



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THAYNÁ PATRÍCIA CASSEMIRO DA SILVA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO *SMED* NAS ROTULADORAS DE UMA LINHA DE
ENVASE DE CERVEJAS RETORNÁVEIS.**

Caruaru
2025

THAYNÁ PATRÍCIA CASSEMIRO DA SILVA

APLICAÇÃO DO MÉTODO *SMED* NAS ROTULADORAS DE UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJAS RETORNÁVEIS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de Produção

Orientador (a): Prof^ª. Dr^ª. Amanda Carvalho Miranda

Caruaru

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Thayná Patrícia Casseiro da.

Aplicação do método SMED nas rotuladoras de uma linha de envase de
cervejas retornáveis. / Thayná Patrícia Casseiro da Silva. - Caruaru, 2025.
45p.

Orientador(a): Amanda Carvalho de Miranda

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2025.

1. Linha de envase de bebidas. 2. Redução tempo de setup. 3. SMED. 4.
setup. I. Miranda, Amanda Carvalho de . (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

THAYNÁ PATRÍCIA CASSEMIRO DA SILVA

APLICAÇÃO DO MÉTODO *SMED* NAS ROTULADORAS DE UMA LINHA DE ENVASE DE CERVEJAS RETORNÁVEIS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 14/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Amanda Carvalho Miranda (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Augusto José da Silva Rodrigues (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ramon Swell Gomes Rodrigues Casado (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha família e amigos,
a força e apoio de vocês fez toda diferença
nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Soli deo Gloria, esse capítulo não poderia começar de outra maneira. Meu primeiro agradecimento será dedicado ao meu Deus, a caminhada até aqui não foi fácil, mas pude sentir Seu afago em cada esquina, me dando a certeza de que Ele estava comigo.

Aos meus pais, que debaixo de muito sol me fizeram caminhar e estudar sob a sombra dos seus trabalhos, obrigada por sempre incentivarem os meus estudos, abdicando muitas vezes dos desejos próprios para investir na minha educação e no meu futuro, minhas palavras nunca serão suficientes para tamanha gratidão.

Aos meus avós, em especial meu “vovô deda”, sei que esta é uma realização não apenas minha, mas uma alegria completamente compartilhada com o senhor, obrigada por todo apoio, muito do meu esforço é para trazer orgulho àquele que comemorou junto comigo minha aprovação, mesmo num momento de dúvida geral.

Aos meus amigos que estiveram comigo durante essa jornada de graduação, a vida seria mais difícil sem vocês. Obrigada por dividirem os conhecimentos, medos, dúvidas, ansiedades e até mesmo um teto comigo. Sou grata por ter vocês na minha vida: Anna, Anne, Jessé, Jeyson, Lucas e Matheus.

Aos amigos de perto e também de longe, que bálsamo ter a companhia de vocês, durante tempos tempestuosos, a alegria das nossas conversas me fizeram muitas vezes esquecer a confusão dessa fase.

Aos meus líderes do estágio e meus operadores amados da Ambev, sempre ouvi que a Ambev era uma escola, mas sou grata por ter os melhores professores comigo, vocês fizeram uma diferença que com certeza se perpetuará por toda minha vida profissional.

Por fim, mas não menos importante, aos meus professores. Em especial, minha orientadora Amanda. Que alegria poder finalizar essa fase com sua orientação, sua doçura e dedicação fizeram diferença nessa fase final, obrigada por todo apoio.

RESUMO

Para atender à demanda do exigente mercado de bebidas alcoólicas, é fundamental contar com um sistema de produção dinâmico, capaz de se adaptar às necessidades dos clientes, o que exige a realização frequente de *setups*. Melhorias nesse processo visam reduzir custos, estoques e o intervalo entre a conclusão de um lote e o início do próximo. Contudo, o tempo necessário para essas atividades pode representar um dos principais entraves da produção. Embora indispensável para o bom andamento do processo, o *setup* é visto como uma das maiores fontes de perda, pois implica na interrupção temporária da linha. Diante desse cenário, este trabalho utilizou o método *Single Minute Exchange of Die* (SMED) como ferramenta estratégica para diminuir o tempo de *setup* nas rotuladoras em uma linha de envase de bebidas, com o objetivo de melhorar o processo, aumentar a disponibilidade das rotuladoras e aprimorar a eficiência operacional da linha. Para isso, foi feito um estudo de caso em uma empresa cervejeira e também aplicou-se uma revisão bibliográfica nas bases de dados do *google acadêmico* e Scielo, através desta aplicação obtivemos uma redução de 46,3% no tempo de *setup*, um aumento significativo na disponibilidade e rendimento próprio da máquina.

