

**IMPLANTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING NA INDÚSTRIA DE
CORTE A LASER: REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS E AUMENTO DA EFICIÊNCIA
OPERACIONAL**

Adriano Paz Kersch¹
Helton Roger Sossannovicz²
Keila Daiane Ferrari Orso³
Vanderson Almorin⁴

RESUMO

Desde a Revolução Industrial, a transição da produção artesanal para a automatizada provocou um grande avanço na competitividade entre as empresas, impulsionado pelo surgimento constante de novos produtos e tecnologias. Diante desse cenário desafiador, tornou-se indispensável adotar estratégias voltadas à eficiência produtiva e à redução de desperdícios para garantir a permanência no mercado. Nesse contexto, destaca-se o Lean Manufacturing, uma filosofia de gestão desenvolvida no Japão na década de 1950, voltada para a eliminação de atividades que não agregam valor e para a melhoria contínua dos processos. Com base nessa abordagem, o presente trabalho teve como objetivo analisar e aprimorar o fluxo produtivo de uma metalúrgica, localizada em Chapecó (SC), por meio da aplicação de ferramentas Lean adequadas à sua realidade operacional. Como resultado, observou-se uma redução significativa em movimentações desnecessárias, tempos de espera e acúmulo de estoques, além de uma melhor disposição dos recursos e aumento da produtividade, refletindo a eficácia da filosofia Lean na otimização de processos e melhoria da qualidade.

Palavras-chave: Produção enxuta. Eficiência. Melhoria de processos. Produtividade.

1 INTRODUÇÃO

Conforme Azevedo (2017), diante de um mercado cada vez mais competitivo e orientado para a inovação, as organizações passaram a direcionar sua atenção não apenas para a qualidade dos produtos oferecidos, mas também para a eficiência de seus processos internos. Muitas vezes, falhas nesses processos não são facilmente identificadas pelos gestores, o que pode comprometer tanto o desempenho produtivo quanto a qualidade do produto final. Dessa forma, torna-se essencial investir em uma gestão eficiente dos processos organizacionais. A necessidade de adaptação das empresas a um ambiente em constante transformação, somada à pressão por competitividade e aos avanços tecnológicos, impulsionou o surgimento de novas

¹ Graduando em Engenharia de Produção (UCEFF, 2025). E-mail: adrianopazkersch76@gmail.com.

² Orientador. E-mail: helton@uceff.edu.br.

³ Docente da UCEFF Faculdades. E-mail: keila@uceff.edu.br.

⁴ Docente da UCEFF Faculdades.

abordagens gerenciais que visam preparar as organizações para mudanças frequentes, promovendo estruturas administrativas mais ágeis, robustas e alinhadas às exigências do cenário econômico e social contemporâneo.

Nesse contexto, o Lean Manufacturing surge como uma abordagem voltada para a redução de desperdícios nos processos produtivos. Seu principal foco é identificar quais atividades realmente agregam valor ao cliente, direcionando recursos para essas práticas e eliminando aquelas que não contribuem para o resultado final (Liker, 2005). Além disso, essa metodologia enfatiza a importância da organização do ambiente de trabalho e fomenta a apresentação contínua de sugestões de melhoria, promovendo uma cultura de evolução constante nos processos (Womack; Jones; Roos, 1992). Dessa forma, a empresa consegue minimizar custos desnecessários, evitar perdas de tempo com atividades improdutivas e otimizar os fluxos operacionais.

Segundo Prazeres (2020), para que as empresas consigam administrar de forma eficiente suas atividades internas e externas, é fundamental a adoção de um modelo estruturado de gestão. Nesse sentido, o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) atua como uma ferramenta capaz de aperfeiçoar, controlar e alinhar os processos, oferecendo uma visão ampla e integrada do funcionamento organizacional. Esse sistema impacta diretamente colaboradores, fornecedores e clientes, proporcionando benefícios como maior satisfação e fidelização do público, redução de despesas operacionais, aumento da produtividade e melhoria do posicionamento competitivo no mercado. Assim, contribui para a rentabilidade e para a capacidade de concorrer de forma mais eficaz em ambientes dinâmicos.

Diante desse contexto, surge o questionamento central deste estudo: **Como a implantação do Lean Manufacturing pode promover eficiência operacional e eliminar desperdícios no setor de corte a laser da indústria?**

O objetivo geral deste trabalho consiste em descrever o processo de implantação da metodologia Lean Manufacturing no setor produtivo da metalúrgica. Para isso, busca-se compreender o processo produtivo, pois identificar atividades que não agregam valor no processo produtivo tornou-se indispensável para organizações que buscam maior eficiência e redução de desperdícios. Neste trabalho, essa identificação foi realizada por meio da análise detalhada do fluxo de produção do setor de corte a laser da metalúrgica, utilizando ferramentas da filosofia Lean Manufacturing. Para isso, foram aplicadas técnicas como o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* – VSM), observação direta do processo. A partir dessas etapas, foi possível localizar atividades que geravam retrabalho, esperas desnecessárias, movimentações excessivas, tempos improdutivos e outras formas de

desperdício classificadas pelo Lean, permitindo uma avaliação sistemática dos gargalos e oportunidades de melhoria no processo, analisar os problemas existentes na linha de corte a laser e propor ações capazes de melhorar a produtividade e a segurança por meio da implementação do Programa 5S.

Nesse sentido, os objetivos específicos deste estudo abrangem três aspectos principais: compreender de que maneira a aplicação da filosofia Lean pode contribuir para a redução de desperdícios nos processos produtivos; analisar como a adoção do método 5S pode colaborar para a manutenção de um ambiente de trabalho mais limpo, organizado e eficiente; e investigar como a ausência de uniformidade nas atividades realizadas pode resultar em falhas operacionais e prejuízos à empresa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

O entendimento sobre gestão da qualidade tem evoluído ao longo do tempo. No século XIX, quando predominava a produção artesanal, o próprio artesão era responsável por todas as etapas do processo produtivo e mantinha uma relação direta com o cliente. Essa proximidade facilitava a compreensão das necessidades e expectativas do consumidor. No entanto, com a chegada da Revolução Industrial, houve uma transformação significativa nos métodos de produção, introduzindo a produção em série. Como consequência, o vínculo direto entre produtor e cliente foi gradualmente se perdendo (Carvalho; Paladini, 2005).

Para garantir que o produto atenda aos padrões de qualidade, é fundamental que essa preocupação esteja presente desde as primeiras etapas do processo produtivo. Nesse contexto, a gestão da qualidade desempenha um papel essencial. Sua implantação nas organizações possibilita o monitoramento e controle de todas as fases dos processos, e não apenas do resultado final. Além disso, essa abordagem envolve a cultura organizacional, promovendo o engajamento dos colaboradores em torno de um objetivo comum: a plena satisfação do cliente (Depexe; Paladini, 2008).

2.2 CONCEITOS DE LEAN MANUFACTURING

O conceito de Lean Manufacturing, conhecido no Brasil como Produção Enxuta, foi desenvolvido por James P. Womack e Daniel T. Jones durante uma pesquisa realizada pelo

Massachusetts Institute of Technology (MIT), focada na indústria automobilística. Posteriormente, essa pesquisa resultou no livro *A máquina que mudou o mundo*, que ajudou a popularizar o termo (Werkema, 2006). A Produção Enxuta teve sua origem no Japão após o término da Segunda Guerra Mundial, em 1945. Naquele período, as indústrias japonesas enfrentavam baixos níveis de produtividade e escassez de recursos. Diante desse cenário, a Toyota Motor Company reconheceu a necessidade de uma mudança para se reposicionar no mercado. Assim, o fundador da empresa, Toyoda Sakichi, seu filho Toyoda Kiichiro e o engenheiro Taiichi Ohno criaram o que ficou conhecido como o Sistema Toyota de Produção (STP).

