também, sendo necessário um conhecimento profundo das demandas de vendas para a reposição de produtos corretamente.

Se antigamente era comum uma grande quantidade de produtos parados, prontos para substituição caso fossem detectados defeitos, ou caso a demanda aumentasse repentinamente, na produção enxuta a ideia é trabalhar sempre com o estoque zerado ou mínimo possível, para que se evite prejuízos e perdas. Desse modo, a empresa pode obter lucros maiores e conseguir retorno de capital investido mais rápido, controlando corretamente a sua produção sem sobras desnecessárias. Na perspectiva do *just-in-time*, ao reduzir os acúmulos nos estoques, ocorre também a redução dos custos destes, melhorando a qualidade dos seus produtos e o faturamento, conseqüentemente (BHUSHAN et al., 2017).

Por sua vez, de acordo com o *Lean Institute* Brasil (2023), o pilar do STP jidoka fornece às máquinas e aos operadores a habilidade de detectar quando uma condição anormal ocorreu e interromper imediatamente o trabalho. Isso possibilita que as operações construam a qualidade do produto em cada etapa do processo e separa os homens das máquinas para um trabalho mais eficiente.

Essa ferramenta busca automatizar todo o processo de manufatura e é direcionada para o controle de qualidade. A ideia é que um operário cuide de várias máquinas ao mesmo tempo, reduzindo assim o número de pessoas e aumentando a capacidade de produção. Por essa ferramenta, compreende-se que quanto menos colaboradores estiverem manuseando a produção, menor será a possibilidade de erros, ou seja, quanto mais pessoas envolvidas na produção, mas difícil a chance de todos estarem sincronizados para a execução do processo correto (UHLMANN et al., 2020).

Para Silva (2016), o conceito de jidoka está mais vinculado com autonomia do que com automação. A participação da força de trabalho é essencial para a ampliação das oportunidades e manutenção da aplicação do jidoka. Um processo progressivo e contínuo de transferência do trabalho manual, e até cerebral, para máquinas. Os efeitos importantes alcançados com o jidoka

são: redução de custo por meio da redução da força de trabalho; flexibilidade na produção para alterações na demanda; qualidade assegurada; aumento do respeito à condição humana (SILVA, 2016).

Nessa perspectiva, pode-se afirmar que o jidoka permite que o operador seja capaz de parar todo o processo caso identifique algum erro que aconteceu ou possa acontecer. Dessa forma, toda a fábrica fica ciente do problema e a busca pelo acerto se torna mais efetiva, visto que todos os envolvidos no processo produtivo têm acesso ao erro, e podem assim, identificá-lo mais rapidamente para saná-lo (UHLMANN et al., 2020). A Figura 2 apresenta as etapas a serem seguidas para a aplicação desta ferramenta.

Figura 2 – Etapas da aplicação do jidoka



Fonte: Adaptado de Ohno (1997).

Na Figura 2, a primeira etapa consiste em detectar a anormalidade, visto que para saná-la é necessário que o erro esteja muito claro para toda a equipe de trabalho. Posteriormente, vem a etapa de parar a produção. Uma vez que o erro é detectado, é necessário parar a produção para resolvê-lo, pois caso não seja interrompido o processo produtivo o erro pode continuar sendo cometido. A terceira etapa consiste em corrigir imediatamente o erro, assim que identificado e interrompido seu processo. Por fim, a quarta e última etapa visa investigar a causa. A investigação da causa talvez seja a etapa mais primordial. Isso porque se ocorre somente a identificação do erro e a solução deste, pode ser que ele venha acontecer novamente, por não se ter o conhecimento do que pode estar causando as falhas. Sabendo do motivo, a falha é resolvida de modo mais profundo, e as chances de voltar a ter problemas na produção são mínimas para as empresas que investigam as causas (OHNO, 1997).

2.2 Ferramentas do STP

Para que as perdas do sistema produtivo possam ser eliminadas ou mitigadas, foram desenvolvidas ferramentas do STP. De acordo com Cakmakci (2009), a aplicação das ferramentas da produção enxuta permite aos gestores maior autonomia nos processos de tomada de decisão. Dentre as principais ferramentas empregadas para colocar em prática os fundamentos do *lean manufacturing*, podem-se destacar: mapeamento do fluxo de valor; 5 S; métricas *lean*; Kanban; redução de setup; *total productive maintenance* (TPM); gestão visual.

A seguir são abordadas aquelas ferramentas aplicadas no presente trabalho.