Palavras-chave: Linha de envase de cervejas; Redução de tempo de *setup*; SMED; *Setup*.

ABSTRACT

To meet the demands of the highly competitive alcoholic beverage market, it is essential to have a dynamic production system capable of adapting to customer needs which requires frequent setup operations. Improvements in this process aim to reduce costs, inventory levels, and the time interval between the completion of one batch and the start of the next. However, the time required for these activities can become one of the main bottlenecks in production. Although indispensable for the proper functioning of the process, setup is considered one of the main sources of production loss, as it involves the temporary shutdown of the line. In light of this scenario, this study applied the Single Minute Exchange of Die (SMED) method as a strategic tool to reduce setup time on labeling machines in a beverage filling line, with the goal of optimizing the process, increasing labeler availability, and enhancing the operational efficiency of the line. To this end, a case study was conducted in a brewing company, and a literature review was also carried out using the Google Scholar and Scielo databases. Through this approach, we achieved a reduction of 46,3% in setup time and a significant increase in both the machine's availability and efficiency.

Keywords: Beer bottling line; Setup time reduction; SMED; Setup.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Gráfico de tempo de <i>setup</i> real x meta.....	15
Quadro 1 –	Principais perdas identificadas pelo TPM.....	13
Figura 2 –	Equipamentos com maior ineficiência num período de dez/2024 - mar/2025.	15
Quadro 2 –	As seis grandes perdas da TPM relacionadas à eficiência global.....	20
Figura 3 –	Fluxograma da linha 501.....	27
Figura 4 –	Diagrama de causa e efeito.....	30
Quadro 3 –	5 porquês rotuladora.....	31
Figura 5 –	Evolução de tempo de <i>setup</i>	39
Figura 6 –	Curva de eficiência da máquina.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Descrição das atividades do <i>setup</i>	33
Tabela 2 –	Separação das atividades internas e externas.....	35
Tabela 3 –	Tempo reduzido através de aplicação do Estágio 3 do SMED.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ETEI	Estação de Tratamento de Efluentes Industriais
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>
QLP	Quadro de Lotação Pessoal
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TRF	Troca Rápida de Ferramentas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3	OBJETIVOS.....	16
1.3.1	Objetivo Geral	16
1.3.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	17
2.2	PRINCÍPIOS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	18
2.3	DESPERDÍCIOS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	19
2.4	PROCESSO DE <i>SETUP NAS ROTULADORAS</i>	20
2.5	IMPORTÂNCIA E ETAPAS DA FERRAMENTA <i>SMED</i>	21
2.6	FERRAMENTAS DE QUALIDADE.....	23
2.6.1	Diagrama de Ishikawa	23
2.6.2	5 Porquês	23
3	METODOLOGIA	24
3.1	ESTUDO DE CASO - DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	25
3.1.1	História da Empresa	25
3.1.2	Descrição da área de estudo	26
3.2	COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1	ANÁLISE DAS ROTULADORAS.....	30
4.2	APLICAÇÃO DOS ESTÁGIOS CONCEITUAIS E TÉCNICAS <i>SMED</i>	33
4.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
5.1	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	41
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Sindicerv (2024), a indústria cervejeira no Brasil é uma das mais representativas do setor de bebidas, movimentando bilhões de reais por ano, cerca de 2,2% do PIB (Produto Interno Bruto) do país e ocupando um papel de destaque na economia nacional. Nesse cenário, a líder do mercado, conta com operações amplamente distribuídas em todo o território brasileiro e uma estrutura de produção altamente automatizada, desenhada para atender uma demanda exigente, diversificada e em larga escala.