O STP valoriza a Produção Enxuta, cujo principal objetivo é eliminar desperdícios, promover um ambiente de trabalho organizado, garantir a gestão da qualidade por meio da melhoria contínua e eliminar atividades que não agregam valor ao processo produtivo (Moreira; Fernandes, 2001).

Desperdício refere-se a atividades que geram custos, porém não acrescentam valor ao produto ou serviço. Essas atividades ocorrem durante o processo produtivo, mas, do ponto de vista do cliente, não contribuem para o valor final (Salgado *et al.*, 2009). O que realmente agrega valor é aquilo pelo qual o cliente está disposto a pagar. Exemplos de atividades que não agregam valor incluem o tempo de espera, a produção para estoque e os movimentos desnecessários. Sob a perspectiva das relações entre clientes e fornecedores internos, o fornecedor de uma etapa deve entregar o produto ao cliente da etapa seguinte sem causar atrasos ou obrigar este a buscar o produto para continuar sua tarefa.

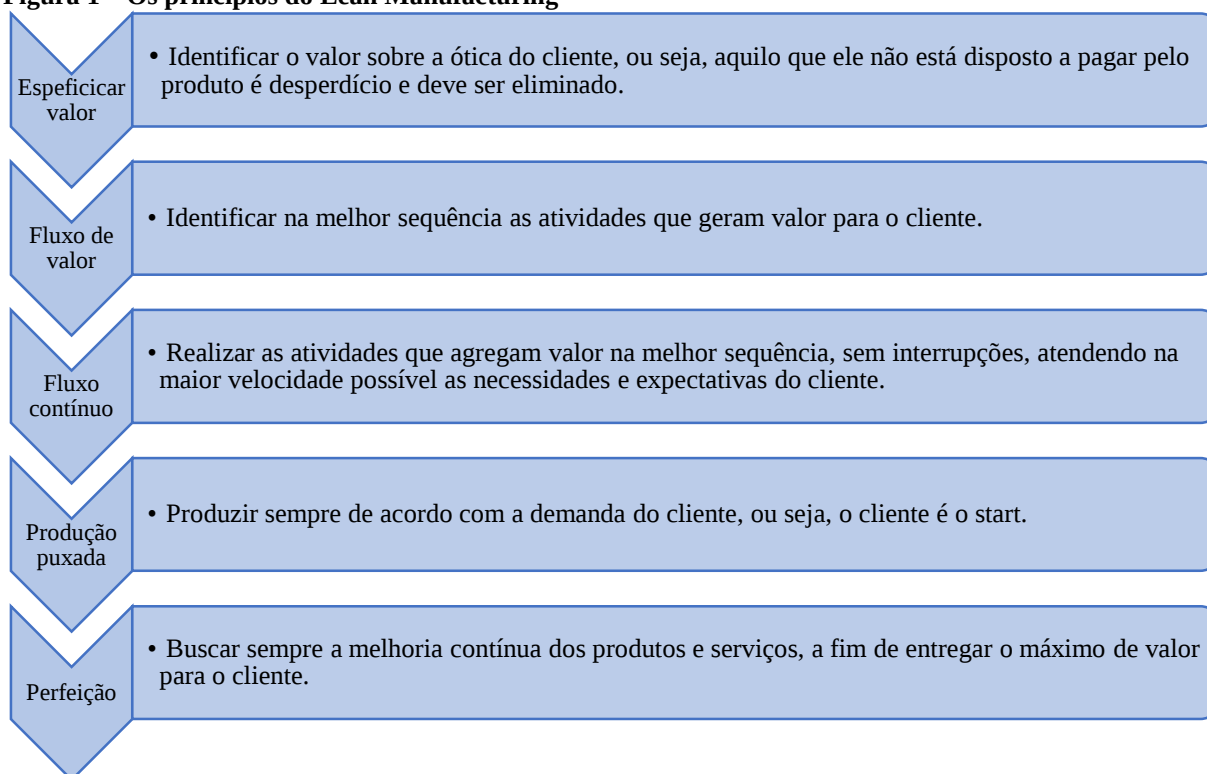
Segundo Petenate (2018), o Lean Manufacturing pode ser entendido como uma abordagem operacional que identifica os oito principais tipos de desperdício na linha de produção, visando sua redução ou eliminação contínua por meio do uso de ferramentas de qualidade. Para Howell (2010), a Lean Manufacturing é uma metodologia focada na eliminação constante dos desperdícios durante o processo produtivo, com o objetivo de alcançar a máxima produtividade. Já Fullerton, Kennedy e Widener (2013) definem como uma estratégia baseada no sistema “puxado”, em que a produção é guiada pela demanda real do consumidor, evitando, assim, a necessidade de manter estoques elevados ou produzir em excesso.

O Lean Manufacturing tem como objetivo principal promover uma produção que utilize o mínimo necessário de recursos, produzindo apenas o que é efetivamente requerido, visando a eficiência global do processo (Ohno, 1997). Segundo Ohno (1997), os desperdícios presentes na produção podem ser classificados em sete tipos principais:

- a) **Desperdício de espera:** ocorre quando recursos, sejam máquinas, pessoas ou materiais, ficam parados, geralmente evidenciado pela formação de filas;
- b) **Desperdício de movimento:** refere-se a movimentos desnecessários realizados durante o processo;
- c) **Desperdício de processamento:** acontece quando se executa uma etapa ou processo que não é realmente necessário;
- d) **Desperdício de superprodução:** ocorre quando a produção ultrapassa a demanda real do mercado;
- e) **Desperdício de transporte:** refere-se ao deslocamento excessivo de peças, matérias-primas ou produtos acabados;
- f) **Desperdício de estoque:** consiste no armazenamento excessivo de matérias-primas ou produtos finalizados. Embora algumas empresas usem estoques estrategicamente, na filosofia Just in Time (JIT) eles são vistos como um desperdício (Slack; Chambers; Johnston, 2002);
- g) **Desperdício de defeitos:** caracteriza-se pela ocorrência de falhas no processo que geram problemas de qualidade.

De acordo com Albertin e Pontes (2016), a eliminação das sete principais fontes de desperdício exige um planejamento eficiente e o comprometimento coletivo dos colaboradores. Isso porque, além de ser necessário compreender detalhadamente o fluxo das operações e os tempos envolvidos em cada etapa, redesenhar processos e aplicar melhorias não é uma tarefa simples. Para que os benefícios propostos pela filosofia enxuta sejam efetivamente alcançados, é fundamental que todos os envolvidos atuem com competência e disciplina.

Os princípios do Lean Manufacturing formam uma filosofia de gestão para reduzir desperdícios e otimizar processos, entregando maior valor agregado ao cliente. Os princípios enxutos possuem cinco pilares básicos que podem ser compreendidos como: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, puxar e perfeição (Figura 1). Estes princípios conectados e trabalhados simultaneamente têm como objetivo maximizar os resultados e minimizar as perdas (Netto, 2020).

Figura 1 – Os princípios do Lean Manufacturing

Fonte: Adaptado de Netto (2020).