2.2.1 5 S

O programa 5 S, considerado como uma ferramenta de qualidade, tem como objetivo transformar o ambiente de trabalho em um local harmonioso, por meio da prática de seus 5 sentidos (SILVA, 2016). Por ter uma implementação de baixo custo, o programa depende diretamente da motivação de seus colaboradores, pois a execução dos sentidos não depende de investimentos financeiros e terá resultado a depender da vontade e comprometimento da equipe, (MENDONÇA et al., 2010). De acordo com Martins (2014), os 5 sentidos podem ser definidos da seguinte forma:

- senso de utilização (*seiri*): se resume em permanecer no local de trabalho apenas o que é necessário, retirando tudo que não seja necessário e ocupe o espaço;
- senso de organização (*seiton*): deixar todos materiais necessários de maneira ordenada e organizada, para que não perca tempo procurando e não se perca materiais;
- senso de limpeza (*seiso*): deixar o ambiente limpo, pois o ambiente sujo causa desempenho e sensação de relaxamento nas atividades, podendo prejudicar o desempenho do funcionário;
- senso de padronização (*seiketsu*): criação de procedimentos, padrões e rotinas para execução e inspeção a fim de garantir que sejam mantidos os sentidos de organização e limpeza nas áreas, proporcionando, um ambiente de trabalho asseado, agradável, seguro e satisfatório aos trabalhadores. O registro da execução dos procedimentos deve-se tornar regra para que seja alcançada a essência do senso de padronização.
- senso de autodisciplina (*shitsuke*): observar o desempenho em relação a força de vontade, tempo de trabalho, persistência, exaustão, distração e diligência.

2.2.2 Mapeamento do fluxo de valor

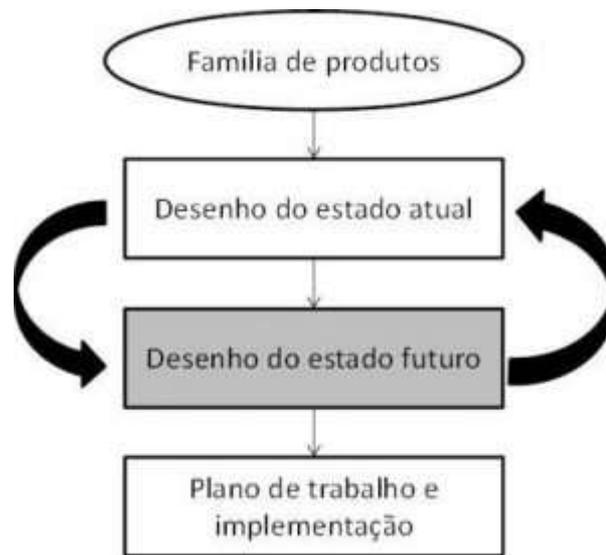
Segundo Jones (2006), o mapeamento do fluxo de valor (MFV), ou *Value Stream Mapping* (VSM), é utilizado no mapeamento de processos para identificar oportunidades de melhoria, apresentando-se como a ferramenta mais importante para combater os desperdícios e estabelecer um progresso sustentável. De acordo com Rother e Shook (2009), o MFV é uma ferramenta desenvolvida para identificar toda a cadeia de produção de um determinado produto. Com base na identificação de todos os processos, fica visível o que está agregando valor no processo e o que não está.

O mapeamento do fluxo de valor é essencial, devido apresentar vantagens como: ajudar a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, por exemplo: montagem, solda, fixação etc., sendo possível enxergar o fluxo; ajudar a identificar mais do que os desperdícios, uma vez que mapear ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor; fornecer uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura; tornar as informações sobre os fluxos visíveis, de forma que possam ser discutidas; mostrar a relação entre os fluxos de informação e o fluxo de material (ROTHER; SHOOK, 2009).

Por sua vez, Campos e Pinelli (2013) afirmam que o mapeamento do fluxo de valor destaca-se como uma ferramenta amplamente aceita e utilizada por diversas empresas que necessitam melhorar seus fluxos de valor e desenvolver novos fluxos enxutos, a fim de reduzir a linha do tempo entre o pedido do cliente e a entrega do produto ou serviço.

Em geral, o MFV é utilizado para analisar o funcionamento sistêmico de um fluxo de valor e esboçando principalmente estados futuros melhores para os processos produtivos. O conceito de fluxo de valor pode ser compreendido como toda ação que agrega valor ou não a operação, sendo essas ações necessárias para trazer um produto por todos os fluxos essenciais à sua fabricação (CAMPOS; PINELLI, 2013). Nesse caso, compreende-se que a necessidade de se usar o MFV está em buscar identificar oportunidades de melhoria a longo prazo e reduzir o tempo de execução e desperdício. A Figura 3 aponta as etapas do mapeamento do fluxo de valor.

Figura 3 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor



Fonte: Rother e Shook (2009).

Ao observar as etapas descritas na Figura 3, considera-se que o MFV pode ajudar a equipe a identificar áreas do processo que estão apresentando problemas, mapeá-los de forma a verificar seu estado atual, e definir as possíveis oportunidades de ganho rápido. Além disso, aplicando essa ferramenta será também possível mapear o estado futuro para aumentar a velocidade e eliminar o desperdício e, com isso, será possível planejar melhorias de longo prazo (ROMAN et al., 2014).

Nesse entendimento, a simbologia do MFV pode ser compreendida como um mapa do fluxo de valor que é capaz de representar visualmente o fluxo dos materiais e informações para uma família de produtos, para dar maior clareza a gestão e operações de produção. Ou seja, pode ser compreendido como uma ferramenta de eficiência e qualidade, que confere aos envolvidos no processo a clareza dos mecanismos e insumos necessários para as operações (ROMAN et al., 2014).

