



Dionathan José Tischler

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS: APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO
DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS *FITNESS***

Horizontina - RS

2025

Dionathan José Tischler

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS: APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO
DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS *FITNESS***

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Me. Sirnei César Kach.

Horizontina - RS

2025

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“Otimização de processos produtivos: aplicação do mapeamento de fluxo de valor em uma indústria de equipamentos fitness”

Elaborada por:
Dionathan José Tischler

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

Aprovado em: dd/mm/2025
Pela Comissão Examinadora

Titulação. Nome do orientador
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Titulação. Nome do Examinador Interno
FAHOR – Faculdade Horizontina

Titulação. Nome do Examinador Interno
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS
2025

RESUMO

Este trabalho descreve a aplicação de ferramentas e princípios do *Lean Manufacturing* com o objetivo de otimizar o fluxo de valor no processo de fabricação do produto *Leg Press articulado*. Inicialmente, identifica-se a necessidade de reduzir desperdícios e encurtar o tempo de travessamento, comumente denominado *Lead Time* da produção, caracterizando o problema de pesquisa. A metodologia empregada baseia-se na Observação Direta (GENBA) e na filmagem das etapas produtivas, permitindo a extração de dados precisos sobre tempos de ciclo, setup e movimentações. Esses dados são estruturados e servem como subsídio para a construção do Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) do Estado Atual. A análise do VSM Atual quantifica o Tempo de Valor Agregado (TVA) e o Tempo de Não Valor Agregado (TNVA), revelando uma baixa eficiência operacional. A partir deste diagnóstico, classifica-se os desperdícios conforme os 8 Desperdícios de Ohno, focando em gargalos como longos tempos de espera e movimentações. Posteriormente, propõe-se um conjunto de ações *Kaizens* específicas. As melhorias propostas resultam na elaboração do VSM do Estado Futuro, que projeta uma nova configuração do sistema produtivo. Os resultados projetados demonstram uma redução significativa no *Lead Time Total* e um aumento substancial na eficiência do processo. Conclui-se que a aplicação sistemática do VSM se configura como uma ferramenta essencial para o diagnóstico robusto e a proposição de um modelo de produção enxuto e mais competitivo.

Palavras-chave: Mapeamento do Fluxo de Valor. *Lean Manufacturing*. Otimização de Processos. *Leg Press Articulado*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.....	31
Figura 2 – Gravação com utilização de celular e tripé.....	33
Figura 3 – Classificação das atividades do processo de solda	35
Figura 4 – Representação gráfica do VSM atual.....	36
Figura 5 – Representação gráfica da estimativa de custos da TPM	44
Figura 6 – Esquema da caixa <i>Heijunka</i> , ferramenta visual do Sistema <i>Toyota</i> de Produção (<i>Lean</i>) utilizada para nivelar e sequenciar a produção (<i>Heijunka</i>), distribuindo uniformemente a variedade de produtos ao longo do tempo	47
Figura 7 – Quadro <i>Kanban</i> , ferramenta visual para gestão ágil de projetos que mapeia o fluxo de trabalho em etapas	49
Figura 8 – Representação gráfica do VSM futuro	52
Figura 9 – Comparativo de indicadores.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados detalhados do VSM do estado atual (tempos em segundos)	36
Quadro 2 – 5W2H: Estrutura do plano de ação <i>Kaizen</i> de manutenção (P5)	40
Quadro 3 – Modelo de <i>checklist</i> de manutenção de primeiro nível.....	41
Quadro 4 – Implementação do plano de ação com custos estimados	43
Quadro 5 – Plano de ação proposto para o nivelamento da produção	45
Quadro 6 – Estimativa de investimento inicial e custos necessários para a implementação combinada das metodologias <i>Heijunka</i> e <i>Kanban</i>	51
Quadro 7 – Dados detalhados do VSM do estado futuro (tempos em segundos).....	52
Quadro 8 – Comparativo de indicadores: VSM vs VSM futuro projetado	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	TEMA	9
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	9
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	9
1.4	HIPÓTESES	10
1.5	JUSTIFICATIVA	10
1.6	OBJETIVOS	11
1.6.1	Objetivo geral	11
1.6.2	Objetivos específicos.....	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1	FUNDAMENTOS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VSM).....	12
2.2	O SISTEMA PRODUTIVO DE EQUIPAMENTOS PARA ACADEMIAS	12
2.2.1	Características do setor e suas demandas produtivas.....	13
2.2.2	Principais desafios na fabricação de equipamentos	13
2.2.3	Cadeia de suprimentos e fluxo de produção	14
2.3	APLICAÇÃO DO VSM NA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS PARA ACADEMIAS	14
2.3.1	Identificação do fluxo de valor no processo produtivo	15
2.3.2	Mapeamento do estado atual e análise dos gargalos produtivos	16
2.3.3	Desenvolvimento do estado futuro e propostas de melhorias	17
2.4	REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS E MELHORIA CONTÍNUA NO PROCESSO PRODUTIVO	18
2.4.1	Identificação os oito desperdícios no contexto da produção <i>fitness</i>	18
2.4.2	Estratégias <i>Lean</i> para redução de <i>Lead time</i> e aumento da eficiência ...	20
2.4.3	Impacto da melhoria contínua na competitividade do setor	21
2.5	INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DO VSM	22
2.5.1	Principais métricas para análise da eficiência produtiva	23
2.5.2	Monitoramento da redução de desperdícios e aumento da produtividade..	24
2.5.3	Ferramentas complementares ao VSM na análise de desempenho	25
3	METODOLOGIA	27
3.1	ESTUDO DE CASO	27
3.2	OBSERVAÇÃO DIRETA NO AMBIENTE PRODUTIVO (GENBA)	27
3.3	FILMAGEM DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	27
3.4	EXTRAÇÃO DOS DADOS A PARTIR DOS VÍDEOS.....	28
3.5	ORGANIZAÇÃO DOS DADOS EM PLANILHAS	28
3.6	CONSTRUÇÃO DO VSM – ESTADO ATUAL.....	28
3.7	IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS COM BASE NO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	29
3.8	ANÁLISE DOS INDICADORES DE DESEMPENHO	29
3.9	CONSTRUÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR (VSM) – ESTADO FUTURO	30
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
4.1	PREPARAÇÃO E CRONOMETRAGEM DOS PROCESSOS (REFERÊNCIA DOS DADOS DO PROCESSO DE SOLDAGEM).....	33
4.2	APRESENTAÇÃO DO FLUXO DE VALOR ATUAL	35
4.2.1	Resultados da cronometragem e classificação dos tempos.....	35

4.2.2 Análise Crítica dos Indicadores Chave do VSM Atual	37
4.3 PROPOSIÇÃO DE INTERVENÇÕES (KAIZENS).....	38
4.3.1 <i>Kaizen</i> de manutenção e gestão da produção.....	38
4.3.2 Kaizen 2 (Proposta de Nivelamento da Produção).....	44
4.4 VSM e PROJEÇÃO DO ESTADO FUTURO	51
4.2.3 Análise crítica dos indicadores chave do VSM futuro	53
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A – VSM ATUAL	60
APÊNDICE B – VSM FUTURO.....	61

1 INTRODUÇÃO

A crescente competitividade no setor industrial exige que as empresas busquem constantemente formas de otimizar seus processos produtivos, visando reduzir desperdícios, aumentar a eficiência e oferecer produtos de alta qualidade ao mercado, segundo Silva *et al.* (2021). Nesse contexto, o Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM, do inglês *Value Stream Mapping*) destaca-se como uma ferramenta estratégica do sistema *Lean Manufacturing*, permitindo a identificação de gargalos e ineficiências ao longo do fluxo produtivo, assim como a implementação de melhorias contínuas.

O problema central que motivou este estudo reside na dificuldade enfrentada pela empresa *GO UP*, fábrica de equipamentos para academias localizada em Horizontina-RS, em identificar e mitigar desperdícios ao longo de sua cadeia produtiva. Muitas vezes, esses problemas resultam em atrasos, custos elevados e perda de competitividade no mercado (Salgado *et al.*, 2019).

Para contextualizar esta realidade, o presente estudo foca no fluxo de fabricação do *Leg Press Articulado*, produto mais robusto e de maior complexidade no portfólio da organização. Diagnósticos preliminares realizados no "chão de fábrica" (*Genba*) revelaram ineficiências críticas, como um tempo de inatividade de aproximadamente 119.520 segundos no processo de lavagem devido a falhas de manutenção, além de esperas que superam 39.000 segundos na etapa de separação por erros de priorização. Esses indicadores evidenciam um elevado tempo de não valor agregado (NVA), que compromete a agilidade operacional e justifica a aplicação de um diagnóstico robusto para a reestruturação do fluxo.

Segundo dados do SEBRAE (2024), o crescimento do setor *fitness* é impulsionado pela conscientização sobre hábitos saudáveis e busca por qualidade de vida, refletindo mudanças significativas no comportamento da sociedade moderna. A aplicação do VSM não apenas promove ganhos internos na organização, como também impacta diretamente a satisfação dos clientes, ao possibilitar a entrega de produtos mais acessíveis e de maior qualidade.

De forma geral, esta pesquisa visa contribuir para a literatura acadêmica e para as práticas industriais, ao oferecer uma abordagem estruturada e aplicável para a otimização de processos produtivos no setor de equipamentos *fitness*.

1.1 TEMA

O tema deste estudo refere-se à otimização de processos produtivos com referência dos dados da soldagem na empresa *GO UP*, com foco na aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se à análise e otimização dos processos no setor produtivo baseado no equipamento *leg press* articulado.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

A análise do cenário produtivo da empresa revela que a aplicação de métodos de gestão enxuta não é apenas uma necessidade operacional, mas uma oportunidade de validar a eficácia do *Lean Manufacturing* em nichos industriais específicos, como o de equipamentos *fitness*. Embora a literatura sobre o Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) seja vasta em setores automobilísticos e de alta escala, há uma carência de estudos que detalham sua implementação em empresas de pequeno e médio porte em fase de consolidação de mercado. Sob essa ótica, este estudo busca preencher essa lacuna ao documentar como ferramentas diagnósticas podem transformar gargalos operacionais como as inatividades observadas nos processos de lavagem e separação em vantagens competitivas fundamentadas academicamente.

Diante desse cenário, define-se a seguinte questão de pesquisa: de que maneira a aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor pode otimizar os processos produtivos na fábrica *GO UP*, promovendo a transição de um fluxo empírico para um modelo de produção enxuta e eficiente?

Para responder a este problema, a pesquisa propõe uma abordagem estruturada que integra a observação direta no "chão de fábrica" (*Genba*) à análise quantitativa de dados. Ao oferecer um diagnóstico robusto acompanhado de planos de ação específicos (*Kaizens*), o trabalho visa não apenas prover soluções práticas para que a *GO UP* entregue produtos mais competitivos, mas também contribuir para o fortalecimento da literatura acadêmica sobre a aplicação do VSM em setores de bens de capital.

1.4 HIPÓTESES

A partir da problemática apresentada, este estudo fundamenta-se na hipótese de que a aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor no processo produtivo da GO UP permitirá uma redução significativa dos desperdícios identificados, especialmente os tempos de espera na lavagem e separação, resultando em um fluxo mais ágil e na redução do *Lead Time* total do *Leg Press Articulado*. Por outro lado, considera-se a hipótese de que a aplicação da ferramenta possa não atingir os resultados esperados caso as ineficiências identificadas estejam profundamente vinculadas a fatores externos ao controle operacional imediato, ou se a cultura organizacional da empresa apresentar resistência à implementação das melhorias propostas (*Kaizens*), mantendo os índices de produtividade estagnados. Assim, busca-se confirmar se o diagnóstico estruturado é suficiente para promover a transição de um modelo produtivo empírico para um sistema de alto desempenho e eficiência.

1.5 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema deste trabalho fundamenta-se na crescente relevância da indústria *fitness*, que tem apresentado uma expansão significativa nos últimos anos, impulsionada pelo aumento da conscientização em torno da saúde e do bem-estar. Esse crescimento reflete diretamente na demanda por equipamentos de qualidade e na necessidade das empresas do setor de se tornarem mais competitivas no mercado. Nesse contexto, a aplicação do VSM desponta como uma ferramenta estratégica para promover melhorias operacionais e otimizar os processos produtivos.

Além disso, a busca por processos mais enxutos e sustentáveis é uma realidade cada vez mais presente no setor industrial. O VSM, ao ser implementado em fábricas, oferece possibilidades concretas de identificar desperdícios, reduzir custos, melhorar a utilização de recursos e aumentar a eficiência produtiva. Esses benefícios não apenas promovem ganhos internos para a empresa, mas também impactam diretamente a satisfação dos clientes, ao possibilitar produtos mais acessíveis, de alta qualidade e entregues com maior agilidade.

No caso específico da empresa GO UP, a aplicação do VSM pode representar um diferencial estratégico importante, ainda mais relevante por ser uma empresa iniciante no mercado. A relevância desta pesquisa está na contribuição prática para a

empresa, ao propor melhorias que podem ampliar sua capacidade de atender às exigências do mercado *fitness*, fortalecendo sua posição competitiva.

Além disso, este trabalho tem implicações acadêmicas e práticas ao explorar a aplicabilidade do VSM como ferramenta de otimização em um segmento industrial específico. A escolha do tema é justificada pela possibilidade de impactar positivamente a organização, os clientes e o mercado *fitness* em geral, promovendo inovação e eficiência em um setor em constante transformação.

1.6 OBJETIVOS

Segundo Rodrigues e Neubert (2023), os objetivos de uma pesquisa representam aquilo que se almeja alcançar como resultado do estudo, sendo organizados em duas categorias: o objetivo geral, que descreve de forma ampla o propósito principal da investigação, e os objetivos específicos, que detalham as etapas necessárias para o seu pleno alcance.

1.6.1 Objetivo geral

Propor a otimização dos processos produtivos, por meio da aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor.

1.6.2 Objetivos específicos

- a) Aplicar o VSM no contexto do *Lean Manufacturing*, destacando sua relevância para a otimização de processos produtivos;
- b) Identificar os principais gargalos e desperdícios presentes nos processos produtivos da empresa, por meio do levantamento e análise detalhada do fluxo produtivo atual;
- c) Elaborar um plano estratégico baseado no VSM, propondo um estado futuro mais eficiente e alinhado às necessidades da empresa;
- d) Identificar melhorias, avaliar os resultados obtidos e propor a implementação, considerando indicadores de desempenho relacionados à redução de desperdícios, aumento da eficiência e melhoria na qualidade dos processos produtivos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FUNDAMENTOS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (VSM)

O VSM é definido como uma ferramenta visual que permite a análise e o projeto dos fluxos de materiais e informações necessários para a entrega de um produto ou serviço ao consumidor. A origem desta metodologia remonta ao Sistema *Toyota* de Produção, desenvolvido na década de 1950 por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, cujo propósito central era a otimização dos processos produtivos por meio da eliminação sistemática de desperdícios (Rother; Shook, 2003). Segundo os autores, a técnica diferencia-se de outros métodos de mapeamento por considerar não apenas o movimento físico dos itens, mas também o fluxo de informações que gerencia e desencadeia as atividades no chão de fábrica.