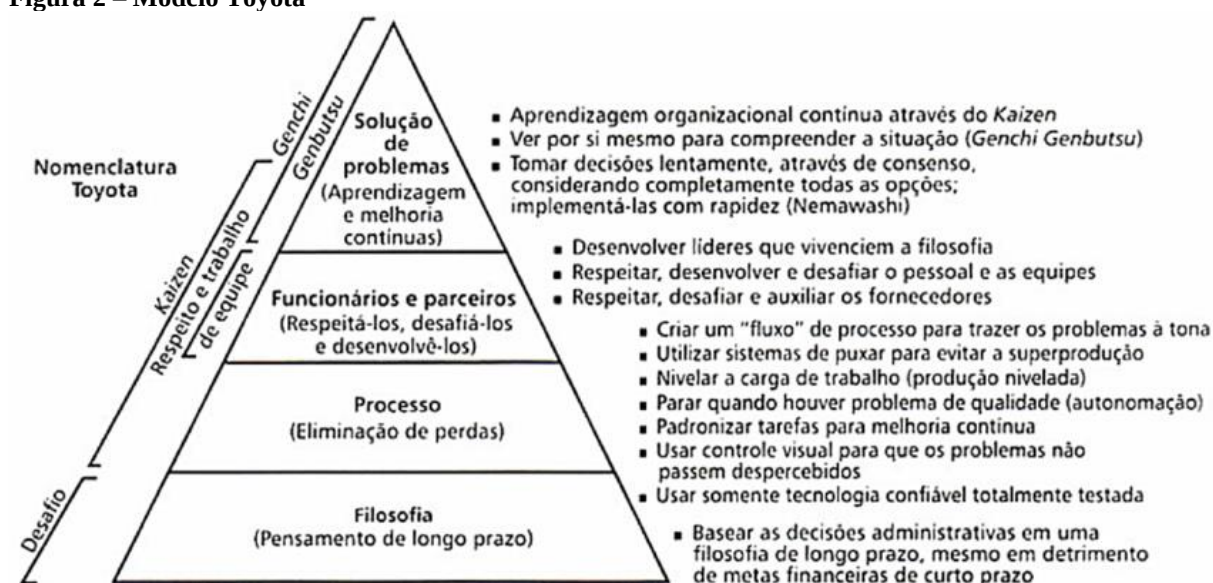
Segundo Liker (2005), o STP foi estruturado com base em 14 princípios fundamentais, que transformam a busca por eficiência operacional em diretrizes estratégicas para a organização (Figura 2).

Esses princípios incluem:

- Tomar decisões gerenciais com foco em uma visão de longo prazo, mesmo que isso vá contra metas financeiras imediatas;
- Estabelecer fluxos de processo contínuos, capazes de evidenciar rapidamente os problemas;
- Adotar o sistema puxado, evitando a superprodução;
- Nivelar a carga de trabalho (Heijunka) para evitar picos e ociosidades;
- Incentivar uma cultura em que os colaboradores interrompem o processo para corrigir falhas, garantindo a qualidade desde a primeira vez;
- Utilizar a padronização das tarefas como base para o aprimoramento contínuo e o desenvolvimento das competências dos funcionários;
- Aplicar controles visuais que possibilitem a rápida identificação de problemas;
- Utilizar tecnologias confiáveis e testadas, que estejam alinhadas com os processos e com os operadores;

- Formar líderes capacitados, que compreendam profundamente os processos, pratiquem a filosofia da empresa e a transmitam a seus times;
- Desenvolver equipes altamente qualificadas e alinhadas com os valores organizacionais;
- Respeitar e desenvolver a rede de parceiros e fornecedores, desafiando-os e apoiando sua melhoria contínua;
- Praticar o Genchi Genbutsu, ou seja, ir diretamente ao local onde os fatos ocorrem para compreender a realidade;
- Tomar decisões de forma cuidadosa e consensual, considerando todas as alternativas antes de agir com agilidade na execução;
- Tornar-se uma organização voltada à aprendizagem, por meio da reflexão constante (Hansei) e da melhoria contínua (Kaizen).

Figura 2 – Modelo Toyota



Fonte: Liker (2005).

Como mencionado anteriormente, o conceito original do Lean Manufacturing baseava-se na identificação de sete tipos de desperdício. No entanto, com o avanço da globalização e a crescente complexidade dos ambientes organizacionais, especialmente considerando o impacto do fator humano nos resultados das empresas, estudos mais recentes ampliaram essa abordagem. Foi então incluído um oitavo desperdício: o de capital humano. Esse tipo de perda ocorre quando profissionais altamente capacitados e experientes são subutilizados, executando tarefas simples e que não exploram seu verdadeiro potencial, o que compromete a eficiência e a inovação dentro das organizações (Liker, 2004).

2.2.1 Principais ferramentas

Para que os princípios da Lean Manufacturing sejam efetivamente colocados em prática e seus objetivos alcançados, é essencial a utilização de ferramentas específicas que orientem a execução das melhorias. Essas ferramentas funcionam como meios operacionais que mostram de que forma aplicar os conceitos do sistema enxuto na rotina produtiva. A seguir, serão apresentadas algumas das principais ferramentas identificadas na literatura, reconhecidas por sua importância na estruturação e no sucesso da implementação do Lean Manufacturing (Liker, 2004).

2.2.2 Padronização das atividades

Tarefas padronizadas são a base de melhoria contínua e da capacitação dos funcionários. De acordo com Liker (2005), a administração científica proposta por Taylor em 1947 é alvo de críticas por tratar os trabalhadores como meras extensões das máquinas. O modelo consistia em etapas rigidamente estruturadas: definir cientificamente a melhor forma de realizar cada tarefa, selecionar e treinar os trabalhadores conforme esse padrão, capacitar supervisores para monitorar e garantir que os procedimentos fossem seguidos, além de estabelecer recompensas financeiras baseadas no desempenho acima da média definida pelos engenheiros industriais. Contudo, a adoção desse sistema resultou em diversos efeitos negativos, como o surgimento de estruturas organizacionais excessivamente hierarquizadas, forte centralização das decisões, excesso de normas e manuais de procedimentos, baixa agilidade nos processos, escassez de comunicação e resistência constante às mudanças. Além disso, as regras tornaram-se engessadas e ineficazes com o tempo.

Liker (2005) aponta uma distinção fundamental entre esse modelo tradicional e o STP. No Modelo Toyota, o trabalhador é reconhecido como um ativo essencial da empresa, não apenas alguém que executa ordens, mas sim um profissional com capacidade para pensar, identificar falhas e propor melhorias. Nesse sistema, embora ainda exista uma estrutura de comando, ela é mais flexível e voltada à inovação, permitindo um ambiente propício ao aprendizado contínuo e à resolução de problemas diretamente na linha de produção, como demonstrado a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 – Sistemas e padrões coercitivos versus sistemas e padrões habilitadores

Sistemas e procedimentos coercitivos	Sistemas e procedimentos habilitadores
Os sistemas se concentram nos padrões de desempenho para enfatizar o desempenho inadequado.	Concentram-se nos métodos de melhores práticas: a informação sobre os padrões de desempenho é muito útil sem a informação sobre as melhores práticas para alcançá-lo.
Padronizam os sistemas para minimizar os custos com o cumprimento e o controle de regras.	Os sistemas devem permitir a personalização em diferentes níveis de habilidade/experiência e orientar a improvisação flexível.
Os sistemas devem ser criados para manter os funcionários fora da rede de controle.	Os sistemas devem ajudar as pessoas a controlar seu próprio trabalho: auxiliá-las a formar modelos mentais do sistema de modo “transparente”.
Os sistemas são instruções a serem seguidas, não desafiadas.	Os sistemas são modelos das melhores práticas que podem ser aperfeiçoadas.

Fonte: Liker (2005).

2.2.3 Troca rápida de ferramenta

A ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*), também chamada de troca rápida de ferramentas, foi desenvolvida pelo engenheiro japonês Shigeo Shingo na década de 1950, com base em estudos realizados na planta da Mazda (Toyo Kogyo). Seu principal propósito é reduzir drasticamente o tempo de *setup*, contribuindo para a diminuição do *lead time*, redução de estoques e o consequente aumento da capacidade produtiva e da eficiência operacional (Diniz, 2018).

O sistema SMED é amplamente reconhecido como uma das estratégias mais eficientes para a redução do tempo de *setup*, ao tratar essa etapa não como uma atividade separada da produção, mas como parte integrante do processo produtivo. O método busca diminuir ou eliminar as perdas associadas à troca de ferramentas, contribuindo diretamente para o aumento da eficiência operacional (Fogliatto; Fagundes, 2003).