No mapa do fluxo de valor são apresentados o tempo de ciclo da operação ou posto de trabalho, tempo de *setup*, espera, estoque em processo, quantidade de operários e o fluxo de informações, desde o estoque de matéria-prima até o produto acabado. Os sistemas produtivos desenhados nos mapas de fluxo de valor deverão ser devidamente identificados e coletadas algumas informações básicas (ROTHER; SHOOK, 2009). Essas informações, por sua vez, serão colocadas em caixa de dados padrão que deverão conter os seguintes itens:

- Tempo de ciclo (TC): tempo transcorrido entre um componente e o próximo saírem da mesma operação/estação de trabalho, considerando um mesmo modelo em condições de abastecimento constante.
- *Lead time*: tempo que leva desde a chegada da matéria-prima para a fabricação de um produto, até a expedição do produto para o cliente, incluindo esperas, movimentações e outros.
- Tempo de *setup* (TR): tempo decorrido para ajustar o equipamento, ou seja, etapas que antecedem o início do processo, como sua preparação; relaciona-se diretamente com as variações do produto e ao planejamento da produção.
- Disponibilidade (*uptime*): percentual do tempo em que um equipamento/estação de trabalho está disponível para a produção, desconsiderando-se do tempo total disponível todas as paradas planejadas, como aquelas para *setup* (Eq. 1). Quanto maior for o *uptime*, mais elevado será o desempenho do sistema; o recomendável é que esta métrica esteja pelo menos em 99%, a fim de manter os sistemas disponíveis e gerar maior produtividade à organização (WERKEMA, 2011).

$$\text{UPTIME} = \text{TD} / \text{TTD} * 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo: TD = tempo disponível; TTD = tempo total disponível.

Segundo Rother e Shook (2009), o sistema produtivo deve ser sincronizado de acordo com o *takt time*, que por sua vez é definido a partir da demanda do mercado e do tempo total disponível para produção; é o ritmo de produção necessário para atender a demanda. Logo, o tempo de ciclo de um sistema de operações não poderá ser superior ou igual ao *takt time*. Por outro lado, situações em que o *takt time* é muito superior ao tempo de ciclo resultam em desperdício para a organização, dada a baixa ocupação dos recursos. Matematicamente, o *takt time* resulta da razão entre o tempo total disponível para a produção e a demanda a ser atendida, em tempo por unidade (Eq. 2).

$$\text{Takt time} = \text{tempo total disponível (TTD)} / \text{demanda} \quad (\text{Eq. 2})$$

3 METODOLOGIA

Com relação à natureza, a pesquisa é definida como aplicada, que de acordo com Vergara (1998) é motivada pela necessidade de resolver problemas, imediatos ou não. A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, voltados para problemas específicos e que envolve verdades e interesses locais (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Com base na abordagem do problema, o estudo é do tipo quali-quantitativo. A pesquisa qualitativa tem o objetivo de descrever e classificar os fenômenos humanos relacionados ao estudo, visando explicações por meio da análise científica (PRODANOV, 2013). Por sua vez, a pesquisa quantitativa, segundo Knechtel (2014), traz variáveis e análises estatísticas para determinar se as generalizações da teoria são sustentáveis.

Quanto ao objetivo a pesquisa é caracterizada como descritiva, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013) é quando o pesquisador apenas pesquisa e descreve os fatos observados, sem interferir. A pesquisa descritiva busca observar, analisar e relacionar fatos sem alterá-los.

Em relação ao procedimento metodológico caracteriza-se como um estudo de caso, no qual Gil (2010) caracteriza este tipo de procedimento pelo estudo profundo e exaustivo do objeto de análise, permitindo que esse objeto disponha de um conhecimento abrangente e detalhado.

A coleta de dados para o desenvolvimento do trabalho foi realizada mediante a caracterização *in loco*, no intuito de haver maior proximidade entre o pesquisador e o objeto de pesquisa. Também foram realizadas entrevistas estruturadas, em que se utilizou um questionário verbal e escrito com a equipe operacional e gerencial, a fim de identificar os principais aspectos referentes ao trabalho, como o tempo de ciclo, tempo de *setup*, disponibilidade, e etc.