Diante do crescente aumento da concorrência no setor de envase de bebidas, torna-se essencial que as indústrias busquem constantemente formas de se reinventar, aprimorar seus processos produtivos e aumentar sua eficiência.

Conforme Ribeiro (2020), diversas metodologias e ferramentas voltadas à melhoria contínua têm sido amplamente adotadas, pois permitem otimizações com resultados significativos, porém sem a necessidade de altos investimentos. Tais práticas favorecem o aumento da produtividade, promovem maior flexibilidade na produção e reduzem desperdícios, contribuindo para que melhorias sejam aplicadas e lançamentos de produtos sejam incorporados ao processo com eficiência e agilidade.

Independentemente do porte, todo processo produtivo está sujeito à ocorrência de desperdícios inerentes às suas atividades. A redução dessas perdas representa um desafio constante para as indústrias, uma vez que impacta diretamente a competitividade do negócio. Isso se deve ao fato de que o desperdício eleva os custos operacionais, comprometendo a lucratividade e reduzindo o valor agregado ao produto final.

De acordo com os princípios da Manutenção Produtiva Total (*TPM - Total Productive Maintenance*), é fundamental adotar uma abordagem sistemática de melhoria contínua voltada à maximização da eficiência dos equipamentos e do fluxo produtivo. Essas metodologias orientam-se pela identificação e eliminação de todas as formas de perdas existentes no processo. No contexto do *TPM*, os desperdícios são organizados em seis principais categorias, distribuídas em três grupos fundamentais, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Principais perdas identificadas pelo TPM

Grupos principais	6 principais perdas
Perdas por parada de máquina	Falha do equipamento
	Setup e ajustes
Perdas por velocidade	Ociosidade e pequenas paradas
	Redução de velocidade
Perdas por defeito	Defeitos
	Diminuição de rendimento

Fonte: adaptado de Nakajima (1988).

Como é mostrado no quadro 1, uma das principais perdas é o *setup* e os ajustes a ele associados, que ocorrem durante a transição entre produtos ou na modificação de alguma de suas características. De acordo com Medeiros e Perales (2022), a troca de serviço, termo frequentemente utilizado como tradução de *setup*, diz respeito ao período necessário para realizar alterações em ferramentas, processos, equipes e/ou documentos, desde o término da fabricação do produto anterior até o início da produção do próximo. Os ajustes realizados nesse período, muitas vezes ocultos, envolvem modificações nas configurações da máquina até que as condições ideais de operação sejam atingidas.

Com o objetivo de elevar a competitividade e produtividade por meio da redução de desperdícios, diversas indústrias têm adotado a metodologia de troca rápida de ferramentas, conhecida como *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*). Esta técnica, originada dos princípios da manufatura enxuta, consiste em um conjunto estruturado de práticas que visam reduzir o tempo de *setup*. Quando aplicada de maneira eficiente, a metodologia *SMED* contribui para a diminuição do tempo necessário para ajustar os equipamentos, proporcionando maior flexibilidade operacional e agilidade no reinício da produção (Godina et al., 2018).

1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O *setup* é de suma importância para uma linha de produção, pois flexibiliza a produção de produtos finais, além de diminuir o volume de estoque e melhorar o nivelamento da produção. Porém, para os operadores da linha, falar em *setup* é falar em dificuldades. Pois, essa atividade é complexa, com muitos ajustes finos e de difícil percepção nas observações.

As rotuladoras são as máquinas que mais precisam sofrer alterações quando é iniciada uma nova produção, pois é preciso mudar toda sua parte interna, como: guias, tulipas, pratos e estrelas; E também na parte externa: calhas, castelos e rótulos. O atraso nesse processo de

setup além de diminuir o tempo de produção na linha, pode trazer impactos na qualidade do produto que é entregue ao consumidor. Pois caso as rotuladoras não façam a troca de configuração num tempo razoável, as garrafas acabam ficando muito tempo no pasteurizador, ocasionando um produto com pasteurização alta, pois fica mais tempo que o necessário nas temperaturas da faixa de pasteurização, o que no pior dos casos pode trazer um gosto de queimado para o produto.