Segundo Souza e Junior (2018), o principal conceito do sistema SMED está na distinção entre *setup* interno e *setup* externo. O *setup* interno refere-se às atividades que exigem a parada do equipamento, tornando-o inutilizável durante esse período. Já o *setup* externo corresponde às operações que podem ser realizadas enquanto a máquina continua em funcionamento. O foco do SMED está em reduzir ao máximo o tempo de inatividade, priorizando a diminuição do *setup* interno para aumentar a disponibilidade dos recursos produtivos.

2.2.4 Programa 5S

Conforme explica Vanti (1999), o programa 5S teve origem no Japão no final da década de 1960, sendo inspirado em valores educacionais transmitidos por pais a seus filhos, com o

objetivo de formar hábitos que os acompanhariam por toda a vida. O termo 5S deriva de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra “S”: Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu e Shitsuke. Segundo Gavioli *et al.* (2009), cada um desses termos representa um princípio voltado à organização, limpeza e disciplina no ambiente de trabalho.

- a) **Seisou (Senso de Limpeza):** Limpeza do local de trabalho. Este senso tem como objetivo manter o local de trabalho limpo, eliminando a sujeira e objetos estranhos do local de trabalho;
- b) **Seiri (Senso de Utilidade):** Trabalhar com o que é útil. Este senso tem como objetivo fazer com que os funcionários utilizem os recursos de forma consciente, sem desperdícios. Para isto, é necessário separar o que é útil do que não é útil, mantendo no local de trabalho apenas aquilo que tem utilidade para realização da tarefa;
- c) **Seiketsu (Senso de Saúde):** Trabalhar de forma saudável. Este senso preza por um ambiente de trabalho que não prejudique a saúde física e mental do trabalhador. Para isto, é necessário um estudo ergonômico do local de trabalho para propor a melhor forma do funcionário realizar a atividade;
- d) **Seiton (Senso de Ordenação):** Trabalhar de forma organizada. Este senso busca fazer com que o funcionário trabalhe de forma organizada. Para isto, é necessário que o funcionário defina um local para cada objeto e identifique este local para que qualquer outro funcionário saiba onde guardar cada coisa;
- e) **Shitsuke (Senso de Autodisciplina):** Manter o que foi feito. Após organizar e limpar o local de trabalho, o funcionário deve ter autodisciplina para manter o ambiente de trabalho limpo e organizado para que o 5S seja cumprido.

Segundo Silva *et al.* (2013), o programa 5S contribui não apenas para a melhoria da qualidade e da produtividade, por meio de recursos visuais, mas também impacta positivamente o ambiente organizacional. A implementação dos cinco sentidos – utilização, organização, limpeza, padronização e autodisciplina – favorece o engajamento dos colaboradores e eleva seu nível de satisfação. Entre os principais benefícios, destaca-se a eliminação de obstáculos físicos, que podem comprometer a fluidez e a eficiência dos processos operacionais. Além dos benefícios gerais, o programa 5S tem papel estratégico no contexto da Lean Manufacturing, pois estabelece as condições básicas para a eliminação de desperdícios nas operações. No setor de corte a laser da metalúrgica, o 5S se torna ainda mais relevante devido à necessidade de precisão, segurança e fluxo contínuo de materiais metálicos. Durante a observação de campo realizada neste estudo, foram identificados problemas como acúmulo excessivo de chapas

próximas às máquinas, mistura de peças boas com refugos, ausência de identificação visual de áreas de armazenagem e dificuldades no acesso a ferramentas e insumos essenciais ao processo.

Esses problemas refletem diretamente a falta de aplicação dos sensores Seiri e Seiton, gerando desperdícios classificados por Ohno (1997) como movimento desnecessário, espera e excesso de estoque. Assim, ao aprofundar o programa 5S, observa-se que ele atua como ferramenta fundamental para preparar o ambiente antes da implantação de ações mais complexas do Lean, como SMED, padronização de processos e redução do *lead time*.

O Seisou também assume função crítica nesse ambiente, pois a sujeira acumulada pode interferir na qualidade do corte, gerar desvios dimensionais e até danificar componentes sensíveis da máquina a laser. O Seiketsu permite padronizar essas boas práticas entre turnos, reduzindo variações e garantindo maior uniformidade na operação. Por fim, o Shitsuke é essencial para manter as melhorias, evitando que o setor retorne às condições desorganizadas observadas inicialmente.

Dessa forma, o programa 5S não apenas organiza e limpa o ambiente, mas amplia a eficiência operacional, potencializa a segurança, reduz riscos ergonômicos e facilita o fluxo de trabalho no setor de corte a laser, alinhando-se diretamente às necessidades e características produtivas da empresa estudada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com Gil (1991), a pesquisa pode ser compreendida como um processo lógico e organizado que busca encontrar soluções para questões previamente identificadas. Já para Fonseca (2002), a pesquisa científica representa a base da produção do conhecimento, uma vez que permite explorar novas descobertas, compreender a realidade observada e transformar informações em saber científico. Assim, a pesquisa não apenas segue um método estruturado, mas também exerce papel fundamental na construção e evolução do conhecimento humano.

De acordo com Gil (2009), a classificação da pesquisa com base em seus objetivos é uma ferramenta valiosa para a construção do referencial teórico. No entanto, para que seja possível relacionar os dados teóricos com os dados obtidos na prática, é necessário elaborar um modelo conceitual e operacional que norteie o estudo. O autor enfatiza que essa etapa envolve o delineamento da pesquisa, entendido como o planejamento amplo de todas as fases do processo investigativo, incluindo a organização estrutural do estudo e a previsão dos métodos de análise e interpretação das informações coletadas. Em síntese, trata-se da definição dos procedimentos de coleta de dados, que podem ser divididos em dois grandes grupos: aqueles

que se baseiam em materiais escritos e os que dependem de informações fornecidas por indivíduos.

No primeiro grupo, encontram-se as pesquisas que utilizam materiais previamente publicados ou registrados. A pesquisa bibliográfica, por exemplo, é realizada com base em fontes como livros, artigos e outros documentos já analisados. Já a pesquisa documental trabalha com materiais originais, que ainda não passaram por uma interpretação analítica sistematizada. O segundo grupo, por sua vez, compreende os métodos que envolvem a interação com pessoas. A pesquisa experimental consiste em delimitar um objeto de análise e testar variáveis que possam interferir em seus resultados, observando os efeitos dessas interferências. O levantamento, ou *survey*, baseia-se na coleta direta de dados por meio de questionários ou entrevistas, visando compreender o comportamento ou a opinião dos participantes. O estudo de campo busca aprofundar o conhecimento sobre determinado fenômeno no próprio ambiente onde ele ocorre. Nesse grupo também se inserem a pesquisa-ação e a pesquisa participante, nas quais o pesquisador se envolve ativamente no contexto investigado.

O delineamento desta pesquisa para se estudar o problema nele investigado – como a implantação do Lean Manufacturing pode trazer a eficiência operacional nas soluções em corte a laser em uma empresa metalúrgica localizada em Chapecó (SC) – foi realizado por meio das pesquisas bibliográfica, documental, levantamento e de campo. A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida por meio do estudo de obras, artigos científicos e materiais acadêmicos que tratam dos conceitos relacionados ao Lean Manufacturing, desperdícios, organização do trabalho e ferramentas como 5S, SMED e Mapeamento do Fluxo de Valor, permitindo construir a base teórica necessária para compreender o fenômeno investigado. Paralelamente, a pesquisa documental utilizou informações internas fornecidas pela empresa, incluindo registros operacionais, dados produtivos, fluxos de processo e documentos relacionados às atividades do setor de corte a laser, fornecendo evidências concretas sobre o funcionamento real do processo produtivo.