A função primordial da ferramenta consiste na distinção entre atividades que agregam valor e aquelas que compõem o desperdício, permitindo que as organizações identifiquem ineficiências latentes em sua cadeia de suprimentos. Conforme Silva e Oliveira (2021), a aplicação do VSM possibilita a redução de custos operacionais e o incremento da qualidade final, resultando em processos produtivos mais enxutos e eficazes. De acordo com essa perspectiva teórica, o mapeamento fornece o suporte necessário para o diagnóstico do estado atual e a projeção de um estado futuro, servindo como base para o planejamento de melhorias contínuas e para a implementação da filosofia Lean no ambiente industrial (Silva; Oliveira, 2021).

2.2 O SISTEMA PRODUTIVO DE EQUIPAMENTOS PARA ACADEMIAS

O sistema produtivo voltado ao segmento fitness é caracterizado pela exigência de alta precisão técnica e rigorosa durabilidade dos materiais, fatores essenciais para garantir a conformidade com normas de segurança e princípios de ergonomia. Este setor sofre influência direta das oscilações e tendências do mercado de saúde e bem-estar, o que impõe às indústrias a necessidade de manter ciclos constantes de inovação e a capacidade de personalização de seus portfólios (Oliveira; Silva; Souza, 2021).

No que tange aos processos de fabricação, a complexidade no desenvolvimento de projetos funcionais demanda a integração de tecnologias avançadas, como a usinagem por Comando Numérico Computadorizado (CNC) e a

soldagem robotizada, visando assegurar um controle de qualidade estrito (Silva; Almeida, 2020). Complementarmente, a eficiência operacional depende de uma cadeia de suprimentos integrada, que sustente o fluxo contínuo de componentes desde os fornecedores até a etapa de montagem final, impactando a competitividade e o desempenho global da organização (Lima, 2019).

2.2.1 Características do setor e suas demandas produtivas

A indústria de equipamentos para academias ocupa uma posição estratégica no crescente mercado *fitness*, impulsionado pela busca por saúde, bem-estar e qualidade de vida (Sebrae, 2024). Trata-se de um setor altamente dinâmico, que exige inovação constante, com produtos cada vez mais tecnológicos e adaptáveis às diversas necessidades dos consumidores.

De acordo com a Fundação Instituto de Administração (Fia, 2022), os consumidores do setor *fitness* vêm demandando soluções que ofereçam conectividade, ergonomia e multifuncionalidade. Esse cenário obriga os fabricantes a se adaptarem de maneira ágil, investindo continuamente em tecnologia e na melhoria de seus processos produtivos.

2.2.2 Principais desafios na fabricação de equipamentos

A fabricação de equipamentos para academias apresenta diversos desafios operacionais. Destacam-se entre os principais: a gestão de custos, a qualificação da mão de obra e a eficiência na cadeia de suprimentos (Lima, 2019).

Um dos maiores obstáculos enfrentados pelas indústrias de bens de capital é o controle dos custos produtivos, devido principalmente à volatilidade dos preços das matérias-primas e à necessidade de garantir altos padrões de qualidade nos produtos (SAME Automação, 2023).

Além disso, a gestão eficiente da cadeia de suprimentos configura-se como outro grande desafio. Conforme destacado pela Neogrid (2021), atrasos na entrega de insumos, falhas na comunicação entre fornecedores e clientes, bem como a baixa visibilidade do processo produtivo, impactam negativamente a produção, elevando os custos e comprometendo a competitividade.

A falta de mão de obra qualificada também afeta diretamente a produtividade. A montagem e o acabamento dos equipamentos exigem precisão e conhecimento

técnico específico, tornando necessária a formação adequada dos operadores (SAME Automação, 2023).

2.2.3 Cadeia de suprimentos e fluxo de produção

A cadeia de suprimentos no setor de equipamentos *fitness* é complexa, exigindo uma integração eficiente entre fornecedores, produção e distribuição. Com o objetivo de minimizar desperdícios e garantir a pontualidade, muitas empresas têm adotado estratégias baseadas na Logística 4.0, que representa a aplicação de tecnologias avançadas e uma evolução significativa na gestão logística (CONIC, 2018).

Segundo estudo publicado no Congresso Nacional de Iniciação Científica (CONIC, 2018), o uso de tecnologias inteligentes na gestão da cadeia de suprimentos permite a otimização do fluxo de materiais e informações, melhorando a capacidade de resposta ao mercado e reduzindo falhas operacionais.

Complementando essa visão, a FIA (2023) afirma que a adoção de práticas modernas na cadeia de suprimentos pode elevar significativamente o nível de serviço ao cliente, reduzir custos e, consequentemente, aumentar a competitividade das empresas no setor *fitness*.

Conforme aponta Lima (2019), a eficiência da cadeia de suprimentos configura-se como um fator determinante para o sucesso das organizações que atuam no mercado de equipamentos para academias. Esta relevância acentua-se diante de um cenário de constantes transformações e alta competitividade, onde a integração entre fornecedores e a montagem final impacta diretamente os resultados institucionais.

2.3 APLICAÇÃO DO VSM NA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS PARA ACADEMIAS

A utilização do VSM na indústria de equipamentos para academias consolida-se como uma estratégia central no âmbito da gestão da produção enxuta. Segundo Rother e Shook (2003), a aplicação desta ferramenta permite a identificação precisa do fluxo produtivo, estabelecendo uma distinção clara entre as atividades que agregam valor ao produto final e aquelas que configuram desperdícios. Esse diagnóstico, consubstanciado na etapa de mapeamento do estado atual, possibilita

uma análise crítica dos gargalos operacionais e fornece os subsídios necessários para a compreensão das principais restrições que comprometem o desempenho da planta.

A partir da fundamentação diagnóstica do fluxo atual, torna-se viável o delineamento de um estado futuro projetado para a otimização sistêmica dos processos. Conforme preconizam Womack e Jones (2004), essa transição visa a estruturação de um modelo de produção mais eficiente, orientado para a eliminação sistemática de perdas e para a redução dos tempos de ciclo. Assim, o VSM atua como um guia para o incremento da eficiência produtiva, assegurando que as intervenções propostas resultem em um fluxo contínuo e na maximização do valor entregue ao mercado.

2.3.1 Identificação do fluxo de valor no processo produtivo

A identificação do fluxo de valor é um dos primeiros passos para entender como funciona a produção dentro de uma empresa. Segundo Rother e Shook (2003), o fluxo de valor envolve todas as atividades necessárias para transformar uma matéria-prima em um produto final, desde o recebimento dos materiais até a entrega para o cliente. Algumas dessas atividades agregam valor ao produto, enquanto outras geram apenas desperdícios.

De acordo com Liker (2005), reconhecer essas etapas é essencial para encontrar oportunidades de melhoria. Muitas vezes, existem problemas escondidos, como excesso de movimentações, longas esperas entre processos, estoques parados e retrabalho. Ao identificar o que realmente agrupa valor, a empresa pode agir para eliminar aquilo que só gera custo e tempo perdido.

Além de olhar para o movimento de materiais, também é importante observar o fluxo de informações, como ordens de produção e liberações de trabalho (Womack; Jones, 2004). Assim, é possível enxergar o processo de forma mais completa, entendendo como as informações e os produtos se movimentam ao longo da produção.

Ohno (1997) destaca que essa identificação precisa ser feita no próprio local onde as atividades acontecem, conhecido como "genba". Somente assim é possível perceber os desperdícios e as falhas que muitas vezes não aparecem nos relatórios.

Outro ponto importante é definir bem o que será mapeado. Para Rother e Shook (2003), é necessário delimitar o início e o fim do fluxo, por exemplo, do recebimento

da matéria-prima até o produto pronto para garantir que todo o processo relevante seja considerado.

2.3.2 Mapeamento do estado atual e análise dos gargalos produtivos

O mapeamento do estado atual é uma etapa fundamental na metodologia do VSM, utilizada para representar de forma visual e analítica o fluxo de materiais e informações no processo produtivo (Rother; Shook, 2003). Segundo esses autores, o objetivo principal dessa fase é identificar atividades que agregam valor ao produto final e atividades que geram desperdícios, permitindo uma compreensão detalhada das ineficiências existentes.

De acordo com Liker (2005), o mapeamento do estado atual possibilita a análise crítica dos processos, revelando gargalos, tempos de espera, estoques intermediários e fluxos desnecessários que prejudicam a eficiência do sistema produtivo. Essas disfunções podem ser causadas por diversos fatores, tais como: desbalanceamento de operações, falta de padronização, problemas na logística interna, baixa qualificação da mão de obra e falhas na comunicação com fornecedores (Neogrid, 2021; SAME Automação, 2023).

Entre os principais gargalos frequentemente observados em processos industriais, destacam-se:

- a) Excesso de estoques intermediários, que eleva os custos de armazenamento e oculta problemas de capacidade produtiva (Ohno, 1997);
- b) Tempos elevados de espera entre operações, ocasionados por descompassos entre os ritmos de produção;
- c) Retrabalho e defeitos, associados à variabilidade dos processos e à ausência de métodos de trabalho padronizados;
- d) Movimentações desnecessárias, geradas por layouts inadequados, que aumentam o tempo de processamento e reduzem a eficiência global;
- e) Atrasos na cadeia de suprimentos, que comprometem a disponibilidade de materiais e impactam negativamente o *lead time* de produção (Neogrid, 2021).

O diagnóstico do estado atual, conforme aponta Womack e Jones (2004), é essencial para estabelecer uma base sólida para o desenvolvimento do estado futuro, já que permite quantificar os desperdícios existentes e priorizar as ações de melhoria. Assim, o mapeamento do fluxo de valor torna-se um instrumento estratégico para

orientar a transformação dos processos produtivos em direção a sistemas mais enxutos e eficientes.

2.3.3 Desenvolvimento do estado futuro e propostas de melhorias

Após a análise do estado atual, a próxima etapa no uso do VSM é o desenvolvimento do estado futuro. Segundo Rother e Shook (2003), o objetivo dessa fase é projetar um fluxo de valor ideal, no qual os desperdícios sejam minimizados e as atividades que agregam valor sejam potencializadas. O estado futuro serve como um guia para a transformação dos processos, indicando como a empresa deve atuar para alcançar níveis superiores de eficiência e qualidade.

De acordo com Womack e Jones (2004), o desenvolvimento do estado futuro deve ser baseado em princípios do *Lean Thinking*, como a criação de fluxo contínuo, a produção puxada pelo cliente e a busca pela perfeição através da melhoria contínua. A visão do estado futuro deve buscar reduzir os tempos de espera, minimizar estoques intermediários, melhorar o balanceamento das operações e otimizar o fluxo de informações.

Para Liker (2005), a construção do estado futuro não é apenas uma representação idealizada, mas sim um plano prático de mudanças, que deve ser estruturado com base em metas realistas e ações concretas. Entre as principais estratégias para alcançar o estado futuro, destacam-se:

- A implementação de sistemas puxados, como o *Kanban*;
- A reorganização do layout produtivo para favorecer o fluxo de materiais;
- A padronização de processos para reduzir a variabilidade;
- O fortalecimento da comunicação interna e da integração com fornecedores.

Segundo Ohno (1997), a implementação de melhorias requer a participação ativa de todos os envolvidos no processo produtivo. Para que a transformação seja efetiva, é essencial envolver operadores, líderes e gestores na identificação de soluções e no monitoramento dos resultados.

Além disso, conforme destacam Womack e Jones (2004), a implementação deve ser feita de maneira gradual e controlada, priorizando ações de alto impacto e baixo custo no início, para gerar ganhos rápidos e estimular o engajamento da equipe.

Assim, o desenvolvimento do estado futuro e a implementação de melhorias são processos estratégicos que permitem transformar os processos produtivos, promovendo maior eficiência, redução de custos e aumento da capacidade de atendimento às demandas do mercado.

2.4 REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS E MELHORIA CONTÍNUA NO PROCESSO PRODUTIVO

No âmbito da indústria de equipamentos para academias, a eficiência operacional está intrinsecamente ligada à capacidade de mitigação de perdas em um mercado que exige alta competitividade e flexibilidade. Conforme Ohno (1997), a compreensão das ineficiências no contexto produtivo fundamenta-se, inicialmente, na identificação dos oito desperdícios clássicos: superprodução, espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento, defeitos, habilidades (*Lean* moderno). Entretanto, as evoluções no sistema *Lean* permitiram identificar um oitavo desperdício crítico, referente ao subaproveitamento das habilidades e do capital intelectual dos colaboradores, o que impede que o conhecimento técnico da força de trabalho seja convertido em melhorias operacionais (Lima; Pereira, 2018).

A superação dessas barreiras ocorre por meio da adoção de estratégias como a padronização de processos, o nivelamento da produção e a implementação de sistemas puxados que, segundo Womack e Jones (2004), são fundamentais para a redução do *lead time*. A integração do oitavo desperdício nesta análise reforça a importância da prática contínua do kaizen, que promove ganhos sustentáveis ao engajar as competências humanas na resolução de problemas. Dessa forma, a aplicação conjunta de ferramentas técnicas e a valorização das habilidades dos colaboradores impactam diretamente na qualidade final dos equipamentos e no posicionamento estratégico da organização no setor (Lima; Pereira, 2018).

2.4.1 Identificação os oito desperdícios no contexto da produção *fitness*

No sistema de produção enxuta (*Lean Manufacturing*), a identificação e a eliminação de desperdícios são fundamentais para a melhoria da eficiência e da competitividade. Segundo Ohno (1997), o fundador do Sistema Toyota de Produção, existem oito tipos clássicos de desperdícios que devem ser reconhecidos e

combatidos nas operações produtivas. Cada um deles impacta diretamente nos custos, nos prazos e na qualidade dos produtos.

Em ambientes de produção de equipamentos para academias, esses desperdícios se manifestam de formas específicas, devido às características do setor, como a diversidade de modelos, a exigência por qualidade no acabamento e a necessidade de customização dos produtos (FIA, 2022).