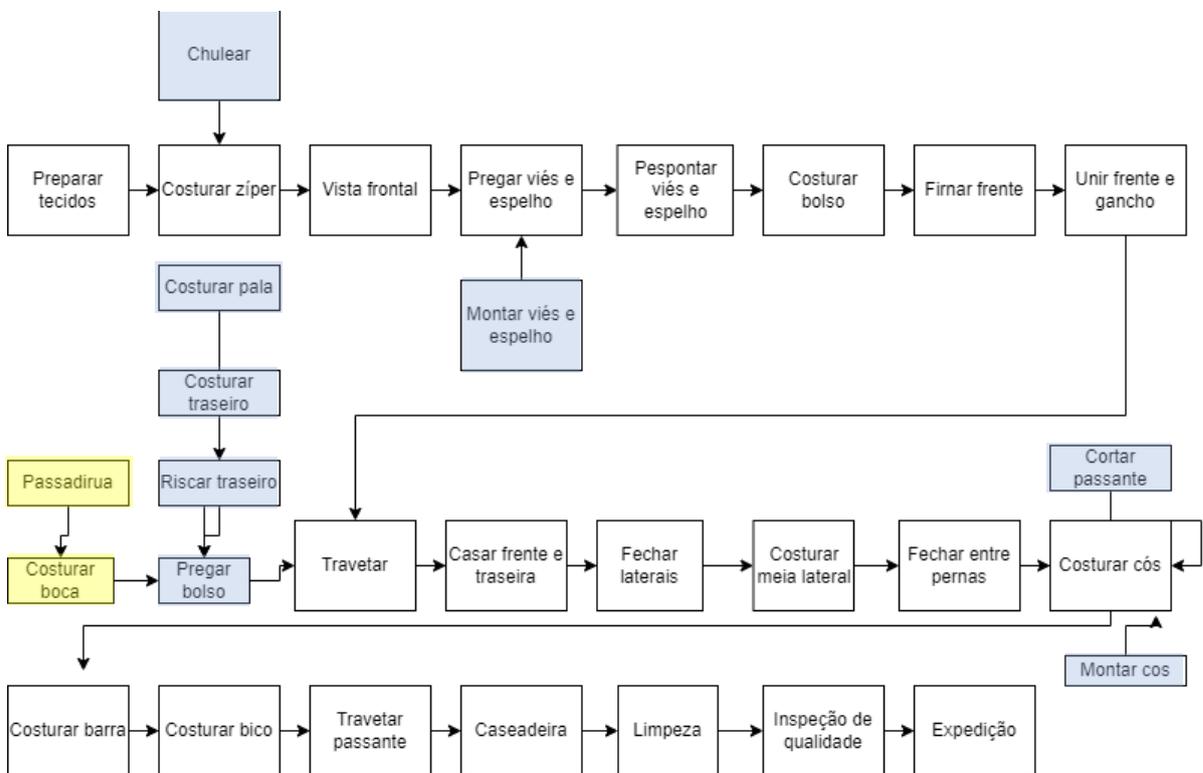
Quanto ao desenvolvimento do estudo, foram seguidas as seguintes etapas: i) elaboração do fluxograma do processo, para identificação das atividades principais; ii) realização do mapeamento do fluxo de valor do estado atual; iii) comparação do tempo de ciclo de cada operação com o *takt time* do processo; iii) identificação das perdas e suas causas; iv) proposta de ferramentas do STP para a redução dos desperdícios.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Mapeamento da realidade empresarial

O estudo de caso foi realizado em uma pequena empresa do ramo têxtil, localizada no interior de Minas Gerais. No que se refere ao seu sistema produtivo, esta possui uma linha de produção, cujos produtos manufaturados são calças jeans de diferentes modelos e tamanhos. A Figura 4 apresenta o fluxograma do processo produtivo.

Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo de calças jeans



Fonte: Autores (2023).

Inicialmente, as atividades do processo produtivo apresentado na Figura 4 foram classificadas como principal, secundária ou terciária, conforme a seguinte legenda de cores: atividades principais – branco; atividades secundárias: azul; atividades terciárias: amarelo. Todas aquelas atividades classificadas como principal compõem o fluxo analisado no mapa de fluxo de valor a ser apresentado. Isto porque as atividades secundárias e terciárias podem ser

executadas em paralelo àquelas do fluxo principal, e não influenciam nos parâmetros produtivos a serem avaliados.

A partir do entendimento de cada uma das etapas do processo produtivo foi realizado o MFV do estado atual, para identificação dos desperdícios e proposição de melhorias. Os resultados são apresentados a seguir.

4.2 Mapeamento do fluxo de valor do estado atual

Para a realização do MFV do estado atual, foram considerados os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2. Para as atividades principais foram levantados o tempo de ciclo (TC) e o tempo de *setup* (TR). Para o TR das operações foram considerados ajustes como ativação de máquinas, conferência das linhas de costura e posicionamento dos tecidos. Para facilitar a construção e qualidade visual do MFV, as atividades principais foram agrupadas em macroprocessos, conforme a primeira coluna da Tabela 2; nestes casos, o TC de cada macroprocesso corresponde à somatória do TC de todas as atividades principais que o compõem.

Tabela 1 – Dados para realização do MFV do estado atual

Demanda mensal	42000 peças
Tamanho do lote de fabricação	60 peças
Número de turnos de trabalho	1 turno
Período de trabalho	570 minutos
Paradas planejadas (refeições)	90 minutos
Tempo total disponível (TTD)	480 minutos
Dias úteis mensal	20 dias

Fonte: Autores (2023).