Além disso, a pesquisa contou com observações diretas realizadas no ambiente organizacional, caracterizando uma abordagem de campo que possibilitou analisar *in loco* o fluxo de atividades, os movimentos executados pelos operadores, o uso de materiais e as condições estruturais do setor. A combinação dessas observações com os documentos disponibilizados permitiu identificar gargalos, desperdícios, movimentações desnecessárias e demais fatores que comprometem a eficiência operacional. Trata-se também de uma pesquisa exploratória, pois busca ampliar o entendimento sobre o processo produtivo e investigar de que forma a adoção das práticas Lean pode transformar a realidade estudada. Por fim, assume

caráter qualitativo, uma vez que a análise se baseia na interpretação descritiva das informações coletadas, priorizando a compreensão detalhada do processo, suas limitações e potenciais de melhoria, em vez de mensurações estatísticas.

A pesquisa bibliográfica é um tipo de investigação que se apoia em fontes já publicadas, como livros, artigos científicos, dissertações, teses, periódicos e materiais disponíveis na internet. Conforme Gil (2009), trata-se de um processo que utiliza documentos previamente organizados e analisados, com ênfase em obras de referência, tais como enciclopédias, dicionários, almanaques e outros registros acadêmicos. Esse tipo de pesquisa permite ao autor ampliar sua compreensão sobre o tema estudado, oferecendo uma visão mais abrangente e aprofundada, que ultrapassa os dados imediatos do objeto de estudo.

Nesse mesmo sentido, Vergara (2004, p. 48) define a pesquisa bibliográfica como uma investigação sistemática construída a partir de conteúdos disponíveis ao público, como livros, jornais, revistas especializadas e recursos eletrônicos. A principal função dessa abordagem é fornecer embasamento teórico sólido, contribuindo para a análise crítica e fundamentada do problema de pesquisa.

A metalúrgica é uma organização de pequeno porte, situada na cidade de Chapecó, no estado de Santa Catarina. Atua no setor de serviços terceirizados, com ênfase em corte a laser e dobra de chapas, oferecendo soluções voltadas ao processamento de aço carbono e aço inox. Conta com uma equipe enxuta, composta por aproximadamente 20 colaboradores, e atende majoritariamente clientes da região.

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada entre os dias 1º e 26 de setembro de 2025, diretamente no setor de corte a laser e dobra da empresa metalúrgica localizada em Chapecó. Durante esse período, aplicou-se a técnica de observação sistemática, permitindo acompanhar de forma estruturada e contínua o funcionamento real do processo produtivo.

A coleta ocorreu diariamente, em diferentes horários, a fim de registrar variações nas rotinas operacionais, identificando padrões, gargalos e comportamentos repetitivos ao longo do fluxo de trabalho. Para garantir maior precisão na análise, foram utilizadas anotações de campo, observações diretas do deslocamento dos operadores e medições visuais de tempos. Esse conjunto de instrumentos possibilitou documentar as condições do ambiente, a organização dos materiais, o uso dos equipamentos, a movimentação das peças e o comportamento dos operadores durante a execução das atividades.

A observação buscou identificar desperdícios, como tempos de espera, movimentos desnecessários, dificuldades de acesso a ferramentas, acúmulo de materiais e inconsistências na padronização das tarefas. Também foram analisados o *layout* do setor, a sequência de

operações, as condições de armazenamento, a dinâmica de troca de materiais e a interação entre os colaboradores e os equipamentos.

Os dados coletados serviram como base para estruturação das etapas apresentadas a seguir (Quadro 2), permitindo compreender o fluxo produtivo de maneira aprofundada e subsidiar a proposição de melhorias alinhadas aos princípios do Lean Manufacturing.

Quadro 2 – Etapas do processo

Etapas	Ação sugerida	Objetivo esperado
Diagnóstico inicial	Mapear processos atuais, identificar gargalos e desperdícios.	Entender o fluxo de valor e os principais problemas.
Identificação de desperdícios	Observar os sete desperdícios no chão de fábrica (por exemplo, excesso de movimentação, espera etc.).	Listar desperdícios e oportunidades de melhoria.
Organização do ambiente	Aplicar o 5S nas áreas de corte, expedição e armazenamento.	Ambiente mais limpo, organizado e seguro.
Redução de <i>setup</i>	Analisar e padronizar o tempo de troca de materiais e programação de corte.	Reduzir tempo de parada entre cortes e aumentar flexibilidade.
Padronização de processos	Criar instruções visuais e procedimentos para operação e manutenção das máquinas.	Garantir repetibilidade, qualidade e treinamento rápido.
Melhoria contínua	Realizar reuniões periódicas de revisão de processos e novas ações.	Manter a cultura de melhoria contínua implantada.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Os resultados obtidos a partir da execução das etapas apresentadas serão demonstrados e analisados por meio de relatórios descritivos, comparativos e gráficos, com o objetivo de evidenciar as melhorias alcançadas em relação à situação inicial. Essa forma de apresentação permitirá verificar o impacto das ações propostas sobre os indicadores de desempenho do processo produtivo, além de facilitar a identificação de possíveis ajustes necessários para a consolidação da filosofia Lean na empresa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metalúrgica oferece diversos produtos derivados do aço para corte, como aço carbono, aço inoxidável, tubo de aço pretos e galvanizado e inoxidável, assim como chapas de alumínio. A empresa também oferece serviços na parte de projetos para a área frigorífica, construção mecânica (equipamentos industriais), máquinas agrícolas e ferroviárias, indústria automotiva de autopeças. Além disso, a metalúrgica conta com uma área de estocagem de material, em aço carbono e aço inoxidável.

A unidade possui capacidade produtiva de 150 toneladas mensais, de acordo com os turnos alocados. Possui duas linhas de corte, sendo duas linhas de máquina a laser, duas linhas de dobra, com duas linhas para dobrar peças, processando os materiais de acordo com as dimensões solicitadas pelos clientes. A potência é de 40 kW para corte de chapas e a precisão de posicionamento é: $\pm 0,03$ mm, repetibilidade $\pm 0,02$ mm. Área de corte típica 3000x1500 mm. Componentes de alta qualidade: guias lineares, cremalheira e pinhão, cabeça de corte com foco automático. Trata-se de uma máquina de corte a laser utilizada para a separação de chapas de aço carbono, aço inoxidável e alumínio (Figuras 3 e 4).

A atividade é realizada por dois operadores, sendo um por turno, com jornada de trabalho de 8 horas e 45 minutos, de segunda a sexta-feira. Os operadores recebem a ordem de serviço, que contém informações detalhadas, como o nome do cliente, a espessura da chapa e o tipo de material a ser cortado, garantindo que o processo seja executado de forma adequada e conforme as especificações técnicas estabelecidas.

Figura 3 – Máquina 1: corte a laser Dardi



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 4 – Máquina 2: corte a laser Dardi



Fonte: Elaboração própria (2025).

Já a Dobradeira CNC tem sincronização elétrico-hidráulica. Eixos de movimento típicos: 4 + 1 (Y1, Y2, X, R + W). Sistema hidráulico/servo: utiliza servomotor (ou versão *standard* com motor elétrico) e sistema hidráulico da Rexroth (Alemanha) no modelo sincronizado. Precisão de posicionamento: até $\pm 0,02$ mm no ram (carnê/pressão) e repetibilidade $\leq \pm 0,01$ mm, conforme codificador linear. Sistema de encosto traseiro: guia linear e patins robustos; o calibre traseiro (eixo X) com servo motor de alta torção, fuso de esferas e guia linear quadrada – precisão posicionamento $\leq \pm 0,1$ mm. Economia de energia: redução até ~40% no consumo para o modelo. Um operador com jornada de trabalho de 8 horas e 45 minutos atua no setor de conformação mecânica, especificamente na operação de máquinas de dobra de chapas metálicas. Suas atividades envolvem a dobra de chapas de até meia polegada de espessura, abrangendo diferentes materiais, como alumínio, aço inoxidável e aço carbono. O profissional é responsável por ajustar os equipamentos, interpretar desenhos técnicos, selecionar ferramentas adequadas e garantir que o processo de dobra atenda aos padrões de qualidade, precisão dimensional e segurança estabelecidos pela empresa. A seguir (Figura 5), demonstra-se a máquina e o processo.