De acordo com Ohno (1997) e Womack e Jones (2004), os sete desperdícios (oitavo introduzido no *Lean* moderno) e suas relações com a produção *fitness* podem ser descritos da seguinte maneira:

- a) Superprodução: Produzir equipamentos ou componentes em quantidade superior à demanda real gera aumento de estoques, ocupação de espaço e risco de obsolescência, especialmente em um mercado dinâmico como o *fitness*;
- b) Espera: Tempos ociosos entre operações, causados por atrasos na liberação de ordens de produção, problemas na coordenação entre setores ou falta de materiais, afetam diretamente o *lead time* e a capacidade de resposta ao mercado;
- c) Transporte: Movimentações excessivas de estruturas metálicas e peças dentro da fábrica aumentam o risco de danos, elevam custos logísticos internos e reduzem a produtividade;
- d) Processamento desnecessário: Realização de etapas ou retrabalhos que não agregam valor ao equipamento final, como acabamentos excessivos ou ajustes corretivos, refletem falta de padronização dos processos;
- e) Estoques excessivos: Acúmulo de matérias-primas, componentes ou produtos semiacabados, além de imobilizar capital, dificulta a gestão da produção e máscara problemas de fluxo (Neogrid, 2021);
- f) Movimentação desnecessária: Deslocamentos excessivos de operadores para buscar ferramentas, insumos ou componentes indicam falhas no layout produtivo e desperdício de tempo;
- g) Defeitos: Problemas de qualidade em equipamentos *fitness*, como soldas mal executadas ou falhas em sistemas eletrônicos, geram retrabalho, desperdício de materiais e insatisfação do cliente final;

h) Habilidades Não Utilizadas/Talento: A falha em aproveitar a experiência, a criatividade e o conhecimento dos colaboradores de produção e manutenção, limitando a participação deles na solução de problemas, como no projeto Kaizen.

Para Liker (2005), a identificação desses desperdícios é um passo crucial para a construção de processos mais enxutos. Isso requer observação contínua, análise crítica e envolvimento das equipes de produção, manutenção e qualidade.

A partir do mapeamento dos desperdícios, torna-se possível priorizar ações de melhoria, como a reorganização do layout, a implementação de sistemas puxados (*Kanban*), a padronização de procedimentos operacionais e o fortalecimento do controle da qualidade em linha (Rother; Shook, 2003).

2.4.2 Estratégias *Lean* para redução de *Lead time* e aumento da eficiência

O *Lean Manufacturing*, desenvolvido a partir do Sistema Toyota de Produção, tem como objetivo principal eliminar desperdícios e maximizar o valor entregue ao cliente. Segundo Womack e Jones (2004), uma das formas mais efetivas de alcançar esses objetivos é reduzir o *lead time*, o tempo total desde o recebimento do pedido até a entrega do produto e aumentar a eficiência dos processos.

A redução do *lead time* é fundamental para melhorar a capacidade de resposta ao mercado, diminuir estoques e otimizar a utilização dos recursos produtivos. Conforme Rother e Shook (2003), o VSM é a principal ferramenta utilizada para visualizar e compreender os tempos de agregação e de não agregação de valor, servindo de base para o redesenho dos processos em busca de maior agilidade.

Diversas estratégias *Lean* são aplicadas para atingir esses objetivos:

- Produção puxada: Em vez de produzir com base em previsões, o sistema puxado geralmente operacionalizado por meio de cartões *Kanban* busca iniciar a produção somente após a existência de demanda real, reduzindo estoques intermediários e o tempo de espera entre processos (Liker, 2005).
- Fluxo contínuo: De acordo com Womack e Jones (2004), organizar a produção para que os produtos fluam de maneira contínua entre as etapas, sem interrupções ou paradas, é essencial para reduzir o tempo de travessamento do processo e eliminar desperdícios.

- Nivelamento da produção (*Heijunka*): Ohno (1997) destaca que o nivelamento da produção, equilibrando tipos e quantidades de produtos fabricados ao longo do tempo, minimiza variações na carga de trabalho e ajuda a estabilizar os processos, o que resulta na redução de *lead time* e melhora da eficiência geral.
- Padronização do trabalho: A definição clara dos métodos e tempos padrão para a execução das tarefas reduz a variabilidade, facilita o treinamento de operadores e aumenta a confiabilidade dos processos (Liker, 2005).
- Manutenção Produtiva Total (TPM): Manter os equipamentos em boas condições de funcionamento por meio da manutenção preventiva e autônoma reduz paradas inesperadas e perdas de eficiência produtiva (Rother; Shook, 2003).
- Redução de tempos de *setup*: A implementação da metodologia SMED (Single-Minute Exchange of Die), conforme defendido por Shingo (1985), permite a troca rápida de ferramentas e equipamentos, o que diminui o tempo de preparação e aumenta a flexibilidade da produção.

A aplicação integrada dessas estratégias, alinhadas aos princípios *Lean*, proporciona benefícios que vão além da simples redução do *lead time*. Tais práticas resultam simultaneamente na melhoria da qualidade, no aumento da produtividade e na elevação do nível de serviço ao cliente. Em um cenário de mercados dinâmicos e altamente competitivos, como o do setor de equipamentos fitness, a adoção consistente dos princípios *Lean* confere à empresa uma vantagem competitiva decisiva (Deming, 2000).

2.4.3 Impacto da melhoria contínua na competitividade do setor

No setor *fitness*, onde os consumidores buscam cada vez mais equipamentos modernos, ergonômicos e multifuncionais (FIA, 2022), melhorar continuamente se torna uma estratégia de sobrevivência. Empresas que apostam na melhoria contínua conseguem não só aumentar sua eficiência interna, mas também responder mais rápido às mudanças do mercado.

Womack e Jones (2004) afirmam que investir em melhoria contínua traz vários benefícios importantes para a competitividade, como:

- Reduzir custos, eliminando desperdícios no processo produtivo;

- Aumentar a produtividade, deixando as operações mais rápidas e organizadas;
- Elevar a qualidade dos produtos, garantindo equipamentos mais confiáveis e duráveis;
- Agilizar entregas, graças a processos mais enxutos e bem planejados.

Segundo Ohno (1997), mais do que implementar mudanças pontuais, a melhoria contínua ajuda a criar uma cultura onde todos os colaboradores estão atentos a oportunidades de aperfeiçoamento, o que fortalece a empresa no longo prazo.

Ferramentas como o VSM, destacadas por Rother e Shook (2003), ajudam a enxergar com clareza onde estão os gargalos e as oportunidades de melhoria no fluxo de trabalho, facilitando a tomada de decisões.

A melhoria contínua, no contexto das fábricas de equipamentos fitness, transcende a mera boa prática interna, consolidando-se como uma estratégia essencial de mercado. Isso se deve ao fato de que empresas mais eficientes são capazes de entregar produtos de melhor qualidade, apresentar preços mais competitivos e cumprir prazos de entrega mais curtos, fatores decisivos para a aquisição e fidelização de clientes (Deming, 2000). Portanto, a busca incessante pela melhoria é um imperativo para o crescimento e destaque em um setor tão demandante.

2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DO VSM

A utilização de indicadores de desempenho é apresentada como um elemento fundamental para avaliar a eficácia da aplicação do VSM e subsidiar a tomada de decisões no ambiente produtivo. Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009), as principais métricas adotadas para a análise da eficiência operacional incluem o tempo de ciclo, o tempo de *setup*, a taxa de rendimento e o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). O monitoramento contínuo desses parâmetros quantitativos permite não apenas verificar a redução sistemática de desperdícios, mas também mensurar com precisão os ganhos de produtividade e qualidade advindos das intervenções realizadas no fluxo (Rother; Shook, 2003).

Complementarmente à visão quantitativa dos indicadores, a integração de ferramentas analíticas auxilia no aprofundamento da avaliação dos processos industriais. Segundo Werkema (2011), recursos como o diagrama de Ishikawa, os

gráficos de controle e a análise de Pareto são essenciais para identificar as causas raiz das ineficiências detectadas durante o mapeamento. A utilização conjunta dessas metodologias permite que a organização saia da esfera do sintoma e atue diretamente nas origens dos problemas operacionais, garantindo que as melhorias propostas no estado futuro do VSM sejam direcionadas e tecnicamente fundamentadas.

2.5.1 Principais métricas para análise da eficiência produtiva

A análise da eficiência produtiva é fundamental para avaliar o desempenho de processos industriais e identificar oportunidades de melhoria. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), a eficiência está diretamente relacionada ao uso ótimo dos recursos disponíveis para gerar o máximo valor com o mínimo desperdício. Para isso, diversas métricas são utilizadas com o objetivo de medir, controlar e aperfeiçoar os processos produtivos.

Entre as principais métricas destacam-se:

- a) OEE: É um dos indicadores mais completos para avaliação da eficiência dos equipamentos. Segundo Nakajima (1988), ele considera três fatores principais: disponibilidade, desempenho e qualidade. A multiplicação desses fatores gera um índice que mostra o quanto um equipamento é efetivamente produtivo em relação ao tempo disponível;
- b) *Lead time*: Conforme apontado por Womack e Jones (2004), o *lead time* é o tempo total necessário para transformar uma matéria-prima em produto acabado e entregue ao cliente. A redução do *lead time* é um dos principais objetivos das práticas enxutas e está associada ao aumento da flexibilidade e da capacidade de resposta da empresa;
- c) Tempo de Ciclo: O tempo de ciclo refere-se ao tempo necessário para completar uma única unidade de produção, do início ao fim. Rother e Shook (2003) enfatizam que a análise do tempo de ciclo é essencial para equilibrar as linhas de produção e minimizar tempos de espera entre processos;
- d) Tempo de Valor Agregado: é o tempo gasto em atividades que transformam o produto de forma que o cliente esteja disposto a pagar por elas. Representa apenas as etapas que efetivamente agregam valor ao produto final (Rother; Shook, 2003);

- e) Tempo de *Setup*: é o tempo necessário para preparar e ajustar máquinas ou processos na troca de produção entre diferentes produtos ou lotes. Inclui ajustes, trocas de ferramentas e testes antes do reinício da produção (Slack; Chambers; Johnston, 2009);
- f) Taxa de Rendimento (*Yield Rate*): De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), a taxa de rendimento mede a proporção de produtos que passam por um processo sem necessidade de retrabalho ou correções. Altos níveis de rendimento indicam maior eficiência e controle de qualidade;
- g) Índice de Refugos e Retrabalho: A quantidade de peças rejeitadas ou retrabalhadas é um importante indicador da estabilidade do processo. Ohno (1997) destaca que altos índices de defeitos comprometem a eficiência global e aumentam custos ocultos na produção;
- h) Taxa de Utilização de Recursos: Esta métrica avalia a proporção de tempo em que os recursos produtivos (máquinas, operadores) estão efetivamente em uso produtivo, em comparação com sua capacidade total disponível;
- i) *First Pass Yield (FPY)*: Indicador que mede a quantidade de produtos que passam pelo processo de fabricação sem apresentar defeitos na primeira tentativa, sem a necessidade de ajustes ou retrabalho.

Slack, Chambers e Johnston (2009) argumentam que a escolha das métricas deve estar alinhada aos objetivos estratégicos da organização. Além disso, o monitoramento sistemático dos indicadores é crucial para apoiar programas de melhoria contínua e para fortalecer a competitividade industrial.

2.5.2 Monitoramento da redução de desperdícios e aumento da produtividade

Reducir desperdícios e aumentar a produtividade são dois dos principais objetivos de qualquer empresa que queira se manter competitiva, especialmente em ambientes industriais. Para garantir que as ações de melhoria estejam realmente funcionando, é fundamental fazer um monitoramento constante dos processos (Rother; Shook, 2003).

De acordo com Rother e Shook (2003), acompanhar de perto as mudanças implantadas ajuda a entender o que está funcionando e o que ainda precisa ser ajustado. Para isso, é importante definir indicadores claros que mostram, de forma prática, se os desperdícios estão diminuindo e se a produtividade está aumentando.

Liker (2005) aponta que existem alguns desperdícios que merecem atenção especial, como excesso de estoques, esperas desnecessárias, movimentações sem valor, produção além da demanda, processos desnecessários, além de defeitos e retrabalho.

Uma boa prática para monitorar esses pontos é usar ferramentas visuais, como quadros de gestão à vista e gráficos de desempenho. Esses recursos ajudam toda a equipe a enxergar os resultados no dia a dia e se envolver nas melhorias (Silva; Oliveira, 2021).

Ohno (1997) reforça que o monitoramento deve ser feito diretamente no local onde as atividades acontecem, chamado de Genba. Observar o trabalho de perto traz informações reais sobre o processo, e não apenas dados de relatórios que podem esconder problemas importantes.

Quando se fala em produtividade, Slack, Chambers e Johnston (2009) lembram que algumas métricas são muito úteis para acompanhar o desempenho, como:

- OEE (Eficiência Global dos Equipamentos);
- Taxa de produção por hora;
- Tempo de ciclo;
- Percentual de produtos com defeito ou retrabalho.

Além de medir o que já foi feito, acompanhar esses indicadores permite identificar novas oportunidades de melhoria e manter o ritmo do processo de mudança.

Segundo Womack e Jones (2004), monitorar os resultados é o que garante que a melhoria contínua se torne parte da cultura da empresa, impedindo que os antigos desperdícios voltem e incentivando a equipe a buscar sempre novas formas de fazer melhor.

2.5.3 Ferramentas complementares ao VSM na análise de desempenho

O VSM é uma ferramenta bastante eficaz para visualizar como o processo produtivo funciona e identificar onde estão os desperdícios (Rother; Shook, 2003). Mas, para fazer uma análise de desempenho ainda mais completa e detalhada, é muito útil combinar o VSM com outras ferramentas que ajudam a entender melhor os problemas e a encontrar soluções mais rápidas e práticas.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o uso conjunto de diferentes ferramentas facilita a investigação das causas dos problemas e melhorar as decisões sobre onde agir primeiro. Entre as ferramentas que mais ajudam nesse processo, podemos destacar:

- a) Diagrama de *Ishikawa* (ou Espinha de Peixe): Como explica Ishikawa (1986), esse diagrama organiza de forma visual todas as possíveis causas de um problema, facilitando a análise e a identificação de onde estão os pontos que precisam ser corrigidos;
- b) 5 Porquês: Ohno (1997) defende o uso da técnica dos 5 Porquês para chegar à causa raiz de um problema. A ideia é perguntar "por quê?" várias vezes (geralmente cinco) até descobrir o verdadeiro motivo de uma falha no processo;
- c) Gráficos de Controle: De acordo com Montgomery (2009), os gráficos de controle ajudam a monitorar se o processo está estável ou se está variando mais do que deveria, o que pode indicar problemas que precisam ser resolvidos;
- d) Análise de Pareto: Juran (1992) mostra que o princípio de Pareto (80/20) é muito útil para focar nos problemas que causam a maior parte dos efeitos negativos. Assim, é possível priorizar o que realmente importa;
- e) Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência): Esta matriz serve para ajudar a decidir o que deve ser resolvido primeiro, classificando os problemas pela gravidade, pela urgência e pela tendência de piorar;
- f) *SMED* (*Single-Minute Exchange of Die*): Como descrito por Shingo (1985), essa técnica é voltada para reduzir drasticamente o tempo de setup das máquinas, aumentando a velocidade de produção e reduzindo o tempo parado.