Para diminuir o tempo de *setup* e não sofrer com o impactos em produtividade ou qualidade, a aplicação de um padrão e checklist para o *setup* das rotuladoras é importante pois, na linha de envase de cervejas retornáveis em questão, a rotuladora é o maior gargalo no momento de mudança de produção, é a máquina com mais atividades no momento de mudança de produção, por causa disso é a maior geradora de grandes atrasos, fazendo com que o tempo de *setup* seja por muitas vezes muito extenso, diminuindo a disponibilidade da linha e o volume de produção. Foi escolhido o uso da metodologia SMED para melhorar os índices da linha e diminuição dos tempos de troca de produção.

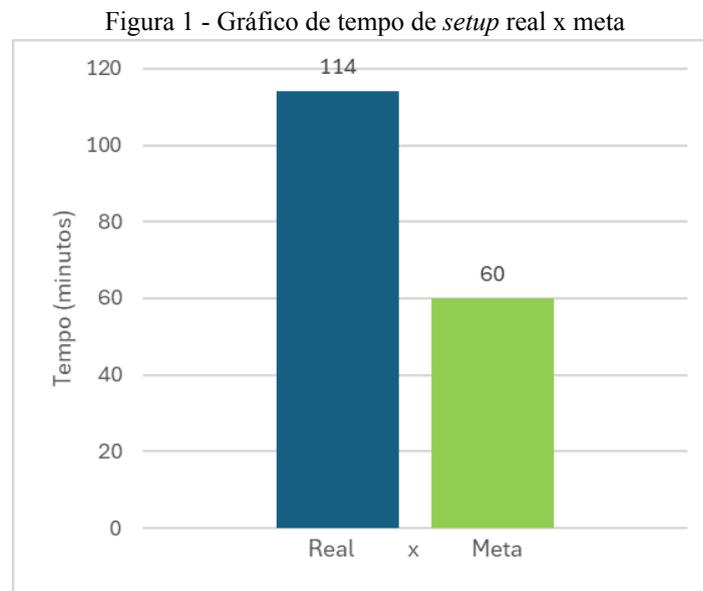
1.2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho foi uma continuação do projeto desenvolvido numa fábrica de cervejas localizada em Itapissuma - Pernambuco. Ao ingressar no programa de estágio, cada estagiário recebe um projeto para desenvolver durante a sua permanência. Cada projeto, nas diferentes áreas existentes na fábrica, serve para melhorar um índice não satisfatório. Na área de *Packaging I*, mais especificamente na linha 501 (responsável pelo envase de cervejas retornável de 600ml e 1L), um indicador fora de faixa é o tempo médio de *setup*, que tinha uma média de realização em torno de 114 minutos. Apesar de ter existido trabalhos de melhorias anteriores, a cultura e o padrão foi se perdendo com o tempo, dando lugar a improvisos e trocas feitas sem um caminho fixo.

Com base no indicador de tempo de duração do *setup* e utilizando como referência as melhores práticas de outras cervejarias da companhia, foram coletados dados históricos sobre o tempo desse procedimento na linha analisada. A partir dessas informações, foi estipulada uma meta para indicar em horas, o quanto seria necessário reduzir a duração do *setup* para atingir o objetivo estabelecido.

A diferença entre o tempo atual e o tempo-alvo evidenciava a relevância do estudo, apontando a existência de falhas no processo e destacando a importância de aprofundar a análise para identificar e implementar ações. O tempo médio do *setup* era de 114 minutos e o