Figura 5 – Máquina dobradeira CNC



Fonte: Elaboração própria (2025).

Tendo os problemas previamente identificados e analisados, e considerando os princípios do Lean Manufacturing, entende-se que todo tipo de desperdício deve ser eliminado. Assim, qualquer atividade que não agregue valor ao produto ou ao processo é classificada como desperdício e deve ser reduzida ou eliminada sempre que possível. Com base nessa premissa, apresentam-se a seguir os principais pontos de melhoria implantados na organização.

Uma das ações adotadas foi a implementação do programa 5S, com o objetivo de solucionar problemas relacionados à organização e à limpeza da planta. O programa encontra-se em fase de implantação na unidade foco deste estudo.

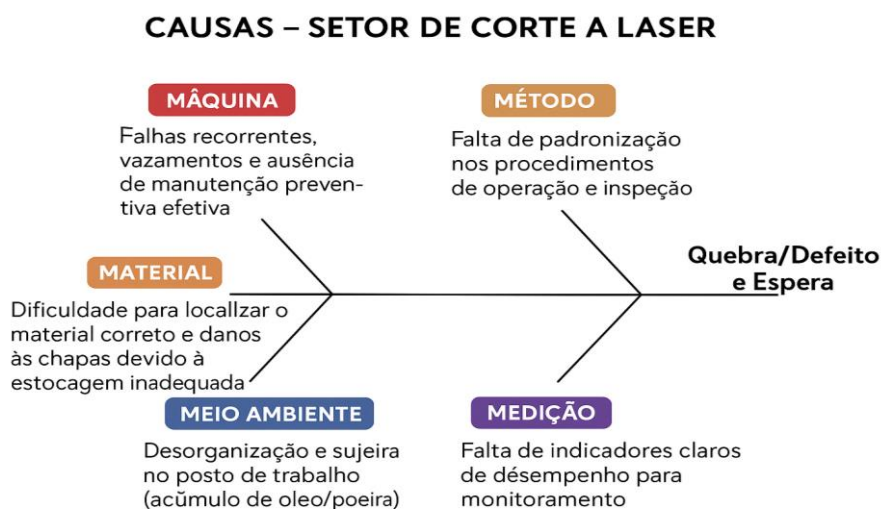
Como melhoria específica, foram desenvolvidas prateleiras destinadas ao armazenamento das chapas metálicas. Essa intervenção permitiu otimizar o uso do espaço físico, reduzir movimentações desnecessárias, facilitar o fluxo de trabalho e melhorar a identificação e o acesso aos materiais.

Essa iniciativa está diretamente alinhada ao 2º S (Seiton – Senso de Ordenação), pois cada tipo de chapa passou a possuir um local definido e identificado. Também se relaciona à eliminação de desperdícios conforme o Lean Manufacturing, especialmente os desperdícios de movimento e de espera. Além disso, a padronização e a disposição adequada dos materiais contribuíram para o 3º S (Seiso – Senso de Limpeza), tornando o ambiente mais limpo, seguro e de fácil manutenção.

4.1 ANÁLISE DA CAUSA-RAIZ E PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES LEAN

Para que as intervenções propostas atacassem as origens dos problemas, e não apenas seus sintomas, utilizou-se a ferramenta de análise de causa-raiz Diagrama de Ishikawa (ou Causa e efeito), com foco inicial na baixa disponibilidade da máquina de corte a laser – um efeito que gerava um grande desperdício de espera de defeito.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaboração própria (2025).

Quadro 3 – Análise da causa-raiz (Diagrama de Ishikawa)

Categoria (6Ms)	Causas identificadas (antes da intervenção)	Desperdício Lean relacionado
Máquina	Falhas recorrentes, vazamentos e ausência de manutenção preventiva efetiva.	Quebra/defeito e espera.
Material	Dificuldade em localizar o material correto e danos em chapas por estocagem inadequada.	Movimento e estoque.
Método	Falta de padronização nos procedimentos de operação e inspeção.	Movimento e processamento inadequado.
Mão de obra	Perda de tempo em procurar ferramentas e chapas; ausência de treinamento básico em manutenção.	Movimento e capital humano.
Meio ambiente	Desorganização e sujeira no posto de trabalho (acúmulo de óleo/poeira).	Espera (limpeza).
Medição	Falta de indicadores claros de desempenho para monitoramento.	Capital humano (não uso de dados).

Fonte: Elaboração própria (2025).

Com a identificação das causas (Quadro 3), o planejamento das ações de melhoria foi detalhado por meio da ferramenta 5W2H, garantindo o alinhamento das ações com os objetivos do projeto.

Quadro 4 – Plano de ação 5W2H (ações de melhoria)

Pergunta	Ação 1: Reorganização da estocagem (5S – Seiton)	Ação 2: Reforma da máquina a laser (TPM/Kaizen)	Ação 3: Mitigação do gargalo na dobradeira
O quê?	Implantação de prateleiras modulares para estocagem de chapas.	Revisão e reforma completa da máquina de corte a laser.	Reorganização do fluxo e redistribuição de tarefas no posto.
Por quê?	Reduzir o desperdício de movimento, espera e danos ao material.	Aumentar a disponibilidade e a confiabilidade operacional.	Reduzir o desperdício de espera e o acúmulo de peças (WIP).
Onde?	Área de estocagem de chapas metálicas.	Setor de corte a laser (Máquina 1).	Setor de conformação mecânica (dobradeira CNC).
Quando?	Fase inicial de implantação do 5S.	Fase intermediária (após diagnóstico).	Fase de análise de fluxo (após vivência produtiva).
Quem?	Equipe de produção, operadores e gerência.	Equipe de manutenção industrial e supervisão.	Supervisão, operadores da dobradeira e engenharia de produção.
Como?	Por meio de projeto de layout e construção das prateleiras, seguido pela padronização (2º S).	Por meio da substituição de componentes e padronização da inspeção.	Por intermédio de alteração no sequenciamento das ordens de produção e novos procedimentos operacionais.
Quanto custa?	R\$ 4.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 0

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tendo os problemas previamente identificados e analisados, e considerando os princípios do Lean Manufacturing, entende-se que todo tipo de desperdício deve ser eliminado. Assim, qualquer atividade que não agregue valor ao produto ou ao processo é classificada como desperdício e deve ser reduzida ou eliminada sempre que possível. Com base nessa premissa, apresentam-se, a seguir, os principais pontos de melhoria implantados na organização.

4.2 DETALHAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA 5S

Uma das ações adotadas foi a implementação do programa 5S, com o objetivo de solucionar problemas relacionados à organização e à limpeza da planta, conforme as causas identificadas anteriormente (Quadro 3). O programa encontra-se em fase de implantação na unidade foco deste estudo.

A seguir (Quadro 5), detalham-se as fases do programa 5S e as ações específicas realizadas para combater os desperdícios identificados no ambiente produtivo.