Juntas, essas ferramentas tornam a análise de desempenho muito mais completa. Como afirma Liker (2005), usar várias abordagens ao mesmo tempo fortalece a capacidade da empresa de identificar e resolver problemas de forma contínua, melhorando a eficiência e a qualidade dos processos.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi estruturada com base em uma abordagem prática e aplicada, combinando técnicas do *Lean Manufacturing* e ferramentas de mapeamento e análise de processos produtivos. A seguir, detalham-se os métodos e técnicas utilizados:

3.1 ESTUDO DE CASO

A presente pesquisa adotou uma abordagem quantitativa, por meio de um estudo de caso único, classificado como uma investigação exploratória quanto aos objetivos. O estudo será realizado in loco, na empresa GO UP. O período da pesquisa compreenderá os meses de março e abril de 2025, e os sujeitos da pesquisa foram os colaboradores diretamente envolvidos nas etapas do processo produtivo. Essa abordagem permitirá a compreensão detalhada dos fenômenos observados dentro de seu contexto real, conforme a proposta metodológica de Yin (2015) para estudos de caso.

3.2 OBSERVAÇÃO DIRETA NO AMBIENTE PRODUTIVO (GENBA)

Para levantamento de informações do processo produtivo, será utilizada a observação direta no local onde as atividades ocorrem (princípio do Genba). Essa prática permitirá registrar tempos de operação, tempos de espera, movimentações de materiais, estoques intermediários e outras informações relevantes, com base na metodologia defendida por Ohno (1997).

3.3 FILMAGEM DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

A etapa de coleta de dados será iniciada com a filmagem dos processos de fabricação do equipamento, utilizando um aparelho celular. Essa abordagem se mostra adequada devido à complexidade construtiva e ao elevado tempo de produção do equipamento, o que justifica sua escolha como objeto de análise. A gravação dos processos permitirá um registro fiel e detalhado das atividades realizadas no ambiente produtivo, garantindo maior precisão na mensuração dos tempos de operação. Conforme orientações de Rother e Shook (2003), a observação direta e o uso de registros visuais são estratégias eficazes para mapear com clareza o fluxo produtivo e identificar oportunidades de melhoria.

3.4 EXTRAÇÃO DOS DADOS A PARTIR DOS VÍDEOS

A coleta de dados relativos ao desempenho dos processos será realizada por meio da técnica de cronometragem direta, com o apoio das gravações realizadas utilizando o aparelho celular. Serão cronometrados:

- **Tempo de Ciclo (*Cycle Time – C/T*):** é o tempo total necessário para produzir uma unidade de produto, do início ao fim do processo (Slack; Chambers; Johnston, 2009);
- **Tempo de Setup (*Changeover Time – C/O*):** é o tempo gasto para ajustar, preparar ou trocar ferramentas e máquinas entre a produção de diferentes produtos ou lotes (Rother; Shook, 2003);
- **Tempo de Espera entre Operações:** é o intervalo em que o item permanece inativo, aguardando para ser processado na próxima etapa do fluxo de produção (Womack; Jones, 2004).

3.5 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS EM PLANILHAS

Após a coleta, os dados serão organizados em planilhas eletrônicas com o objetivo de sistematizar as informações obtidas e facilitar a análise quantitativa. Os tempos registrados serão categorizados por tipo e relacionados às respectivas etapas do processo. Essa organização permitirá a criação de um panorama claro do desempenho produtivo, possibilitando a aplicação posterior do VSM. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a estruturação dos dados de forma visual e acessível é fundamental para apoiar a tomada de decisão e a identificação de gargalos.

3.6 CONSTRUÇÃO DO VSM – ESTADO ATUAL

O VSM será aplicado para representar graficamente o estado atual do fluxo de materiais e informações, identificando atividades que agregam valor e atividades que geram desperdícios.

A construção do VSM seguirá os padrões metodológicos apresentados por Rother e Shook (2003), estruturando:

- **Fluxo físico de materiais:** movimentação dos insumos e produtos ao longo do processo produtivo, desde o recebimento até a expedição;

- Fluxo de informações (PCP e comunicação com a produção): troca de dados e instruções entre os setores de planejamento e controle da produção (PCP) e a operação, que orienta a sequência, ritmo e prioridades da produção;
- Estoques intermediários: quantidades de materiais ou produtos parcialmente processados que aguardam a próxima etapa de produção;
- Indicadores de desempenho (*Lead time*, Tempo de Valor Agregado): métricas que avaliam a eficiência do processo; *Lead time* é o tempo total para completar um ciclo de produção, enquanto o Tempo de Valor Agregado representa apenas o tempo efetivamente dedicado a atividades que agregam valor ao produto.

3.7 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS COM BASE NO LEAN MANUFACTURING

Com base na filosofia *Lean* de Ohno (1997), será realizada a identificação dos oito tipos clássicos de desperdícios:

- Superprodução;
- Espera;
- Transporte;
- Processamento desnecessário;
- Estoques excessivos;
- Movimentação desnecessária;
- Defeitos;
- Habilidades não utilizadas.

Essa análise terá como objetivo detectar gargalos e ineficiências ao longo do processo de fabricação, contribuindo para a elaboração de propostas de melhoria.

3.8 ANÁLISE DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

A avaliação dos ganhos em produtividade e eficiência será realizada por meio do monitoramento de indicadores-chave, tais como:

- OEE (*Overall Equipment Effectiveness*);
- *Lead time*;
- Tempo de valor agregado;
- Tempo de Ciclo;

- Tempo de setup.

Esses indicadores fornecem uma base quantitativa para medir o impacto das propostas de melhoria.

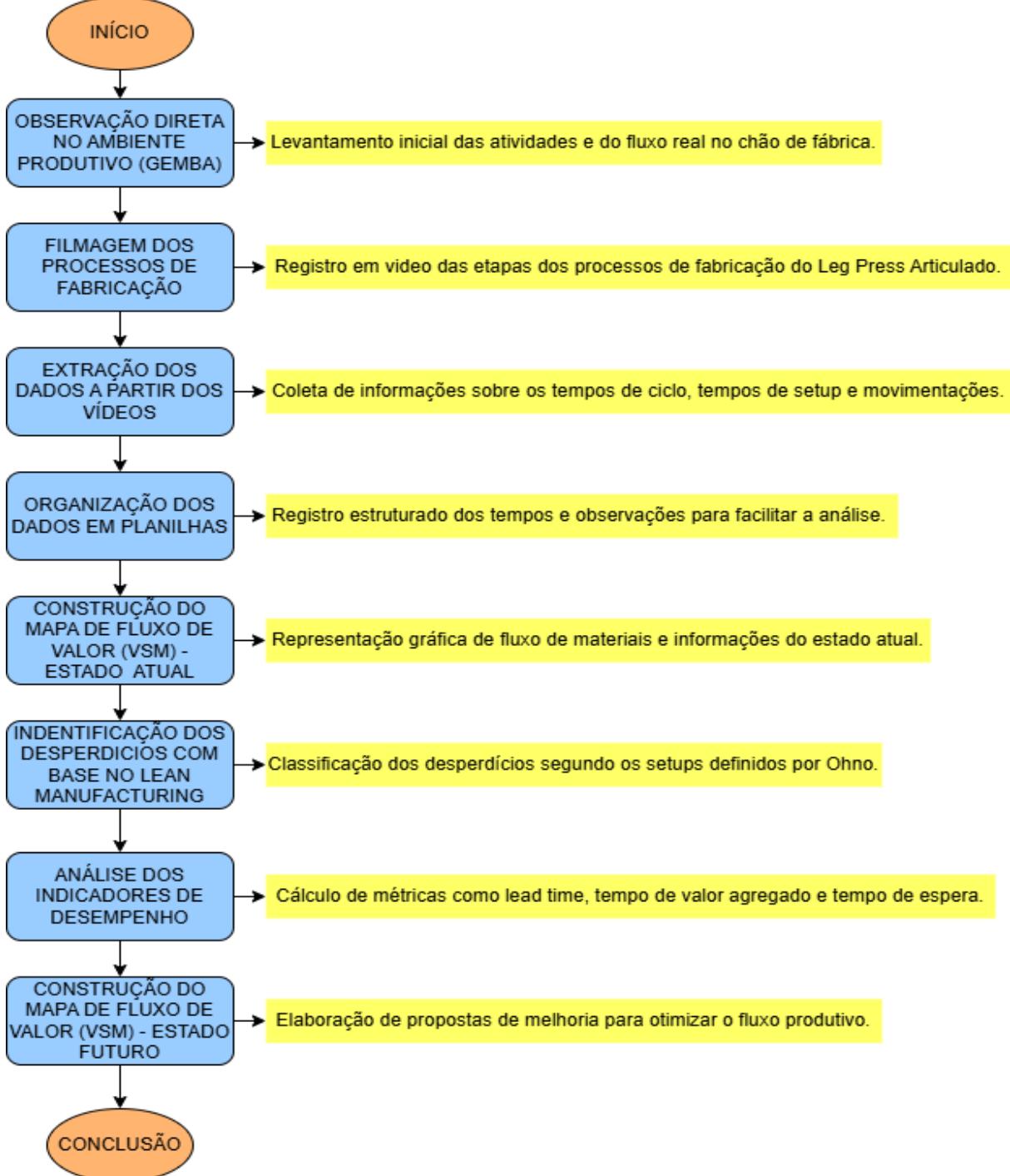
A avaliação do impacto das propostas de melhoria exige um monitoramento rigoroso de indicadores-chave (KPIs). A seguir, detalha-se o método de cálculo de cada indicador listado, fornecendo a base quantitativa necessária para medir os ganhos em produtividade e eficiência.

3.9 CONSTRUÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR (VSM) – ESTADO FUTURO

Com base nos dados coletados e analisados, será desenvolvido um Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro, indicando melhorias viáveis para a redução dos desperdícios, otimização do fluxo de produção e aumento da produtividade. As propostas seguiram princípios do *Lean Manufacturing* como fluxo contínuo, produção puxada e nivelamento de produção (*Heijunka*), conforme descrito por Womack e Jones (2004).

Na Figura 1, apresenta-se o fluxograma que resume as etapas metodológicas realizadas no presente estudo, desde a observação inicial no chão de fábrica até o desenvolvimento do Mapa de Estado Futuro. Esse diagrama tem o objetivo de ilustrar de forma clara e sequencial o percurso adotado para a aplicação do VSM no processo de fabricação do *Leg Press Articulado*:

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Dessa forma, a aplicação do método segue uma sequência lógica e estruturada, iniciando pela coleta de dados no "chão de fábrica" e culminando na proposição de melhorias fundamentadas tecnicamente. Conforme destacam Silva et al. (2021), esse encadeamento de etapas é essencial para garantir que o diagnóstico do estado atual reflita a realidade operacional, permitindo que o planejamento do estado futuro e a definição dos planos de ação (Kaizens) sejam direcionados à

eliminação efetiva dos desperdícios identificados. Portanto, o rigor na execução deste fluxo metodológico assegura a validade dos resultados e a viabilidade da otimização proposta para o sistema produtivo da GO UP.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste momento, será apresentado a execução prática do trabalho, detalhando como a metodologia planejada foi aplicada no ambiente de produção. A partir da observação direta GENBA e da filmagem das etapas de fabricação, foi possível extrair e organizar os dados de tempo e movimentação. Estes dados alimentaram a construção do VSM do estado atual, permitindo diagnosticar, de forma visual e quantitativa, os gargalos e as fontes de desperdício (Muda) no processo. A análise subsequente dos indicadores de desempenho forneceu a base para a definição de propostas de melhoria (*Kaisens*) e, consequentemente, para a elaboração do VSM do estado futuro, onde demonstra-se o potencial de otimização do fluxo produtivo.

4.1 PREPARAÇÃO E CRONOMETRAGEM DOS PROCESSOS (REFERÊNCIA DOS DADOS DO PROCESSO DE SOLDAGEM)

A fase inicial consistiu na aplicação direta dos conhecimentos de Engenharia de Produção. O foco foi garantir a precisão dos dados, crucial para identificar os gargalos reais.

- Seleção da Ferramenta: Utilizou-se a ferramenta de VSM para mapear o fluxo de valor do produto *leg press* articulado. Apresentado nos apêndices A e B.
- Preparação da Medição: Os processos foram gravados com um celular posicionado em um tripé (figura 2), garantindo um ângulo de visão estável e completo da execução da atividade, minimizando o *Efeito Hawthorne* (alteração do comportamento do operador ao ser observado).

Figura 2 – Gravação com utilização de celular e tripé



Fonte: o autor, 2025

- Cronometragem e Observação: A cronometragem foi realizada através da análise das gravações (vídeo-análise), com o registro detalhado dos tempos de cada elemento da tarefa, demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Registro detalhado dos tempos da soldagem

ITEM/ DESCRIÇÃO:	CLIENTE:	PROJETO	
Leg Press Articulado	GO UP		
ETAPA DO PROCESSO	PLANTA:		
Soldagem	Interna		
ESTATÍSTICAS DE PROCESSO		Nº DE CAVIDADES DA FERRAMENTA:	
		OP.01	9474 s
		OP.02	0 s
		OP.03	0 s
SEQ	ATIVIDADE	OPER.	MÁQ.
01	Colocou o conjunto na bancada.	OP.01	30
02	Equipando os EPIS.	OP.01	47
03	Processo de soldagem.	OP.01	12
04	Visualização e movimentação na bancada.	OP.01	4
05	Processo de soldagem.	OP.01	7
06	Visualização e movimentação na bancada.	OP.01	7
07	Processo de soldagem.	OP.01	8
08	Visualização e movimentação na bancada.	OP.01	7
09	Processo de soldagem.	OP.01	5
10	Visualização e movimentação na bancada.	OP.01	5
11	Processo de soldagem.	OP.01	8
12	Visualização e movimentação na bancada.	OP.01	7
13	Processo de soldagem.	OP.01	8
14	Visualização e movimentação na bancada.	OP.01	4
15	Processo de soldagem.	OP.01	5

Fonte: o autor, 2025

- Classificação de Atividades: Cada segundo cronometrado foi rigorosamente classificado nas três categorias do *Lean* utilizando uma tabela dinâmica para agrupar as atividades iguais somando os seus respectivos tempos, conforme figura 3.
 - NNVA (Não Agrega Valor, mas necessário): Atividade obrigatória por lei ou por restrições tecnológicas atuais (ex: inspeções obrigatórias, tempo de secagem inerente);
 - NVA (Não Agrega Valor - Desperdício): Atividade que pode ser eliminada imediatamente (ex: Espera, transporte, movimentação desnecessária);

- VA (Valor Agregado): Atividade que transforma o produto (e pela qual o cliente está disposto a pagar).