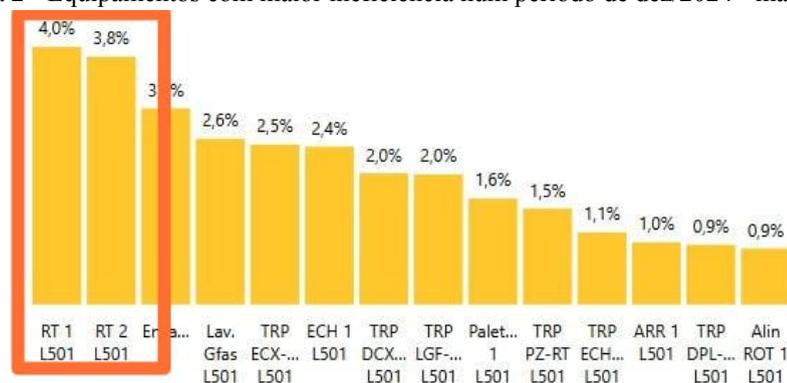
objetivo estabelecido através de *benchmarking* com outras cervejarias da companhia foi de realizar a atividade de *setup* em 60 minutos, conforme Figura 1.



Fonte: A autora (2025)

Ao realizar análises estruturadas visualizando os três meses anteriores (a cada trimestre essas análises são feitas, por ordem corporativa, dependendo da mudança de cenário ou não são definidos indicadores focos, para aumentar a eficiência nas máquinas que ficam na ponta do pareto). As rotuladoras sempre se apresentavam como um dos equipamentos com mais paradas nessas análises, como mostra a figura 2, tanto em paradas que afetam o desempenho da própria máquina, como também paradas que ocasionam pausas na máquina vértice do *V-graph* da linha, a enchedora. Portanto, melhorar o tempo de *setup* nas rotuladoras se tornava cada vez mais urgente, para diminuir essa perda na produção.

Figura 2 - Equipamentos com maior ineficiência num período de dez/2024 - mar/2025.



Fonte: *Dashboard* de produtividade da linha 501.

O *setup* nas rotuladoras da linha não apresentava uma padronização clara, portanto, cada operador realizava as atividades sem critério de priorização. Além disso, foram adicionados três funcionários novatos na máquina, um para cada turno. Os novos

colaboradores, não tinham experiência prévia, então apesar de ter um aumento no QLP (Quadro de Lotação Pessoal), de início não se tem uma melhoria significativa no tempo de *setup*, pois a rotuladora é uma máquina complexa, com bastantes ajustes finos. De acordo com operadores mais experientes, o desenvolvimento dos novos colaboradores dura cerca de um ano, isto é, esse seria o tempo para que seja possível eles realizarem sozinhos: ajustes na máquina, *setup* completo, atividades de manutenção autônoma e entre outros.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Reduzir o tempo de *setup* nas rotuladoras da linha de envase de cervejas retornáveis por meio da aplicação do método SMED, visando aumentar a disponibilidade das máquinas e a eficiência operacional da linha de produção.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral definido, faz-se necessário atender os objetivos específicos, definidos a seguir:

- Revisar a literatura sobre o método de troca rápida de ferramentas;
- Analisar e mapear o processo de *setup* nas rotuladoras, observando os pontos críticos;
- Elaborar um procedimento operacional padrão para atividade de *setup*;
- Aplicar o método SMED com o intuito de melhorar a eficácia e redução de tempo do *setup*;
- Recomendar melhorias contínuas para *setups* futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O termo *Lean* foi desenvolvido inicialmente por Womack et al. (1992) em seu livro “A máquina que mudou o mundo”, e baseia-se no Sistema Toyota de Produção implementado por Taiichi Ohno na Toyota. Originado no Japão no período pós-guerra, o Sistema Toyota de Produção (STP), foi necessário devido às crises enfrentadas pelo setor, fazendo-se imprescindível inovar para manter-se no mercado (Lang, 2021).

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Antes da crise do petróleo, o Japão vivia um período de crescimento econômico contínuo, o que levava à crença generalizada de que o modelo de produção vigente era o mais adequado para aquele contexto. Na época, o sistema predominante nas indústrias era o Fordismo, um modelo de origem americana baseado na produção em massa, que buscava reduzir custos por meio da fabricação em larga escala de produtos padronizados, com pouca diversidade. Havia também a suposição, amplamente aceita, de que a economia japonesa seguia um ciclo previsível: os negócios apresentavam crescimento por dois a três anos, seguido por uma desaceleração ou até mesmo retração. Dentro dessa lógica, acreditava-se que, enquanto houvesse produção, haveria consumo. Essa mentalidade justificava o foco na produção em grande escala, com o objetivo de maximizar o volume de itens fabricados e, conseqüentemente, aumentar as vendas (Ohno, 1997).