Tabela 2 – Dados do estado atual da linha de produção

MACRO PROCESSO	ATIVIDADES PRINCIPAIS	TC (min)	TR (min)	TTD (min)	TD (min)	UPT (%)
COSTURAR ZIPER	Costurar Zíper	22,27	2	480	478	99,58
VISTA FRONTAL	Vista Frontal	7,14	2	480	478	99,58
VIÉS E ESPELHO	Pregar viés e espelho	28,31	2	480	478	99,58
	Pespontar viés e espelho	30,77	2	480	478	99,58
COSTURAR BOLSO	Costurar bolso	5,84	2	480	478	99,58
FRENTE E JUNÇÃO	Firmar frente	28,05	2	480	478	99,58
	Unir Frente (Gancho)	40,12	2	480	478	99,58
	Travetar	7	2	480	478	99,58
	Casar peças	2,9	1	480	479	99,79
LATERAL	Fechar laterais	5,3	2	480	478	99,58
	Costurar meia lateral	10,1	2	480	478	99,58
	Fechar entreperna	5	2	480	478	99,58
CÓS E BICO	Costurar cos	31,44	2	480	478	99,58
	Costurar barra	28,8	2	480	478	99,58
	Costurar bico	24,4	2	480	478	99,58
	Travetar passante	44,26	2	480	478	99,58
	Caseadeira	8,1	2	480	478	99,58
LIMPEZA E INSPEÇÃO DE QUALIDADE	Limpeza e inspeção de qualidade	51,2	1	480	478	99,79

Fonte: Autores (2023).

A Figura 5 apresenta o MFV do estado atual. O *lead time*, que representa o tempo para produção de um lote de calça jeans (60 peças), resultou em 382 minutos.

Figura 5 – Mapa do fluxo de valor do estado atual



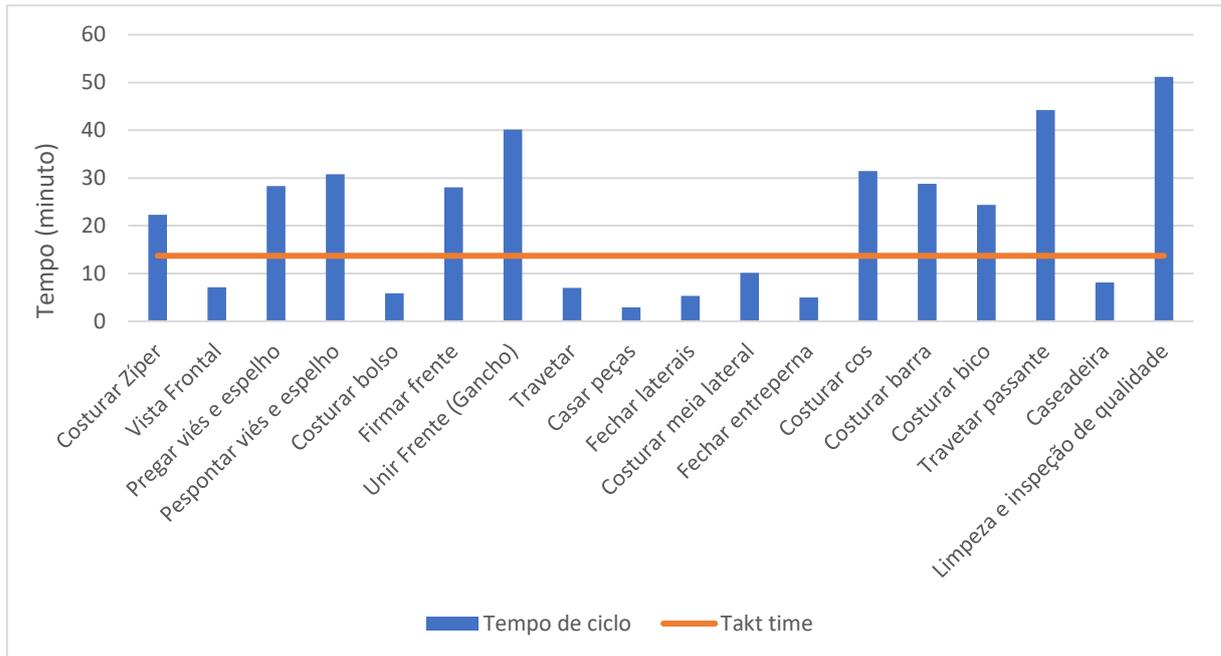
Fonte: Autores (2023).

A partir do MFV apresentado na Figura 5, as principais perdas identificadas foram de movimentação desnecessária, estoque em processo e espera, desperdícios estes que podem impactar o tempo de ciclo da operação. Por sua vez, a partir dos dados apresentados na Tabela 1, foi calculado o *takt time* (Eq. 2) para fins de comparação com o tempo de ciclo de cada operação. Para tanto, considerou-se o tempo e a demanda diária, sendo esta última em número de lotes.

$$\text{Takt time} = 480 \text{ minutos} / (700 / 20) = 13,71 \text{ minutos} / \text{lote}$$

O *takt-time* foi comparado com o TC das atividades principais da linha produtiva, sendo os resultados apresentados na Figura 6. Pode-se observar que 55,6% das atividades apresentaram TC acima do *takt time* de 13,71 min /lote, o que indica a necessidade de se elaborar planos e estratégias que possibilitem a melhoria deste cenário. Isto porque tempos de ciclos maiores que o *takt time* indicam que a operação não atende a demanda no tempo de produção; por outro lado, tempos de ciclos menores que o *takt time* indicam uma operação ociosa.