Figura 3 – Classificação das atividades do processo de solda

CLASSIFICAÇÃO	TEMPOS
NNVA	5067
NVA	175
VA	4232
Total Geral	9474

Fonte: o autor, 2025

A mensuração detalhada dos tempos forneceu a base quantitativa necessária para o diagnóstico dos gargalos reais. Desse modo, o estudo cumpriu seu objetivo, apresentando um panorama sólido do fluxo de valor atual, o qual serve como ponto de partida crucial para a proposição de estratégias de otimização focadas na eliminação de desperdícios e na maximização da eficiência operacional.

4.2 APRESENTAÇÃO DO FLUXO DE VALOR ATUAL

Nesta seção, o mapa atual é apresentado no Apêndice A. Os dados são tabulados e a ineficiência do processo é demonstrada de forma numérica. O VSM do estado atual revelou um fluxo do tipo **Push (Empurrar)**, caracterizado por longos períodos de espera e elevado inventário em processo (WIP) entre os 10 processos identificados (P1 a P10).

4.2.1 Resultados da cronometragem e classificação dos tempos

O quadro 1 sumariza os dados coletados do VSM atual, Apêndice A. O indicador mais crítico identificado foi o **Tempo de Espera**, que representa o desperdício puro (Muda de Espera) acumulado entre os processos.

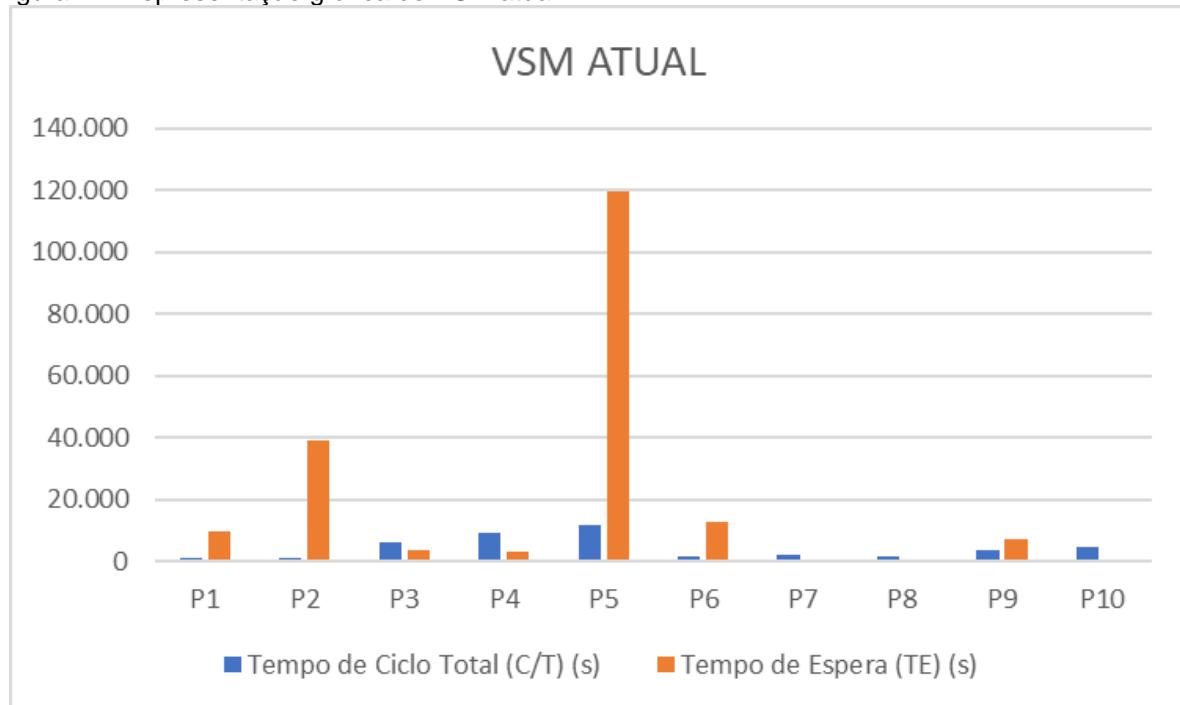
Quadro 1 – Dados detalhados do VSM do estado atual (tempos em segundos)

Processo	Descrição	Tempo de Ciclo Total (C/T) (s)	Tempo de Espera (TE) (s)	Motivo do Tempo de Espera
P1	DESCARREGAMENTO	1.341	10.020	Corte de embalagem e separação manual.
P2	SEPARAÇÃO	1.165	39.060	Espera por prioridade de produção (Gargalo de Gestão).
P3	PRÉ-MONTAGEM	6.428	3.900	Espera por P3.
P4	SOLDADURA	9.474	3.060	Espera por P4.
P5	ACABAMENTO PÓS-SOLDADA	11.900	119.520	Falha de manutenção no lava-jato (Quebra).
P6	LAVAGEM	1.928	12.600	Tempo de secagem natural (Restrição Tecnológica).
P7	LIXAMENTO	1.980	897	Espera por P8.
P8	PINTURA	1.740	540	Espera por P9.
P9	SECAGEM	3.600	7.200	Tempo de resfriamento e manuseio.
P10	PÓS-MONTAGEM	4.500	0	Equipamento finalizado.
TOTAIS		44.056 s	196.797 s	

Fonte: o autor, 2025

A figura 4 consolida os dados cronometrados no ambiente produtivo, evidenciando uma desproporção crítica entre o esforço de fabricação e os períodos de inatividade. Observa-se que, enquanto o Tempo de Ciclo total (C/T) soma 44.056 segundos, o Tempo de Espera (TE) atinge a marca de 196.797 segundos. Essa métrica revela um fluxo de valor severamente impactado por atividades que não agregam valor, indicando que o produto permanece a maior parte do tempo aguardando processamento, o que eleva substancialmente o *Lead Time* total do *Leg Press Articulado*.

Figura 4 – Representação gráfica do VSM atual



Fonte: o autor, 2025

A análise visual da figura 6 permite identificar com precisão os principais ofensores da eficiência produtiva na GO UP. O gráfico de colunas destaca os processos de Separação (P2) e Lavagem (P5) como os maiores gargalos operacionais; no primeiro caso, a espera decorre de falhas na priorização da produção (gargalo de gestão), enquanto no segundo, a inatividade é agravada por quebras mecânicas no equipamento de lava-jato (119.520 segundos). Diante desse diagnóstico, a otimização do fluxo exige ações imediatas voltadas ao ajuste do planejamento e controle da produção, aliadas a um plano de manutenção preventiva rigoroso, visando a eliminação sistemática desses desperdícios.

4.2.2 Análise Crítica dos Indicadores Chave do VSM Atual

A análise dos resultados demonstrou uma severa ineficiência operacional:

- **Tempo Total de Ciclo (C/T):** 44.056 segundos.
- **Tempo Total de Ciclo (VA):** 25.897 segundos.
- **Tempo Total de Ciclo (NNAV e NAV):** 19.245 segundos.
- **Tempo Total de Espera:** 196.797 segundos.
- **Lead Time Total:** 222694 segundos (7,63 dias).

A métrica de Eficiência do Fluxo (%VA no Lead Time) foi calculada conforme a equação 1:

$$VA = \frac{\text{Tempo Total de Ciclo (VA)}}{\text{Lead Time Total}} \times 100 = \frac{25.897\text{s}}{222.694\text{s}} \times 100 = 11,63\% \quad (1)$$

O resultado do VSM atual, apresentado no Apêndice A, revela uma baixa eficiência do processo, com apenas 11,63% de Valor Agregado (VA). Este índice é crítico, pois indica que aproximadamente 88,37% do tempo que o produto passa no chão de fábrica é classificado como desperdício (NVA - Não Agrega Valor).

O processo P5 constitui o gargalo primário do fluxo, decorrentes exclusivamente de falhas de manutenção e quebras. Esta constatação direciona a estratégia de melhoria para a urgente intervenção na confiabilidade dos equipamentos. A transformação significativa do fluxo de valor e o aumento da eficiência dependem, portanto, da implementação prioritária de um plano de

Manutenção Produtiva focado em garantir a estabilidade operacional e eliminar a causa-raiz da inatividade do processo.

4.3 PROPOSIÇÃO DE INTERVENÇÕES (KAIZENS)

Com o foco em elevar a eficiência do fluxo, a estratégia de intervenção concentrou-se em eliminar as causas raízes dos desperdícios (*Muda*) sem a necessidade de reestruturação *layout*, que já se mostrou adequada ao fluxo. Os *Kaizens* propostos visam otimizar a gestão e a tecnologia dos processos.

4.3.1 *Kaizen* de manutenção e gestão da produção

As intervenções propostas atacam os maiores volumes de desperdício relacionados à falha de recursos e à gestão da demanda, demonstrando um foco estratégico na otimização do *OEE* e na estabilidade do fluxo produtivo. O *Kaizen* de manutenção visa aumentar a disponibilidade (A) dos equipamentos (como o Lava-Jato P5, utilizado para a lavagem dos conjuntos para aumentar a qualidade da pintura) por meio da implementação de Manutenção Autônoma e Preventiva, reduzindo o desperdício de espera causado por quebras não programadas. Simultaneamente, o *kaizen* de gestão da produção busca resolver a instabilidade do fluxo e a priorização incorreta por meio da introdução do *Heijunka* e do *Kanban*, garantindo que o recurso correto esteja disponível no momento exato, alinhando a capacidade com a demanda e eliminando a espera por gestão. Este ataque duplo garante que tanto a confiabilidade do recurso quanto a qualidade do planejamento sejam elevadas, resultando em uma redução significativa do *Lead Time* e dos custos operacionais.

4.3.1.1 *Kaizen* 1 (Proposta de manutenção produtiva total)

A espera de 119.520 segundos devido à quebra do equipamento (Lava-Jato) será eliminada pela implementação de um programa de manutenção autônoma e preventiva, seguindo os pilares do TPM (Manutenção Produtiva Total). Esta ação visa elevar a disponibilidade do equipamento a patamares próximos de 90%.

4.3.1.2 Plano de ação *Kaizen* de manutenção (P5)

O plano de ação visa resolver o problema de quebra do equipamento, responsável pela perda de 119.520 segundos (cerca de 4 dias) de espera. A estratégia

central é a eliminação da causa-raiz das falhas por meio da estruturação de um sistema robusto de manutenção, baseado nos pilares da TPM: Manutenção Autônoma e Manutenção Preventiva.

4.3.1.3 Estrutura do plano de ação

Para garantir a execução eficaz e rastreável das ações de manutenção, o plano estratégico é formalizado na matriz 5W2H, que transforma a estratégia do TPM em um roteiro de trabalho claro. A matriz estabelece o quê (*What*) será realizado, focando na implementação dos pilares manutenção autônoma e manutenção preventiva. Ao definir quem (*Who*) fará (operadores versus manutenção/engenharia) e como (*How*), o 5W2H serve como uma ferramenta essencial de gestão visual e controle, garantindo que as responsabilidades sejam transferidas e que a metodologia de intervenção (CILAS e Planos Mestres) seja aplicada corretamente. A seguir, é apresentada o quadro 2 5W2H que detalha as ações para o *Kaizen* de manutenção.

Quadro 2 – 5W2H: Estrutura do plano de ação *Kaizen* de manutenção (P5)

W/H	Pergunta	Resposta (Ação)	Detalhamento do Plano de Ação
What?	O que será feito?	Implementação de um programa estrutural de Manutenção Produtiva Total (TPM).	Divisão em duas frentes de trabalho: Manutenção Autônoma e Manutenção Preventiva.
Why?	Por que será feito?	Garantir a disponibilidade de 90% do equipamento Lava-Jato (P5).	Evitar a deterioração forçada, eliminar a causa-raiz das falhas e liberar a manutenção para tarefas complexas.
Who?	Quem fará?	Operadores (para a manutenção autônoma) e equipe de manutenção com suporte da engenharia (para a manutenção preventiva).	Os operadores delegarão as 4 Ações CILAS (Limpeza, Inspeção, Lubrificação e Ajustes).
When?	Quando será feito?	Imediatamente após a aprovação do Kaizen.	A duração total dependerá do cronograma de cada fase (treinamento, análise de histórico e criação de planos mestres).
Where?	Onde será feito?	No equipamento e na área de planejamento e manutenção.	A implementação do checklist de 1º Nível ocorre no chão de fábrica.
How?	Como será feito?	Delegando tarefas (manutenção autônoma) e criando padrões (manutenção preventiva).	Manutenção autônoma: Foco nas 4 Ações CILAS. Manutenção preventiva: Análise de histórico de falhas e criação de um plano mestre fixo de revisões e inspeções preditivas.
How much?	Quanto custará?	R\$ 17.150,00	Os custos envolvem treinamentos, mão de obra especializada, aquisição de peças críticas, equipamentos e ferramentas.

Fonte: o autor, 2025

O plano de ação atinge sua máxima coerência operacional, pois cada ação necessária para alcançar a disponibilidade de 90% do lava-jato está devidamente mapeada e atribuída. O documento se torna a referência auditável do projeto *Kaizen*, permitindo que a gestão monitore o progresso ("When") e verifique se o objetivo estratégico (*Why*) de eliminar a espera de 119.520 segundos está sendo cumprido dentro dos custos e métodos definidos. Esta formalização assegura que a implementação do TPM transcorra de forma disciplinada, minimizando desvios e maximizando o impacto da melhoria.

4.3.1.4 Abordagem do *checklist* tabelado (manutenção de 1º nível)

O *checklist* é a principal ferramenta da manutenção de primeiro nível (parte da manutenção autônoma). Ele transforma tarefas básicas e dispersas em um padrão de trabalho diário, obrigatório e auditável para o operador.

Ao padronizar a inspeção e a limpeza, o *checklist* garante que o operador desenvolva um senso de propriedade pelo equipamento, permitindo a detecção precoce de anomalias antes que elas evoluam para uma quebra grave.