Conforme Ohno (1997), no outono de 1973, teve início a crise do petróleo, seguida por um período de recessão econômica que impactou severamente governos e empresas ao redor do mundo. O Japão, que até então vinha experimentando um ritmo acelerado de crescimento, passou a enfrentar uma estagnação, com índices econômicos próximos de zero. Mesmo diante desse cenário adverso, a Toyota Motor Company conseguiu manter um desempenho relativamente positivo. Embora seus lucros tenham sido reduzidos, a empresa ainda apresentava resultados superiores aos das demais indústrias nacionais, demonstrando maior resiliência diante da crise e indicando que seu sistema de produção oferecia vantagens competitivas significativas em relação aos modelos tradicionais adotados na época.

Diante da crise econômica e da desaceleração do crescimento no Japão, o modelo fordista começou a revelar suas limitações. Um dos principais entraves era a necessidade de manter grandes volumes de estoque, resultantes da produção em massa, o que gerava altos

custos de armazenagem. Esse excesso de produtos não encontrava correspondência na demanda do mercado japonês, que, além de ser limitado em escala, exigia maior diversidade e customização dos bens ofertados. Nesse contexto, outro fator determinante foi o pronunciamento de Kiichiro Toyoda, então presidente da Toyota Motor Company, logo após a derrota do Japão na Segunda Guerra Mundial. Ele afirmou que seria essencial alcançar, em no máximo três anos, níveis de produtividade e eficiência comparáveis aos dos Estados Unidos, sob o risco de colapso da indústria automobilística japonesa. Para atingir esse objetivo, tornou-se indispensável estudar com profundidade os métodos de produção americanos e repensar completamente o sistema produtivo adotado no país (Ohno, 1997).

A partir disso, alguns gestores da Toyota realizaram visitas aos Estados Unidos, com o objetivo de aprimorar suas técnicas e visualizar as melhorias que poderiam ser aplicadas à sua realidade. Então, de acordo com Womack et al. (2004), foi assim que a metodologia da manufatura enxuta teve sua origem, após a visita do engenheiro da Toyota, Eiji Toyoda, às fábricas da Ford, nos Estados Unidos. Durante essa experiência, Toyoda, em colaboração com Taiichi Ohno, percebeu que o modelo de produção em massa utilizado pelas indústrias ocidentais não era adequado à realidade do mercado japonês. Ao contrário dos Estados Unidos, que produziam grandes volumes de poucos modelos padronizados, o Japão demandava uma ampla variedade de veículos, como automóveis de luxo para autoridades, caminhões de grande porte para transporte de cargas, veículos menores para pequenos produtores agrícolas e carros compactos adaptados à alta densidade urbana. Essa diversidade de necessidades evidenciava a importância de um sistema de produção mais flexível e eficiente, capaz de adaptar-se rapidamente às variações de demanda sem comprometer a qualidade nem gerar excesso de estoques. Foi a partir dessa constatação que começou a ser estruturado o Sistema Toyota de Produção, embrião do que mais tarde seria conhecido como *Lean Manufacturing*.

2.2 PRINCÍPIOS DO LEAN MANUFACTURING

A metodologia *Lean Manufacturing* tem como objetivo central a eliminação de desperdícios ao longo do processo produtivo, promovendo melhorias na qualidade, redução dos tempos de execução e, conseqüentemente, diminuição dos custos de produção. O termo “*lean*”, cuja tradução livre remete à ideia de algo simples ou enxuto, refere-se justamente à busca pela simplificação dos processos produtivos, visando minimizar ao máximo suas

complexidades. Seu foco está na otimização do fluxo produtivo, na redução dos tempos de ciclo, na eliminação de desperdícios e, em última instância, no aumento da competitividade organizacional (Ferreira, 2018).