Quadro 5 – Detalhamento das fases do programa 5S e aplicações

S	Nome (japonês)	Significado (português)	Objetivo principal	Ações realizadas e setor
1º S	Seiri	Senso de Utilização	Separar o necessário do desnecessário, eliminando itens obsoletos e excesso de estoque.	Setores: Identificação e remoção de sucatas, peças defeituosas e ferramentas sem uso nas proximidades das máquinas a laser e na área de chapas.
2º S	Seiton	Senso de Ordenação	Organizar os itens necessários de forma funcional, identificada e acessível.	Estocagem: Implantação de prateleiras modulares para chapas, definindo um local fixo para cada tipo de material. Corte/dobradora: Demarcação de áreas de movimentação.
3º S	Seiso	Senso de Limpeza	Manter o ambiente limpo e utilizar a limpeza como inspeção (detecção de anomalias).	Geral/máquinas: Criação de rotinas de limpeza diária. Detecção de vazamentos na máquina a laser (gatilho para a reforma e manutenção).
4º S	Seiketsu	Senso de Padronização	Manter e documentar os três primeiros “S” (Seiri, Seiton e Seiso) por meio de padrões e rotinas visuais.	Geral: Padronização da sinalização das prateleiras de chapas e dos <i>checklists</i> de inspeção da máquina (pré-operação). Padronização de procedimentos.
5º S	Shitsuke	Senso de Autodisciplina	Fazer o cumprimento dos padrões e a melhoria contínua se tornarem um hábito na cultura da empresa.	Geral: Treinamento contínuo dos operadores sobre as novas rotinas de trabalho e implementação de auditorias 5S periódicas.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Como melhoria específica, foram desenvolvidas prateleiras destinadas ao armazenamento das chapas metálicas. Essa intervenção permitiu otimizar o uso do espaço físico, reduzir movimentações desnecessárias, facilitar o fluxo de trabalho e melhorar a identificação e o acesso aos materiais. A seguir (Figura 7), apresenta-se a comparação entre a condição anterior e posterior à instalação das prateleiras, evidenciando a reorganização do ambiente, a eliminação de acúmulos e o ganho operacional obtido com a nova estrutura. Essa iniciativa está diretamente alinhada ao 2º S (*Seiton* – Senso de Ordenação), pois cada tipo de chapa passou a possuir um local definido e identificado. Também se relaciona à eliminação de desperdícios conforme o Lean Manufacturing, especialmente os desperdícios de movimento e de espera. Além disso, a padronização e a disposição adequada dos materiais contribuíram para o 3º S (*Seiso* – Senso de Limpeza), tornando o ambiente mais limpo, seguro e de fácil manutenção.

Figura 7 – Antes e depois das prateleiras



Fonte: Elaboração própria (2025).

Durante a aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing, identificou-se a necessidade de reformar uma das máquinas do setor de produção, especificamente a de corte a laser, que apresentava falhas recorrentes, vazamentos e baixo desempenho operacional. Esses problemas resultavam em paradas não programadas e afetavam diretamente o fluxo produtivo da unidade.

A ação de melhoria teve como principal objetivo eliminar desperdícios associados a quebras, retrabalhos e tempos de inatividade, em conformidade com os princípios da Manutenção Produtiva Total (TPM) e da filosofia Kaizen. A intervenção incluiu a substituição de componentes desgastados, revisão completa dos sistemas elétrico e pneumático, repintura da estrutura, reorganização de cabos e mangueiras, além da padronização dos procedimentos de inspeção e manutenção preventiva.

A seguir (Figura 8), apresenta-se o estado da máquina antes e depois da reforma, evidenciando as melhorias estruturais, a eliminação de vazamentos, a reorganização dos componentes e a atualização visual e funcional do equipamento.

Após a conclusão da reforma, verificou-se um aumento significativo na confiabilidade operacional da máquina, redução das paradas para manutenção corretiva e melhora na eficiência global do processo. Essa iniciativa demonstra a aplicação prática dos fundamentos Lean, destacando a eliminação de desperdícios e o compromisso com a melhoria contínua.

Figura 8 – Antes e depois da máquina de laser

Fonte: Elaboração própria (2025).

A seguir (Tabela 1), demonstra-se a comparação do desempenho operacional da máquina antes e depois da reforma, considerando o tempo planejado, o tempo parado e a disponibilidade mensal. Com base na jornada de trabalho de 8,75 horas por turno, dois turnos diários e vinte dias úteis por mês, obtém-se um total de 350 horas mensais de operação planejada. Antes da intervenção, a máquina apresentava elevado tempo de parada, resultando em menor disponibilidade produtiva. Após a reforma, observou-se uma redução significativa das horas de inatividade, aumentando o tempo efetivamente disponível para produção e elevando a disponibilidade de 75% para 90%. Esses resultados evidenciam o impacto positivo da ação de melhoria, reforçando o ganho de eficiência e a redução de desperdícios conforme os princípios do Lean Manufacturing.

Tabela 1 – Comparação de desempenho operacional da máquina

Período	Tempo planejado (h)	Tempo parado (h)	Tempo disponível (h)	Disponibilidade (%)
Antes da Reforma	350	87,50	262,50	75%
Depois da reforma	350	35	315	90%

Fonte: Elaboração própria (2025).

- Duração de cada turno: 8,75 h
- Turnos por dia: 2
- Dias úteis/mês: 20

Tempo Planejado= 8,45 x 2 x 20= 350 horas/mês.

Durante a vivência na área produtiva, foi possível observar alguns gargalos no processo, especialmente relacionados a tempos de espera elevados entre etapas e ao acúmulo de peças em determinadas estações de trabalho. Um exemplo evidente ocorreu na dobradeira CNC, em que o material chegava até a máquina, mas não prosseguia para a expedição, gerando um atraso no fluxo produtivo.

Para contribuir na solução desse problema, propusemos, junto à equipe, alterações no sequenciamento das ordens de produção e a redistribuição das tarefas, buscando otimizar o fluxo e reduzir o tempo de ociosidade dos equipamentos.

A seguir (Figura 8), ilustra-se a máquina dobradeira CNC em que o gargalo foi identificado.

Figura 9 – Dobradeira CNC



Fonte: Elaboração própria (2025).

Além disso, apresenta-se outro ângulo da máquina dobradeira CNC, evidenciando o espaço de operação e a área na qual se identificou o acúmulo de peças (Figura 10). Essa visualização complementar permite uma análise mais precisa do gargalo, facilitando a proposição de melhorias no fluxo produtivo e na redistribuição das tarefas entre os operadores.

Figura 10 – Dobradeira CNC, com os ajustes técnicos para melhorar a operação



Fonte: Elaboração própria (2025).

Com base nas medições realizadas em três lotes representativos do processo de dobra, constatou-se que, antes das melhorias, o tempo médio total de fabricação por lote era de 5,4 horas. Após a reorganização do posto, eliminação do acúmulo de peças e redistribuição das tarefas entre os operadores, esse tempo foi reduzido para 4,4 horas, resultando em um ganho médio de 1,0 hora por lote. Esse valor representa uma redução aproximada de 18,5% no tempo total de fabricação, evidenciando que a mitigação do gargalo na máquina dobradeira CNC contribuiu para um fluxo produtivo mais estável, menor tempo de espera entre operações e maior eficiência global do processo. Esse comparativo reforça a eficácia das ações implementadas e demonstra alinhamento direto com os princípios do Lean Manufacturing voltados à eliminação de desperdícios e à melhoria contínua.

4.3 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE (SÍNTESE DOS RESULTADOS)

Os indicadores quantificáveis são cruciais para comprovar o sucesso das intervenções. O projeto utilizou o indicador de Disponibilidade da Máquina para medir o impacto das ações de Manutenção e 5S, e o Tempo Total de Fabricação para medir o impacto na otimização do fluxo produtivo.

A. Desempenho do indicador de manutenção/tempo (disponibilidade)

A elevação da Disponibilidade de 75% para 90% (Tabela 1) comprova a eficácia da reforma na máquina laser, que estava identificada como uma das principais causas de desperdício (quebra/defeito e espera) no Diagrama de Ishikawa.