No quadro 3 foi criado um modelo simples e objetivo para exemplificar a aplicação prática de um *checklist* de manutenção autônoma para o lava-jato:

Quadro 3 – Modelo de *checklist* de manutenção de primeiro nível

Checklist de Manutenção Autônoma				
Item	Ponto de Inspeção / Ação	Frequência	Se "Não OK" (Ação Breve)	Status
1	Limpeza Geral do Equipamento (Livre de sujeira e vazamentos)	Diária	Limpar e Registrar Origem do Vazamento.	
2	Vazamentos Visíveis (Mangueiras e Conexões)	Diária	Isolar e Chamar Manutenção Urgente.	
3	Nível de Óleo da Bomba (Entre Mínimo e Máximo)	Diária	Completar Nível (Se Houver Óleo Aprovado).	
4	Ruídos ou Vibrações Estranhas (Motor/Bomba)	Semanal	PARADA IMEDIATA e Chamar Manutenção.	
5	Condição dos Cabos Elétricos (Sem cortes ou danos)	Semanal	Não Ligar. Chamar Manutenção Elétrica.	
6	Fixação da Base (Sem parafusos soltos ou faltando)	Mensal	Reapertar e/ou Solicitar Parafusos.	

Data: _____

Assinatura Operador: _____

Assinatura Gestor: _____

Fonte: o autor, 2025

A operacionalização deste instrumento no posto de lavagem (P5) atua diretamente na mitigação da principal causa de desperdício por inatividade detectada no mapeamento do estado atual. Ao estabelecer rotinas claras de verificação de níveis de óleo, inspeção de vazamentos e monitoramento de ruídos, o checklist prevê que falhas simples evoluam para paradas críticas, transformando a manutenção em um processo proativo e compartilhado com o operador. Assim, a padronização dessas

inspeções não apenas preserva a integridade do ativo, mas é fundamental para garantir a fluidez do fluxo produtivo e a redução sustentável do lead time na fabricação do *Leg Press Articulado*.

4.3.1.5 Orçamento estimado para a implementação do *Kaizen* (TPM)

O investimento **estimado** detalhado na figura de custos é estritamente estratégico, visando substituir o custo alto e imprevisível das quebras (responsáveis pela perda de 119.520 segundos de produção) por um gasto planejado e controlado em prevenção, que garantirá a meta de 90% de disponibilidade. Os recursos serão alocados em duas frentes principais: na capacitação de pessoas e padronização de processos (treinamento de operadores e horas de engenharia para criar o plano mestre e o *checklist* de manutenção autônoma) e na aquisição de recursos materiais (estoque de segurança de peças críticas e ferramentas preditivas), componentes essenciais que garantem que o investimento inicial trará um alto Retorno sobre o Investimento (ROI), validando economicamente o projeto *Kaizen*.

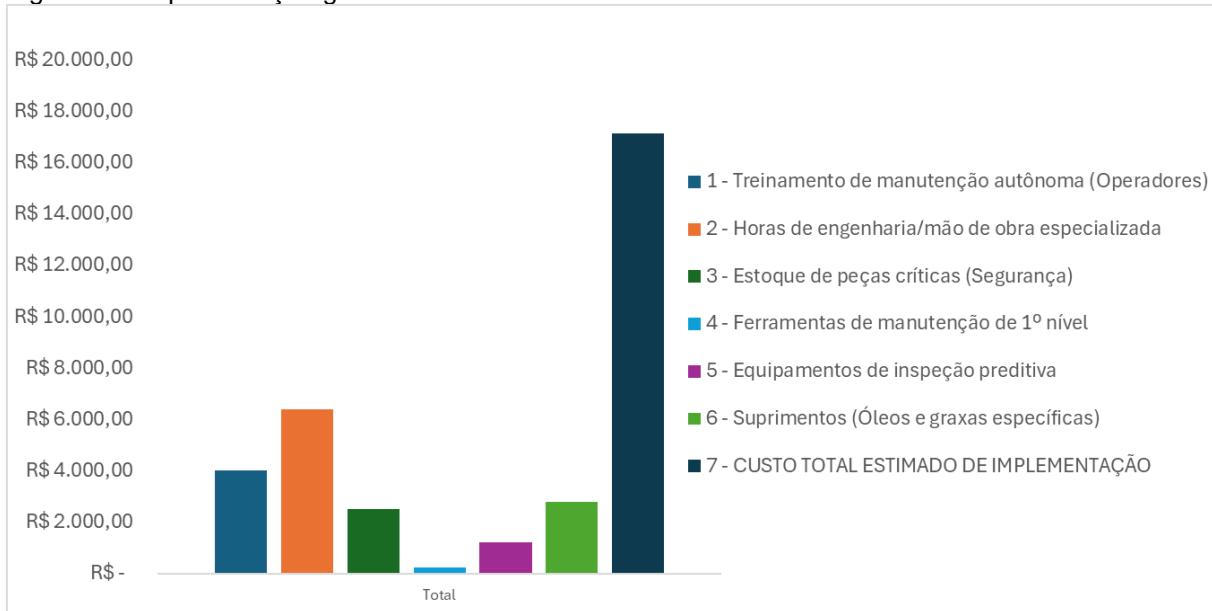
Atenção: Os valores apresentados no quadro 4 são estimativas iniciais e servem como base para a aprovação orçamentária do projeto. Eles estão sujeitos a variações baseadas em cotações reais de mercado (fornecedores, serviços e horas técnicas).

Quadro 4 – Implementação do plano de ação com custos estimados

Item	Investimento Inicial	Descrição do Valor Estimado	Base de Cálculo Utilizada	Custo Total Estimado (R\$)
1	Treinamento de manutenção autônoma (Operadores)	Capacitação da equipe de produção nos 7 passos da manutenção autônoma (Limpeza, Inspeção, Padrões, etc.).	1 dia (8 horas) de treinamento prático, incluindo material didático e hora-aula do instrutor. (8h x R\$500/h)	R\$ 4.000,00
2	Horas de engenharia/mão de obra especializada	Tempo dedicado pela engenharia e manutenção para análise de falhas, criação de planos de MP, e elaboração/validação de checklists.	Estimativa de 80 horas totais de dedicação para estruturar o programa. (80h x R\$80,00/h)	R\$ 6.400,00
3	Estoque de peças críticas (Segurança)	Compra de peças com maior histórico de falha (ex: selos, válvulas, anéis de vedação, filtros) para intervenção imediata da MP.	Estimativa de custo para um kit de reposição de "primeira emergência".	R\$ 2.500,00
4	Ferramentas de manutenção de 1º nível	Kits de limpeza padronizados, bandejas de contenção de vazamento, e materiais de lubrificação de uso diário.	Custo para 1 kit completo por posto de trabalho.	R\$ 250,00
5	Equipamentos de inspeção preditiva	Termômetro infravermelho (para motor), estetoscópio industrial (para ruído/vibração), ferramentas essenciais para a MP.	Custo médio de compra dos dois equipamentos.	R\$ 1.200,00
6	Suprimentos (Óleos e graxas específicas)	Aquisição inicial de lubrificantes e graxas de alta performance e específicos para o equipamento (melhora a vida útil).	Custo para um estoque inicial de 6 meses.	R\$ 2.800,00
7	CUSTO TOTAL ESTIMADO DE IMPLEMENTAÇÃO			R\$ 17.150,00

Fonte: o autor, 2025

Figura 5 – Representação gráfica da estimativa de custos da TPM



Fonte: o autor, 2025

O custo total estimado para a implementação do TPM é de R\$17.150,00, conforme pode ser visto na figura 5. Este montante cobre os investimentos estratégicos em treinamento da equipe, estruturação técnica, estoque de peças críticas e aquisição de ferramentas preditivas/preventivas. Este valor é justificável pelo potencial de rápido retorno sobre o investimento, uma vez que sua aplicação visa a eliminação prioritária dos 119.520 segundos de desperdício causados pelas falhas de manutenção no processo da lavagem, transformando o fluxo de valor e a eficiência operacional.

4.3.2 Kaizen 2 (Proposta de Nivelamento da Produção)

A intervenção proposta no PCP constitui um projeto *Kaizen* focado na estabilização do fluxo e na eliminação do gargalo de gestão identificado no processo P2 (Separação). Conforme o VSM atual, Apêndice A, a etapa P2 gera uma espera de 39.060 segundos por priorização incorreta, um volume significativo de desperdício.

4.3.2.1 Plano de ação *Kaizen* (PCP): *Heijunka* e *Kanban* para nivelamento da produção

O plano proposto visa solucionar o problema de espera no processo de separação, decorrente da priorização incorreta no planejamento e controle da produção. A solução será fundamentada na metodologia *Lean Manufacturing*, com a adoção das ferramentas *Heijunka* (Nivelamento da Produção) e o estabelecimento de

um sistema visual de *Kanban* entre as etapas iniciais. O objetivo é garantir que o recurso de maior prioridade esteja disponível quando a peça for liberada, transformando o sistema de produção caótico em um fluxo previsível e eficiente.

A seguir, o detalhamento do plano de ação proposto através da ferramenta 5W2H.

4.3.2.2 5W2H do *Kaizen* no PCP

O 5W2H sintetiza os detalhes e os responsáveis pela implementação do sistema de nivelamento e controle de fluxo, servindo como guia gerencial para a execução. Conforme proposto no quadro 5:

Quadro 5 – Plano de ação proposto para o nivelamento da produção

O Que (What)	Por Que (Why)	Onde (Where)	Quem (Who)	Quando (When)	Como (How)	Quanto Custa (How Much)
Implementar <i>Heijunka</i> (Nivelamento) e <i>Kanban</i> (Sistema Puxado).	Eliminar 39.060s de tempo de espera (NVA) causados por gargalo de gestão.	Setor de separação (P2) e escritório do PCP.	PCP, Engenharia e Supervisão.	8 Semanas (Duração estimada do projeto).	Mapeamento da demanda, criação da caixa <i>Heijunka</i> , cálculo e instalação dos sinais <i>Kanban</i> , seguido de treinamento e auditoria.	R\$ 10.000,00 (Custo total inicial estimado).

Fonte: o autor, 2025

A execução detalhada deste cronograma permite que a organização transite de um modelo de produção empurrada para um sistema puxado, atacando diretamente a causa raiz do tempo de espera por prioridade. Ao destinar recursos específicos para a estruturação do Heijunka e do Kanban, a gestão assegura que a eliminação dos 39.060 segundos de inatividade no setor de separação (P2) não seja apenas um ganho pontual, mas uma mudança estrutural na dinâmica do PCP. Assim, este plano de ação consolida a estratégia de nivelamento da produção, garantindo que o fluxo de materiais acompanhe o ritmo da demanda real e contribua decisivamente para a redução global do lead time e para o aumento da competitividade industrial da GO UP.

4.3.2.2.1 Ações de implementação e detalhamento da metodologia

A proposta de intervenção para a otimização do fluxo de valor foca na aplicação de técnicas avançadas do Sistema Toyota de Produção (*Lean Manufacturing*),

direcionadas especificamente para a eliminação do gargalo de gestão identificado no processo P2 (Separação). Reconhecendo que a maior parte do tempo de espera neste ponto é causada por regras de priorização ineficientes e pela falta de nivelamento da demanda, o plano de implementação foi estruturado em quatro fases sequenciais. Esta abordagem visa a uma transição controlada e progressiva do sistema atual para um fluxo puxado (*pull system*) e nivelado. A metodologia parte da análise quantitativa da demanda para, em seguida, introduzir ferramentas visuais de controle de produção (*Heijunka* e *Kanban*). O objetivo primordial é garantir que o processo P2 trabalhe com uma carga de trabalho homogênea, eliminando picos de estresse e os consequentes longos períodos de espera (39.060 segundos de NVA), culminando na padronização e auditoria contínua para assegurar a sustentabilidade das melhorias.

4.3.2.2.2 Fase I: análise e mapeamento da demanda (fundação)

Esta fase é o ponto de partida técnico e analítico do projeto *Kaizen*. Sem dados quantitativos precisos sobre o *mix* de produtos, volumes de produção e tempos de setup no tempo de espera do processo da separação, as ferramentas de nivelamento não podem ser dimensionadas corretamente. O foco aqui é estabelecer o diagnóstico numérico do sequenciamento caótico atual.

As equipes de PCP e Engenharia de Produção devem executar os seguintes passos:

- a) Mapear o *Mix* de produtos: o PCP deve identificar todos os modelos de equipamentos (SKUs) que passam pela etapa do processo, listando-os em um catálogo.
- b) Coletar o volume de demanda: registrar o volume de produção de cada modelo em um período estável (ex: 4 semanas) para calcular a demanda média diária e a variação da demanda.
- c) Medir tempos de ciclo e *setup*: A engenharia deve confirmar o tempo de ciclo (C/T) e o tempo de *setup* de cada modelo.
- d) Identificar a causa raiz da espera: o PCP deve registrar as regras de priorização incorretas que levam à espera.

O sucesso desta fase é garantido pela obtenção de dados de linha de base que comprovem a variação extrema da carga de trabalho. A engenharia deve utilizar estes

dados para calcular o tempo *Takt* (ritmo de venda) e a capacidade real do processo, preparando-se para a Fase II.

4.3.2.2.3 Fase II: implementação do *Heijunka* (nívelamento)

Esta fase ataca diretamente a variabilidade de entrada, que é a causa dos 39.060 segundos de espera. O *Heijunka* (*Heijunka Box*) é uma matriz visual (figura 6) que desagrega o volume total de ordens em pacotes menores e sequenciados de forma constante e repetitiva. O objetivo é distribuir a carga de trabalho de maneira uniforme ao longo do dia ou semana, eliminando os picos e vales de demanda. A Caixa *Heijunka* será o novo guia de sequenciamento do PCP.

As ações de implementação são:

- Calcular o nívelamento: a engenharia deve usar a demanda média e os tempos para determinar a sequência mestra nivelada, buscando o balanceamento da carga de trabalho diária do processo.
- Construção da caixa *Heijunka*: o PCP deve criar e instalar a matriz visual (quadro) na área de controle.

Figura 6 – Esquema da caixa *Heijunka*, ferramenta visual do Sistema Toyota de Produção (*Lean*) utilizada para nivelar e sequenciar a produção (*Heijunka*), distribuindo uniformemente a variedade de produtos ao longo do tempo



Fonte: o autor, 2025

- Lançar a produção nivelada: o PCP deve passar a guiar a produção em P2 estreitamente pelo sequenciamento da Caixa *Heijunka*, eliminando ordens verbais e a priorização caótica.