Figura 6 – Takt time x TC



Fonte: Autores (2023).

Neste sentido, no que tange as atividades cujos TC extrapolaram o *takt time*, para as atividades limpeza e inspeção de qualidade, e travetar passante, foi proposta a aplicação do elemento jidoka. Para as demais atividades, foi proposto o uso da ferramenta 5 S, que visa a melhoria global do sistema. Os resultados são apresentados a seguir.

4.3 Proposta de aplicação da ferramenta jidoka

No que se refere a atividade de limpeza e inspeção de qualidade, observou-se que o método utilizado é arcaico quanto à sua tipologia tecnológica, de forma que a automatização do procedimento pode ser uma boa alternativa para a resolução do problema. Sendo assim, propõe-se a aquisição de uma máquina de arremate e limpeza de fios (Figura 7), que permitirá a execução da atividade em menor intervalo de tempo.

A máquina em questão possibilita a dinamização do serviço e elevação do desempenho. Além disto, apresenta dimensões relativamente reduzidas, de forma que não demanda espaço considerável. Ainda, no que tange ao fator elétrico operacional, a mesma exige pouca potência para uma voltagem de baixa intensidade, prefigurando-se como um dispositivo que não demanda por instalações específicas, aumentando sua versatilidade.

Figura 7 – Máquina de arremate e limpeza de fios



Fonte: Sun Especial (2023).

Por sua vez, para a atividade de travetar passante, propõe-se o emprego de uma unidade automática para aplicar passantes em jeans (Figura 8). De acordo com as informações do fabricante estima-se um ganho significativo em termos de produtividade, logo, reduz-se o tempo de ciclo da atividade. Isto porque os passantes serão travetados de forma automática, evitando que o operador tenha que travetar manualmente um passante de cada vez.

Figura 8 – Unidade automática para travetar passante

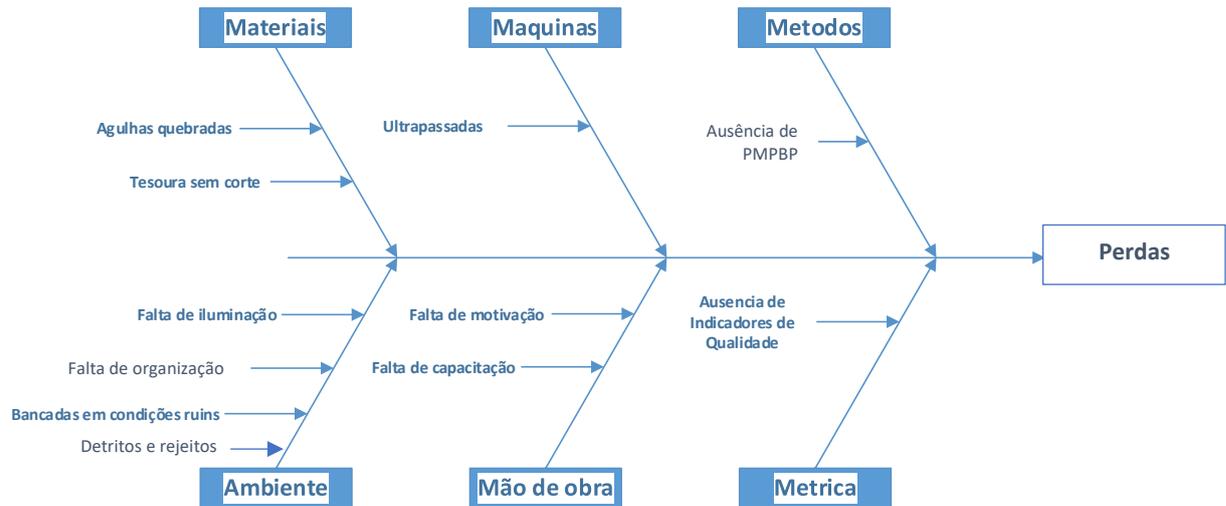


Fonte: SILMAQ (2023).

4.4 Proposta de aplicação da ferramenta 5S

No que tange as demais atividades principais cujos TC extrapolaram o *takt time* (Figura 6), a partir do MFV apresentado na Figura 5 foi elaborado o diagrama de Ishikawa para o levantamento das causas que levavam a perdas no sistema produtivo, que por sua vez podiam impactar no aumento do tempo de ciclo (Figura 9).

Figura 9 – Diagrama de Ishikawa para levantamento das causas de perdas



Fonte: Autores (2023).