O aumento de 15 pontos percentuais na disponibilidade reflete uma redução de 60% no tempo de parada não programada (de 87,5 h para 35 h), confirmando o impacto da reforma e da aplicação dos princípios da TPM na eliminação dos desperdícios.

B. Desempenho do indicador de tempo (fluxo produtivo)

O indicador de Tempo total de fabricação foi crucial para medir o impacto da reorganização do posto de trabalho na dobradeira CNC, comprovando a redução do gargalo.

Tabela 2 – Indicador de produtividade da dobradeira CNC

Item	Antes da melhoria (dobra)	Depois da melhoria (dobra)
Tempo total de fabricação (por lote)	5,4 horas	4,4 horas
Redução percentual		18,5%

Fonte: Elaboração própria (2025).

A redução de 18,5% no tempo total de fabricação comprova que as alterações no sequenciamento e a eliminação do acúmulo de peças foram eficazes na mitigação do gargalo, otimizando o fluxo de valor na etapa de conformação mecânica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo permitiu analisar, de maneira estruturada, o processo produtivo da empresa ABTECH e demonstrar como a aplicação dos princípios e ferramentas do Lean Manufacturing pode contribuir para elevar a eficiência operacional e reduzir desperdícios em um ambiente industrial voltado ao corte e conformação de chapas metálicas. A partir do diagnóstico inicial, foi possível identificar gargalos relevantes, atividades que não agregavam valor e fatores que comprometiam o fluxo contínuo da produção.

As ações implantadas, entre elas a organização do ambiente por meio do programa 5S, a melhoria das condições de armazenamento das chapas, a reforma da máquina de corte a laser e o redesenho do fluxo operacional na dobradeira CNC, evidenciaram avanços concretos no desempenho da operação. Os resultados demonstram que a empresa alcançou reduções significativas em movimentações desnecessárias, tempos de espera e acúmulo de materiais em

processo, além de um aumento expressivo na disponibilidade dos equipamentos. A reforma da máquina laser elevou sua disponibilidade de 75% para 90%, enquanto as melhorias aplicadas ao processo de dobra proporcionaram uma redução média de 18,5% no tempo total de fabricação dos lotes avaliados, refletindo diretamente na produtividade e na estabilidade do fluxo produtivo.

Esses ganhos comprovam que a adoção de práticas enxutas não depende exclusivamente de grandes investimentos em tecnologia, mas de uma abordagem sistemática de análise, disciplina operacional e comprometimento dos colaboradores com a melhoria contínua. A participação dos operadores e supervisores durante as etapas de diagnóstico e validação das propostas mostrou-se essencial para o sucesso das ações implementadas, fortalecendo a cultura de aprendizado e colaboração dentro da organização.

De modo geral, o estudo confirma que o Lean Manufacturing apresenta elevado potencial para promover melhorias sustentáveis em empresas de pequeno porte, como a ABTECH, especialmente no que diz respeito ao uso racional dos recursos, padronização das atividades e eliminação de desperdícios. Recomenda-se, para trabalhos futuros, o aprofundamento das análises por meio de indicadores mais amplos, como eficiência global dos equipamentos (OEE), custos operacionais e impacto financeiro direto das melhorias implantadas, bem como a continuidade do programa de melhoria contínua já iniciado.

Assim, conclui-se que a aplicação das ferramentas Lean contribuiu de maneira significativa para a otimização do processo produtivo da ABTECH, oferecendo bases sólidas para a manutenção de um ambiente mais organizado, eficiente e competitivo.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Marcos Ronaldo; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe. Técnicas para identificação e redução de perdas. *In*: ALBERTIN, Marcos Ronaldo; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba, PR: Inter Saberes, 2016. Cap. 5, p. 107-113.

AZEVEDO, Calliana Samuelle Barroso. **Implantação da metodologia Lean manufacturing no setor produtivo de uma empresa de fabricação de estruturas metálicas em João Monlevade**. 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2017. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/651/1/MONOGRAFIA_Implanta%c3%a7%c3%a3oMetodologiaLean.pdf. Acesso em: 6 maio 2025.

CAMPOS, Renato; OLIVEIRA, Luís Carlos Queiroz de; SILVESTRE, Bruno dos Santos. **A ferramenta 5S e suas implicações na Gestão da Qualidade Total**. São Paulo, SP: Unesp, 2005.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco (Coord.). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 2005.

DEPEXE, Marcelo D.; PALADINI, Edson Pacheco. Benefícios da implantação e certificação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 145-161, nov. 2008. DOI: <https://doi.org/10.3895/S1808-04482008000200009>.

DINIZ, Helder Henrique. Redução do tempo de SETUP através de aplicação do SMED – Single Minute Exchange of Die. **Excelência Operacional**, 25 jun. 2018. Disponível em: <https://excelenciaoperacional.blog.br/2018/06/25/reducao-do-tempo-de-setup-atraves-de-aplicacao-do-smed-single-minute-exchange-of-die/>. Acesso em: 8 maio 2025.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; FAGUNDES, Paulo Ricardo Motta. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 10, n. 2, p. 163-181, ago. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2003000200004>.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza, CE: UEC, 2002.

FULLERTON, Rosemary R.; KENNEDY, Frances A.; WIDENER, Sally K. Management accounting and control practices in a lean manufacturing environment. **Accounting, Organizations and Society**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 50-71, jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aos.2012.10.001>.

GAVIOLI, G. *et al.* (2009). Aplicação do programa 5S em um sistema de gestão de estoque de uma indústria de eletrodoméstico e seus impactos na racionalização de recursos. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, SP: Fapesp, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

HOWELL, V. W. Lean Manufacturing. **Ceramic Industry**, Troy, v. 160, p. 16-19, 2010.

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

LIKER, Jeffrey K. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**. New York, EUA: McGraw-Hill, 2004.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. São Paulo, SP: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MOREIRA, Daniel Augusto; FERNANDES, Flávio César Faria. **Administração da Produção**. São Paulo, SP: Pioneira, 2001.

NETTO, Rafael. 5 princípios do Lean Manufacturing para uma indústria (na prática). **Nomus**, 29 jul. 2020. Disponível em: https://www.nomus.com.br/blog-industrial/principios-do-lean-manufacturing/?gad_source=1&gad_campaignid=18072395716&gbraid=0AAAAADwXdp4TlZR_d81xAg0C7VZ4D7Qdb&gclid=CjwKCAiA0eTJBhBaEiwA-Pa-hYwZqIZrTBRMeCtUSVM_jepLYcsWs6JVVCAsKE0v1dGTajaQSum5XxoCVowQAvD_BwE. Acesso em: 11 maio 2025.

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

PETENATE, Marcelo. Lean Manufacturing: tudo que você precisa saber. **EDTI**, 2018. Disponível em: <https://www.escolaedti.com.br/lean-manufacturing-tudo-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 6 maio 2025.

PRAZERES, João Pedro Elias. **Identificação do mapa do fluxo de valor futuro em uma empresa de projetos**. 2020. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2020. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/a8078ff7-8637-4bf0-8d4a-3795f14573e3/full>. Acesso em: 10 maio 2025.

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

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Learning to See**: value stream mapping to add value and eliminate MUDA. Massachusetts, EUA: Lean Enterprise Institute, 1998.

SALGADO, Eduardo Gomes *et al.* Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 344-356, set. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2009000300003>.

SILVA, E. *et al.* A importância do programa 5S para a qualidade e produtividade. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 10, n. 1, p. 25-35, 2013.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

VANTI, Nadia. Ambiente de qualidade em uma biblioteca universitária: aplicação do 5S e de um estilo participativo de administração. **Ciência da Informática**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 333-339, set./dez. 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-19651999000300011>.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 4. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2004.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma**: introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2006.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo.** 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1992.