Ao final desta fase, a empresa deve conseguir visualizar a curva de demanda achatada, comprovando que a carga de trabalho em P2 se tornou homogênea. A estabilidade do fluxo de trabalho é o principal resultado desta fase e o requisito para a correta implementação do *Kanban*.

4.3.2.2.4 Fase III: integração do *Kanban* (controle de fluxo)

Esta fase formaliza o sistema puxado (*pull system*), garantindo que as etapas iniciais produzam somente o que é consumido pela etapa subsequente. A ação principal é o cálculo e estabelecimento de um sistema *Kanban* entre as etapas que interagem com o P2. O *Kanban* atuará como um sinal visual que autoriza a produção na etapa anterior (sistema de "puxar"), evitando o acúmulo de material desnecessário (estoque) em frente ao P2. A disciplina imposta pelo *Kanban* garante que o estoque em processo (*WIP*) seja limitado, reduzindo o desperdício.

Os passos operacionais para a implementação são:

- Cálculo do Número de *Kanbans* (N): A engenharia deve determinar a quantidade ideal de cartões, que representa o estoque máximo permitido (*WIP limite*) no *buffer* do P2. O cálculo teórico utiliza a equação 2 fundamental:

$$N = \frac{D \cdot (Tr + S)}{C} \quad (2)$$

Onde:

- N: Número de cartões *Kanban* (ou o tamanho do estoque máximo);
- D: Demanda média de consumo por unidade de tempo (estimada na Fase I);
- Tr: Tempo de reabastecimento ou lead time da etapa fornecedora (o tempo que leva para produzir e entregar um contêiner);
- S: Fator de segurança (expresso como uma fração de "Tr", usado para compensar incertezas e variações não eliminadas pelo *Heijunka*, tipicamente entre 10% e 20%);
- C: Capacidade do contêiner ou tamanho do lote de movimentação (quantidade de peças por cartão).

Exemplo Estimável (Projeção):

Assumindo uma demanda diária (D) de 50 peças, um tempo de reabastecimento (Tr) da etapa anterior de 2 dias, um contêiner (C) com capacidade para 10 peças, e um fator de segurança (S) de 10% sobre Tr (0,2 dias), o cálculo seria, conforme a equação 3:

$$N = \frac{50 \cdot (2 + 0,2)}{10} = \frac{50 \cdot 2,2}{10} = 11 \quad (3)$$

Neste exemplo, a engenharia dimensiona o sistema com 11 *Kanbans*, garantindo que o estoque máximo na frente do P2 nunca ultrapasse 11 contêineres (110 peças), eliminando o acúmulo excessivo.

- b) Padronização e aquisição dos cartões: desenhar e adquirir os cartões *Kanban* e os suportes visuais, garantindo que contenham informações claras (item, quantidade, localização de destino/origem).
- c) Instalação do sistema puxado: instalar o quadro de gestão de cartões e delimitar o *buffer*. O *Kanban* atua como um sinal de autorização, garantindo que apenas o que é necessário e prioritário (conforme o *Heijunka*) seja liberado para o P2 (figura 7).

Figura 7 – Quadro *Kanban*, ferramenta visual para gestão ágil de projetos que mapeia o fluxo de trabalho em etapas



Fonte: o autor, 2025

A conclusão desta fase significa que a empresa substituiu a lógica do estoque *push* pela disciplina do fluxo *pull*. O estoque em P2 será limitado, e o *Kanban* será a regra inquestionável para a liberação da produção.

4.3.2.2.5 Fase IV: treinamento e auditoria

Esta fase consolida a mudança operacional, garantindo a sustentabilidade das melhorias. A ação principal é o treinamento intensivo e a padronização operacional da equipe.

Os passos necessários para a sustentação são:

- a) Treinamento intensivo: treinar os operadores e o pessoal do PCP no novo sistema de sequenciamento (*Heijunka*) e na mecânica do sistema puxado (*Kanban*), com foco na prioridade ditada pelo sistema visual;
- b) Padronização operacional: desenvolver e implementar o padrão operacional padrão (POP) para a utilização da caixa *Heijunka* e dos sinais *Kanban*;
- c) Auditoria e monitoramento: monitorar continuamente o tempo de espera em P2 e a taxa de aderência da equipe ao sequenciamento nivelado.

O sucesso final deste *Kaizen* será comprovado pela eliminação do NVA de 39.060 segundos no P2. A auditoria contínua é essencial para prevenir o retrocesso à cultura da "urgência" e garantir que o novo sistema *pull* se torne a norma operacional da empresa.

4.3.2.3 Estimativa de custos para a implementação

O custo de implementação do *Lean* é relativamente baixo, pois a maior parte do investimento está em conhecimento e organização, e não em equipamentos caros. Os valores apresentados no quadro 6 são estimativas iniciais e estão sujeitos à cotação real de mercado.

Quadro 6 – Estimativa de investimento inicial e custos necessários para a implementação combinada das metodologias *Heijunka* e *Kanban*

Item	Investimento Inicial	Descrição do Investimento	Base de Cálculo Utilizada	Custo Total Estimado (R\$)
1	Treinamento e capacitação em lean (<i>Heijunka/Kanban</i>)	Sessões práticas para as equipes de PCP, Engenharia e Produção (Supervisão).	Estimativa de 16 horas de treinamento com instrutor interno/externo. (16h x R\$300,00/h)	R\$ 4.800,00
2	Material para o <i>Heijunka</i>	Aquisição de quadro magnético/painel visual e cartões coloridos/tags para o nivelamento diário das ordens.	Custo de materiais de escritório e painel de 1m x 1,5m.	R\$ 800,00
3	Material para o <i>Kanban</i>	Compra de cartões/sinais físicos (reutilizáveis), portacartões e suportes/prateleiras para delimitar o buffer de estoque.	Custo para 50 cartões duráveis e infraestrutura de 3 pontos de <i>Kanban</i> .	R\$ 1.200,00
4	Horas de Análise e Design de Processo	Tempo dedicado pela equipe técnica para calcular o número de <i>Kanbans</i> e determinar as regras ótimas de nivelamento (PCP/Engenharia).	Estimativa de 40 horas de trabalho analítico e reuniões. (40h x R\$80,00/h)	R\$ 3.200,00
CUSTO TOTAL INICIAL				R\$ 10.000,00

Fonte: o autor, 2025

É fundamental ressaltar que o custo total estimado de R\$10.000,00 para este *Kaizen* é uma projeção para análise de viabilidade e não representa um custo efetivamente implementado pela empresa durante o período de pesquisa. O investimento, conforme a figura 14, é direcionado à transferência de conhecimento (treinamento) e à organização visual (*Heijunka* e *Kanban*), com um potencial de Retorno sobre o Investimento (ROI) acelerado pela eliminação projetada dos longos períodos de inatividade no P2.

4.4 VSM e PROJEÇÃO DO ESTADO FUTURO

O VSM do estado futuro, Apêndice B, foi desenhado assumindo a implementação bem-sucedida dos *Kaizens* de manutenção e nivelamento da produção, mantendo o *layout* atual (quadro 7 e figura 8).

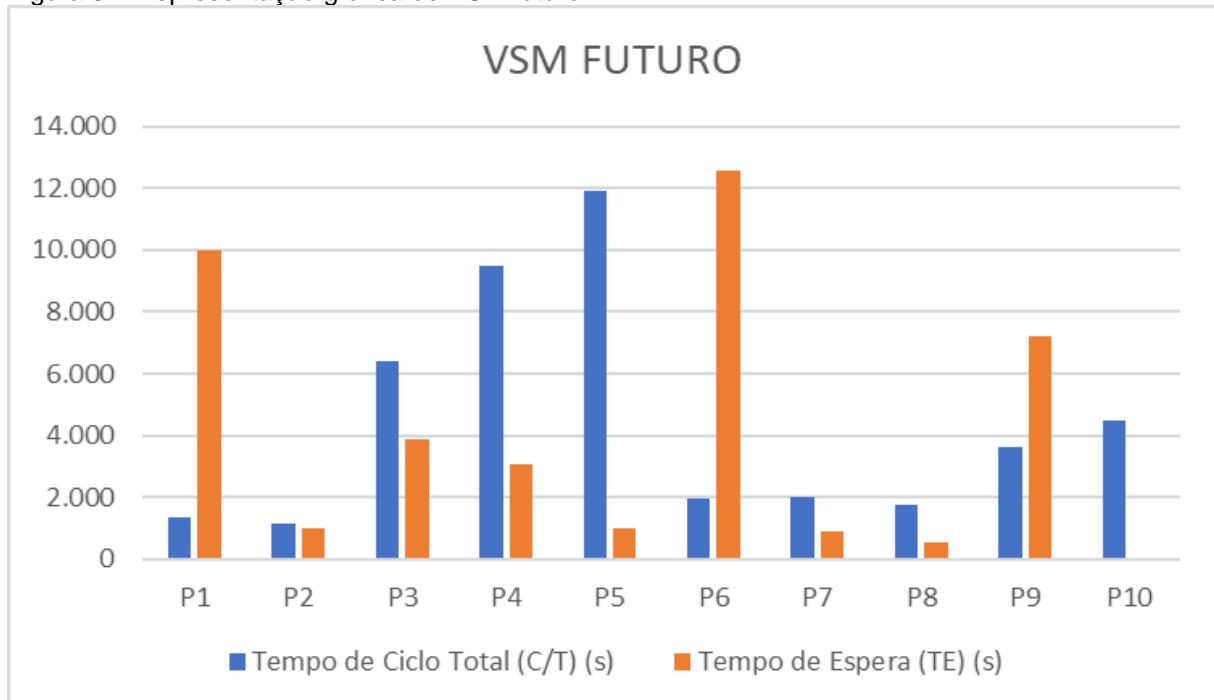
Quadro 7 – Dados detalhados do VSM do estado futuro (tempos em segundos)

Processo	Nome	Tempo de Ciclo Total (C/T) (s)	Tempo de Espera (TE) (s)	Motivo do Tempo de Espera
P1	DESCARREGAMENTO	1.341	10.020	Corte de embalagem e separação manual.
P2	SEPARAÇÃO	1.165	1.000	Heijunka (Nivelamento da produção).
P3	PRÉ-MONTAGEM	6.428	3.900	Espera por P2.
P4	SOLDADURA	9.474	3.060	Espera por P3.
P5	ACABAMENTO PÓS-SOLDADA	11.900	1.000	Manutenção autônoma e preventiva.
P6	LAVAGEM	1.928	12.600	Tecnologia de secagem forçada.
P7	LIXAMENTO	1.980	897	Espera por P8.
P8	PINTURA	1.740	540	Espera por P9.
P9	SECAGEM	3.600	7.200	Dispositivos auxiliares de manuseio.
P10	PÓS-MONTAGEM	4.500	0	Equipamento finalizado.
TOTAIS		44.056 s	40.217 s	

Fonte: o autor, 2025

Os dados projetados na figura 15 demonstram uma redução drástica no *Lead Time* total da operação. Nota-se que, enquanto o Tempo de Ciclo (C/T) permaneceu estável em 44.056 segundos uma vez que não houve alteração nas etapas de fabricação em si, o Tempo de Espera (TE) apresentou uma queda de aproximadamente 79,56%, passando de 196.797 para apenas 48.217 segundos. Essa variação quantifica a eficácia das propostas de melhoria, comprovando que o foco na eliminação de desperdícios e na gestão de falhas é capaz de triplicar a velocidade de entrega do produto sem a necessidade de investimentos vultosos em maquinário ou na contratação de novos colaboradores.

Figura 8 – Representação gráfica do VSM futuro



Fonte: o autor, 2025

A representação gráfica do VSM Futuro, exposta na Figura 16, evidencia visualmente a harmonização do fluxo produtivo. Ao comparar este cenário com o diagnóstico inicial, percebe-se a mitigação dos picos de inatividade que anteriormente paralisavam a linha, especialmente nos postos P2 e P5, onde os tempos de espera foram reduzidos a patamares mínimos e controlados. Esse novo perfil gráfico reflete uma linha de produção mais equilibrada e previsível, onde o sincronismo entre os processos aproxima a empresa do conceito de fluxo contínuo. Portanto, a projeção valida que a aplicação conjunta do Heijunka e da manutenção autônoma estabiliza o sistema, conferindo à GO UP a agilidade necessária para responder às oscilações do mercado *fitness* de forma competitiva.

4.2.3 Análise crítica dos indicadores chave do VSM futuro

A análise dos resultados demonstrou uma severa ineficiência operacional:

- **Tempo Total de Ciclo (C/T):** 44.056 segundos.
- **Tempo Total de Ciclo (VA):** 25.897 segundos.
- **Tempo Total de Ciclo (NNAV e NAV):** 19.245 segundos.
- **Tempo Total de Espera:** 40.217 segundos.
- **Lead Time Total:** 66.114 segundos (2,26 dias).

A métrica de Eficiência do Fluxo (%VA no *Lead Time*) foi calculada como na equação 4:

$$VA = \frac{\text{Tempo Total de Ciclo (VA)}}{\text{Lead Time Total}} \times 100 = \frac{25.897\text{s}}{66114} \times 100 = 39,17\% \quad (4)$$

Com o intuito de mensurar o impacto das intervenções sugeridas, procedeu-se à consolidação dos principais indicadores de desempenho em uma síntese comparativa. Este levantamento, detalhado no quadro 8, confronta o cenário base com as projeções alcançadas após a mitigação dos gargalos de gestão no PCP e as melhorias na manutenção do lava-jato. A estruturação desses dados é fundamental para validar a eficácia das estratégias Lean adotadas, fornecendo uma base quantitativa que fundamenta a viabilidade da transição para o estado futuro.