No que se refere ao primeiro senso da ferramenta 5S (senso de utilização), avaliou-se alguns aspectos de suma relevância no que se refere ao ferramental necessário para a execução das atividades. A primeira observação realizada refere-se ao aspecto das tesouras empregadas para o corte das linhas, bem como de outros aparatos de corte, em que se identificou que o aço empregado na confecção destes dispositivos não apresentava a qualidade necessária à repetição do serviço. Esta condição resultava em maior força por parte dos funcionários e, por consequência, em maior desperdício de material cortado erroneamente e *tempo de setup* superior. O segundo item identificado relaciona-se ao jogo de agulhas que estava sendo empregado na linha de produção, pois a quebra constante destes atrasava significativamente o cenário geral de manufatura do lote. Com base nisso, fundamenta-se a necessidade de se comprar materiais de corte e costura de maior qualidade, bem como o monitoramento constante da conservação e manutenção destes.

Ainda no que diz respeito ao senso de utilização, no aspecto das máquinas identificou-se quantidade substancial de paradas não programadas devido ao retrocesso tecnológico que estas apresentam. Em vista disto, propõe-se duas possíveis soluções: a compra de novos equipamentos para substituir os dispositivos atuais, ou uma revisão completa dos componentes que as integram.

No que tange ao segundo senso do 5S, que determina os conceitos de ordem e arrumação, propõe-se a utilização de gavetas organizadoras para o conjunto ferramental de cada

colaborador a ser acoplada às mesas das máquinas, no intuito de reduzir o tempo de *setup* e favorecer a operabilidade do conjunto. Além disto, no que se refere aos insumos e materiais provenientes do estoque, considera-se a utilização de armários com identificação e nichos de organização, para facilitar a organização e o gerenciamento destes materiais e, assim, reduzir o tempo de procura por parte dos operadores.

Ainda, constatou-se que as bancadas não apresentam espaço adequado operacional e que a iluminação precária dificulta a visão assertiva dos procedimentos a serem realizados. Neste sentido, propõe-se a utilização de lâmpadas de maior intensidade e construção de pontos que permitam a iluminação em diferentes ângulos. No que se refere às bancadas, sugere-se a aquisição de novas estruturas.

No que concerne ao terceiro aspecto da ferramenta 5S, que se refere a limpeza, propõe-se a utilização de lixeiras grandes em pontos estratégicos da linha de produção, e lixeiras menores acopladas às mesas das máquinas de costura, no intuito de evitar a poluição do ambiente laboral.

Em se tratando do aspecto relativo ao quarto senso (padronização), objetiva-se a elaboração de um Plano Mestre de Padrões e Boas Práticas (PMPBP), que consiste na categorização executiva de cada etapa e procedimento, de forma minuciosamente descritiva, de maneira que cada funcionário conheça o conjunto geral de como se deve proceder para cada etapa da cadeia produtiva. Nesse sentido, com a adoção do PMPBP propõe-se estabelecer indicadores de desempenho, tais como aqueles relativos a qualidade, gastos com insumos, tempo de operação, tempo de *setup* e outros parâmetros, para futuras considerações quanto a melhorias.

Em se tratando das considerações relativas ao método e às métricas, constatou-se a necessidade de haver a padronização do trabalho, bem como estabelecer indicadores de qualidade que possam ser seguidos pelos operadores. Neste sentido, propõe-se o emprego de uma peça mestre para a realização desta finalidade.

Além disso, ainda em relação ao PMPBP sugere-se elaborar uma política de incentivos para os colaboradores que não se desviarem deste plano de ação, seja em termos financeiros, folgas, aumento do tempo de almoço, cestas de presente, reconhecimento, justificando, assim, a motivação geral dos colaboradores em aumentar a taxa de produtividade.

No que se refere ao último estágio de avaliação da metodologia 5S (senso de disciplina e autodisciplina), propõe-se o emprego de um sistema de rotatividade para os colaboradores aprenderem um pouco de cada conjunto de etapas essenciais ao processo de manufatura, no intuito de promover o senso de equipe mediante o conhecimento das dificuldades gerais que

afligem cada operação. Além disto, objetiva-se, também, a priorização de funcionários para este cargo de gerenciamento temporário, no intuito de intensificar a gratidão destes pela empresa e, ainda, aumentar o senso de disciplina e motivação, uma vez que tornar-se-ão expoentes de produção. Por fim, propõe-se a elaboração de um sistema de incentivo financeiro mensal para as ideias que promovam ganho produtivo no processo de manufatura; ou seja, caso um colaborador tenha uma ideia que possa melhorar o método produtivo da empresa, este deve elaborar, mediante um protocolo adequado, a proposta em questão, e será recompensado por isso, após a análise adequada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se neste trabalho realizar uma análise de caso em uma pequena indústria do ramo têxtil, que opera com uma demanda significativa de calças jeans com um processo manufaturado, mediante a aplicação do mapeamento do fluxo de valor.

A partir do MFV as principais perdas identificadas foram de movimentação desnecessária, estoque em processo e espera, desperdícios estes que podem impactar o tempo de ciclo das operações. Comparando-se o *takt time* com o tempo de ciclo, observou-se que 55,6% das atividades ficaram acima do tempo *takt* de 13,71 min /lote, o que indicou a necessidade de propor melhorias que possibilitem a melhoria deste cenário. Neste sentido, para as atividades limpeza e inspeção de qualidade, e travetar passante, foi proposta a aplicação do elemento jidoka. Para as demais atividades, foi proposta a aplicação do 5 S, a fim de proporcionar a melhoria global do sistema.