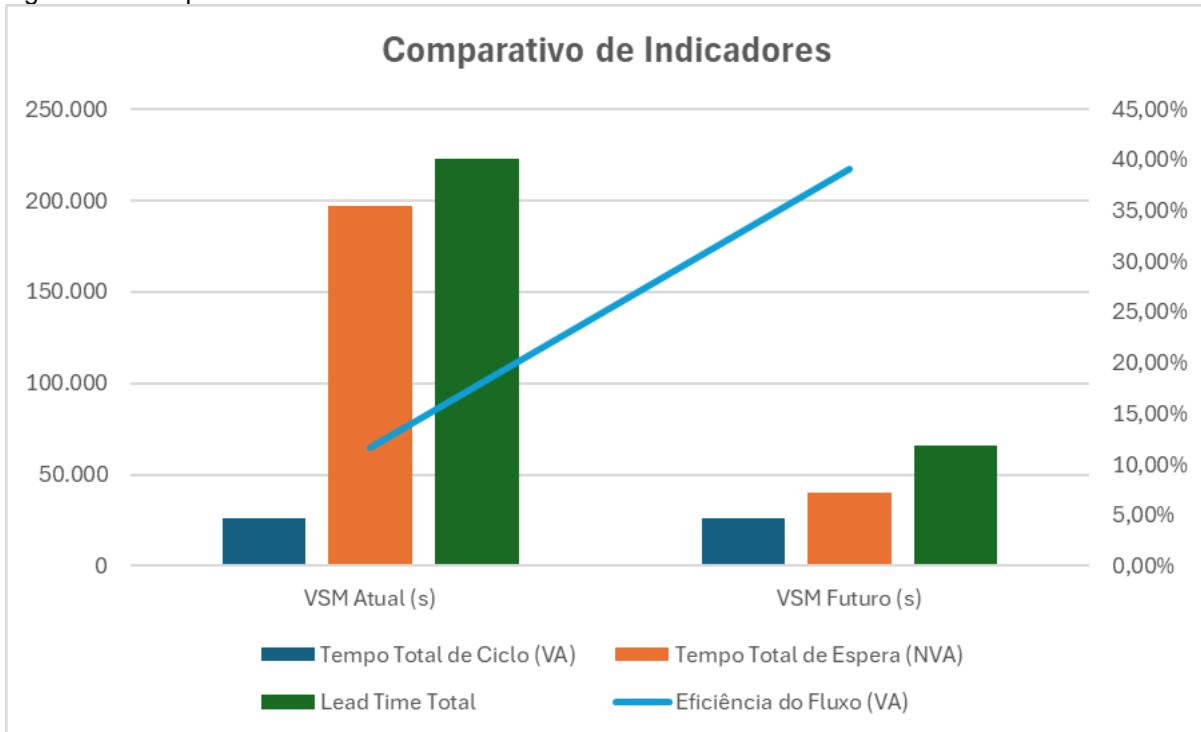
Quadro 8 – Comparativo de indicadores: VSM vs VSM futuro projetado

Métrica	VSM Atual (s)	VSM Futuro (s)	Redução (s)	Ganho (%)
Tempo Total de Ciclo (VA)	25.897	25.897	-	-
Tempo Total de Espera (NVA)	196.797	40.217	156.580	79,56%
Lead Time Total	222.694	66.114	156.580	70,31%
Eficiência do Fluxo (VA)	11,63%	39,17%		27,54%

Fonte: o autor, 2025

A interpretação dos dados expostos revela que a supressão das atividades que não agregam valor (NVA) é o motor principal para a compressão do tempo total de fabricação. Nota-se que a otimização não ocorre apenas de forma incremental, mas representa uma mudança de patamar na produtividade da linha, transformando o tempo de inatividade excedente em eficiência operacional. Esse comportamento é visualmente corroborado pelo gráfico comparativo a seguir, que destaca a disparidade entre a morosidade do fluxo diagnóstico e a agilidade pretendida para o novo modelo de produção.

Figura 9 – Comparativo de indicadores



Fonte: o autor, 2025

A análise comparativa entre o VSM Atual e o VSM futuro demonstra o potencial transformador das intervenções propostas (*Kaizen* no PCP e TPM na manutenção), conforme figura 9. Observa-se uma redução projetada de 156.580 segundos no tempo total de espera (NVA), o que representa um ganho de 79,56% na eliminação de

desperdícios. Consequentemente, o *Lead Time* total é drasticamente reduzido de 222.694 segundos no cenário atual para 66.114 segundos no cenário futuro, uma diminuição de 70,31%. O impacto mais significativo recai sobre o principal indicador de performance *Lean*: a eficiência do fluxo (VA), que salta de um patamar insatisfatório de 11,63% para o nível competitivo de 39,17%, indicando que, no estado futuro, o processo agrega quase quatro vezes mais valor ao cliente do que no estado atual. Tais resultados validam a aplicação da metodologia *Lean Manufacturing* como uma estratégia robusta para otimizar o fluxo de produção de equipamentos para academia, garantindo um retorno sobre o investimento (ROI) substancialmente superior aos custos estimados de R\$ 27.150,00 (R\$ 10.000,00 para PCP + R\$ 17.150,00 para manutenção).

CONCLUSÃO

O presente trabalho de conclusão de curso atingiu integralmente o seu propósito central, aplicando os princípios do *Lean Manufacturing* para diagnosticar e propor a otimização do fluxo produtivo na empresa GO UP. O método de investigação, ancorado na ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor, demonstrou ser o mecanismo eficaz para a identificação precisa das fontes de desperdício, em consonância com os objetivos específicos estabelecidos. O VSM do estado atual revelou um alarmante tempo total de espera (NVA) de 196.797 segundos, sendo os principais focos de intervenção o gargalo de priorização incorreta (P2), responsável por 39.060 segundos de espera, e o gargalo de disponibilidade (P5), gerando 119.520 segundos de inatividade por falhas no equipamento. Em resposta, foram propostas soluções específicas e detalhadas, incluindo o *Kaizen* de PCP (*Heijunka* e *Kanban*) para nivelamento e o *Kaizen* de manutenção (TPM) para aumentar a disponibilidade, ambos com planos de ação e estimativas de custos.

A avaliação dos resultados projetados, por meio da comparação entre o VSM Atual e o VSM Futuro, comprova a eficácia e a viabilidade da intervenção. A construção lógico-argumentativa demonstrou que a eliminação dos dois principais desperdícios resultaria em ganhos operacionais expressivos, validando a premissa fundamental do trabalho. Os resultados alcançados são a síntese interpretativa dos argumentos de melhoria contínua, com destaque para a redução do NVA projetada em 79,56%, o que se traduz diretamente na eliminação de 156.580 segundos de desperdício. Consequentemente, o *Lead Time* total decresce em 70,31%, passando de 222.694 segundos para 66.114 segundos. O indicador de eficiência do fluxo (VA/LT), que mede o percentual de tempo em que o processo agrupa valor, salta de 11,63% para 39,17%, comprovando que o investimento de R\$ 27.150,00 nos programas de *Kaizen* e TPM é estratégico e se traduz diretamente em maior competitividade, menor estoque em processo (WIP) e maior capacidade de resposta ao mercado.

Sob uma perspectiva acadêmica e profissional, a jornada de elaboração deste trabalho constitui a impressão pessoal mais valiosa do curso de Engenharia de Produção. O TCC serviu como um projeto integrador, no qual o conhecimento teórico de disciplinas como Planejamento e Controle da Produção, Gestão da Qualidade e Engenharia Econômica foi traduzido em uma solução prática e quantificável. A

experiência consolidou a visão sistêmica e a capacidade de interligar as falhas em diferentes áreas (PCP e Manutenção) para atuar na causa-raiz, reforçando o papel do Engenheiro de Produção como um agente de melhoria contínua, capaz de diagnosticar ineficiências (VSM), propor soluções fundamentadas (*Lean*) e mensurar o impacto financeiro.

REFERÊNCIAS

CONIC – Congresso Nacional de Iniciação Científica. **Logística 4.0:** desafios e oportunidades na cadeia de suprimentos. 2018. Disponível em: <https://conic-semesp.org.br/anais/files/2018/1000002076.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2025.

FIA – Fundação Instituto de Administração. **Mercado fitness:** conheça as tendências e inovações do setor. 2022. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/mercado-fitness/>. Acesso em: 07 abr. 2025.

FIA – Fundação Instituto de Administração. **Supply chain:** entenda o que é e como aplicar na sua empresa. 2023. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/supply-chain/>. Acesso em: 07 abr. 2025.

ISHIKAWA, K. **What is total quality control? The Japanese way.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade:** um guia para executivos. São Paulo: Pioneira, 1992.

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

LIMA, F. C. **Gestão da produção e qualidade na indústria de equipamentos fitness.** São Paulo: Editora Técnica, 2019.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.** Cambridge: Productivity Press, 1988.

NEOGRID. **Seis desafios encontrados na gestão da cadeia de suprimentos e como superá-los.** 2021. Disponível em: <https://neogrid.com/6-desafios-encontrados-na-gestao-da-cadeia-de-suprimentos-e-como-super-a-los/>. Acesso em: 08 abr. 2025.

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

OLIVEIRA, M. A.; SILVA, R. T.; SOUZA, P. L. Inovação e desenvolvimento no setor de equipamentos para academias. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção**, v. 11, n. 3, p. 45–58, 2021.

RODRIGUES, R. S.; NEUBERT, P. S. **Introdução à pesquisa bibliográfica.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2023. E-book. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/249681/Introducao_a_pesquis_a_bibliografica-Ebook-24ago2023.pdf?sequence=1. Acesso em: 25 mar. 2025.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar:** mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. Disponível em: https://www.academia.edu/42739911/Aprendendo_a_Enxergar. Acesso em: 01 Abr. 2025.

SALGADO, E. G.; MELLO, C. H. P.; SILVA, E. S.; OLIVEIRA, E. S.; ALMEIDA, D. A. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 3, p. e3423, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/4KhL4CVmhtHyDCfKHCLfTm>. Acesso em: 07 abr. 2025.

SAME AUTOMAÇÃO. **Desafios na produção de equipamentos industriais**. 2023. Disponível em: <https://sameautomacao.com.br/desafios-producao-de-equipamentos-industriais/>. Acesso em: 08 abr. 2025.

SEBRAE. **Meu negócio em números**: panorama do mercado de atividades de condicionamento físico. E-book. Curitiba, 2024. Disponível em: https://sebraepr.com.br/wp-content/uploads/2024/12/PUB_Ebook-Meu-Negocio-em-Nos-Panorama-do-Mercado-de-Atividades-de-Condicionamento-Fisico.pdf. Acesso em: 25 mar. 2025.

SHINGO, S. **A revolution in manufacturing: the SMED system**. Portland: Productivity Press, 1985.

SILVA, A. P. N. F.; FERREIRA, K. A.; MARTINS, M. E.; RIBEIRO, J. M. Aplicação do mapeamento de fluxo de valor no Brasil: uma revisão sistemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, 18 a 21 out. 2021, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABEPROM, 2021. p. 1-15. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_354_1820_42322.pdf. Acesso em: 26 mar. 2025.

SILVA, J. F.; ALMEIDA, C. R. Tecnologias aplicadas na fabricação de equipamentos fitness: desafios e perspectivas. **Revista Tecnológica Industrial**, v. 8, n. 2, p. 22–34, 2020.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, P. H. **Gestão Lean**: Aplicação do VSM na indústria moderna. São Paulo: Atlas, 2021.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

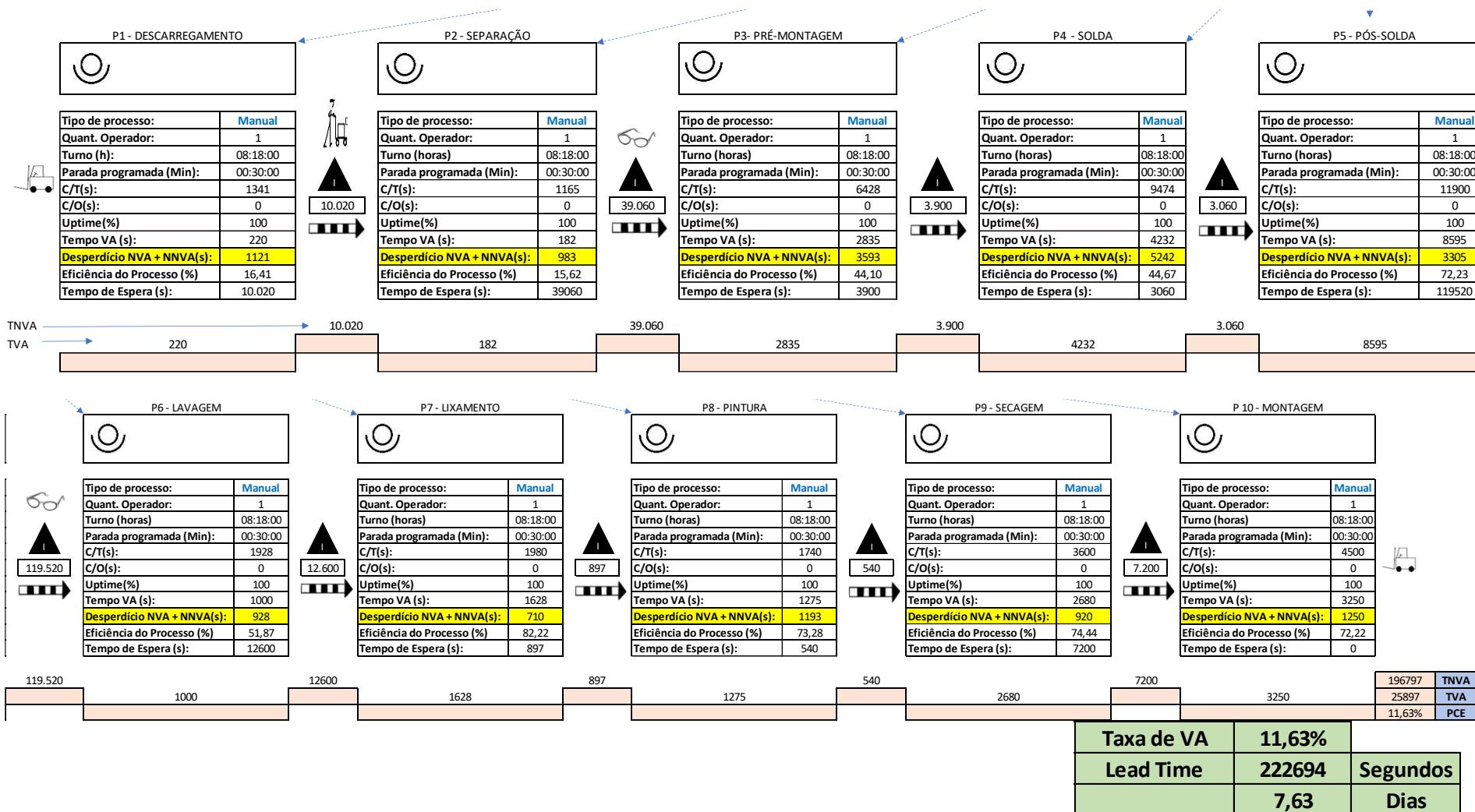
WERKEMA, C. **Ferramentas da qualidade e estatística**: na melhoria de processos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DEMING, W. Edwards. Out of the crisis. Cambridge, MA: MIT Press, 2000.

APÊNDICE A – VSM ATUAL



APÊNDICE B – VSM FUTURO