Para trabalhos futuros, propõe-se a progressão a médio e longo prazo da linha de produção da empresa mediante a sistematização de outras ferramentas *lean*, bem como o mapeamento do estado futuro.

REFERÊNCIAS

- ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Perfil do setor. 2023. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 03 fev. 2023.
- BIERMANN, M. J. E. Gestão do processo produtivo. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2007.
- BHUSHAN, U. et al. Eficácia das Práticas de Fabricação Just In Time. International Journal of Business Management and Economic Research (IJBMER), v. 8, n. 6, pág. 1109-1114, 2017.
- CAKMAKCI, M. Process improvement: performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. International journal of advanced manufacturing technology, v. 41, 2009.
- CAMPOS, F. C; PINELLI, I. L. M. Manufatura Enxuta: estudo exploratório sobre mapa de fluxo de valor (MFV). 2013.
- CAMPOS, C., RODRIGUES, M., & OLIVEIRA, R. Lean Manufacturing: Produção Enxuta. Revista Científica E-Locução, 1(10), 18. 2016.
- CUMMINGS, D. Managing the Constraint Operation thru Heijunka: Production Leveling, 2007. Disponível em: <https://sme.org/downloads/expo/2007/ET07/presentations/cummings_managing_constraint.pdf>
- FEBRATEX. Feira Brasileira para a Indústria Têxtil. Segmentos têxteis: conheça os 4 principais do mercado brasileiro. 2019. Disponível em: <https://fcem.com.br/noticias/segmento-textil-os-4-principais-do-mercado-brasileiro/>. Acesso em: 02 fev. 2023.
- GALEAZZO, A.; FURLAN, A.; VENELLI, A. Lean and green em ação: interdependências e desempenho de projetos de prevenção da poluição. Journal of Cleaner Production, v. 85, p. 191-200, 2014.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GREEN, J. C., LEE, J., & KOZMAN, T. A. Managing lean manufacturing in material handling operations. International Journal of Production Research, 2975-2993. 2010.
- JONES, D.T. Heijunka: Leveling production. Manufacturing Engineering, v. 137, n.2, 2006.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. Instituto ensina o Jidoka: ‘pilar’ do Sistema Leanr/Toyota. Disponível em: http://www.lean.org.br/comunidade/releases/Instituto_ensina_Jidoka_pilar_do_Sistema_Lean.pdf.
- LIKER, J. K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão da maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MATSUMOTO, Y. G. Aplicação de lean manufacturing na redução de perdas de processo em uma indústria de manufatura vidreira. 2017.

- MAXIMIANO, A. C. A. Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MENDONÇA, R.A. de O. Gestão da qualidade total. 2009. Disponível em: http://www.uniesc.com.br/dl_file.php?arquivo=download/txt_30_20091111_035047.pdf&esc_id=2&arq_id=30. Acesso em: 02 nov. 2018.
- MOURA, R. A. kanban: a simplicidade do controle da produção. São Paulo: instituto de movimentação e armazenagem de materiais – IMAM, 1989.
- OHNO, T. O. Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas. Lean Enterprise Institute INC. (Usa). Andon. 1997.
- PEREIRA, R. Why Heijunka, 2007. Disponível em:<<https://Issacademy.com/2007/06/06/why-heijunka-part-1/>>
- PINTO, J. L. Q. et al. Introdução à manufatura enxuta e just-in-time. Just in Time Factory: implementação por meio de ferramentas de manufatura enxuta, p. 1-4, 2018.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar. Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.
- SARCINELLI, W. T. Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos. 2008. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.
- SILVA, M. G. Jidoka: Conceitos e aplicação da automação em uma empresa da indústria eletrônica. Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 02) Año 2016, 2016.
- SILVA, I. D. B; NOBREGA, R. Proposta de implementação de Lean Manufacturing para redução de perdas em indústria moveleira. 2018.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- TORTORELLA, G. L.; MIORANDO, R.; MARODIN, G. Lean supply chain management: Empirical research on practices, contexts and performance. International Journal of Production Economics, v. 193, p. 98-112, 2017.
- THOMÉ, A. M. T; OLIVEIRA, F. L. C.; SILVA, D. L. Framework de value stream mapping a partir de uma revisão sistemática da literatura. Produto & Produção, v. 18, n. 1, 2017.
- UHLMANN, I. R. et al. Aplicação do Jidoka em um processo SMT: estudo de caso. Exacta, v. 18, n. 3, p. 459-474, 2020.
- VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas, 1997.

VERRIER, B. et al. Combinando desempenho organizacional com questões de desenvolvimento sustentável: o repositório de benchmarking de projetos Lean e Green. *Journal of Cleaner Production*, v. 85, p. 83-93, 2014.

WERKEMA, C. *Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. São Paulo: Grupo GEN, 2011. E-book. ISBN 9788595158214. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158214/>. Acesso em: 20 jan. 2023.