Conforme Rezende et al. (2021), a produção enxuta possui como princípio fundamental o aperfeiçoamento contínuo dos processos e procedimentos, através da redução sistemática dos desperdícios. Dentre seus principais objetivos, destacam-se:

- Redução dos custos de produção: obtida pela eliminação de desperdícios ao longo do processo produtivo, resultando em menores custos operacionais;
- Melhoria e integração do sistema de manufatura: caracterizada pela busca contínua pela diminuição do número de atividades necessárias para a finalização de um determinado processo, promovendo maior eficiência;
- Qualidade: garantia de produtos que atendam aos padrões de excelência, assegurada pelo compromisso com a responsabilidade, domínio técnico na execução das tarefas e foco na obtenção de resultados confiáveis;
- Flexibilidade dos processos e produção sob demanda: capacidade de adaptar rapidamente o processo produtivo, possibilitando a obtenção de materiais de forma ágil e a configuração eficiente do sistema produtivo em prazos reduzidos e com custos mínimos, atendendo de forma eficiente às oscilações da demanda, sobretudo em ambientes com produção sob encomenda.

Esses princípios foram desenvolvidos e continuam sendo refinados ao longo das décadas, fazendo com que pudessem se consolidar progressivamente como elementos essenciais do STP. O sucesso alcançado pelo Sistema Toyota de Produção e sua disseminação em escala global, com o nome de *Lean Manufacturing*, trazem à tona a eficácia desses fundamentos na melhoria da eficiência operacional, na redução de custos e também na entrega de maior valor ao cliente.

2.3 DESPERDÍCIOS DO LEAN MANUFACTURING

De acordo com os princípios da produção enxuta, conhecida pelo termo em inglês *lean manufacturing*, as perdas nas organizações podem apresentar-se em diversas formas e origens. Ainda, segundo a metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM), que traz uma abordagem voltada à manutenção de equipamentos com o objetivo de assegurar uma produção isenta de falhas, tais perdas podem ser sistematizadas nas denominadas “seis

grandes perdas”. Essas categorias, apresentadas no Quadro 2, destacam-se por sua extensa aplicabilidade nos mais variados contextos produtivos, formando um referencial importante para a identificação, análise e eliminação de desperdícios, contribuindo, assim, para a mitigação de perdas de produtividade (Virgílio, 2018).

Quadro 2 - As seis grandes perdas da TPM relacionadas à eficiência global

Principais perdas	Categoria	Exemplos	Comentários
Paradas não planejadas	Perda de disponibilidade	Falha de ferramentas, falha de motor, rolamento estourado, manutenção não planejada	Há flexibilidade sobre onde definir o limite entre uma parada não planejada (perda de disponibilidade) e uma pequena parada (perda de desempenho)
Configurações e ajustes (<i>setup</i>)	Perda de disponibilidade	Configuração/troca, escassez de material, ajuste importante	Essa perda é muitas vezes resolvida através de programas de redução do tempo de setup, como por exemplo, SMED.
Pequenas paradas	Perda de desempenho	Sensor bloqueado, falha de bomba de cola, parada para logística	Normalmente inclui paradas inferiores à cinco minutos e que não requerem pessoal de manutenção.
Velocidade baixa	Perda de desempenho	Problemas de modulação, desgaste de rolamentos, esteira catraqueando	Qualquer coisa que impeça o equipamento de funcionar na velocidade nominal.
Defeitos de produção	Perda de qualidade	Retrabalho ou descarte	Rejeições durante a produção em estado estacionário.
Rendimento reduzido	Perda de qualidade	Retrabalho ou descarte	Rejeições durante aquecimentos, inicialização ou outra produção inicial.

Fonte: Adaptado *Lean Production* (2023).

2.4 PROCESSO DE *SETUP* NAS ROTULADORAS

O processo de *setup* nas rotuladoras, é uma das atividades operacionais mais difíceis, se tratando de complexidade. Possui trocas que necessitam de ajustes milimetricamente padronizados, para que os rótulos tenham a altura e distância entre eles exatamente iguais em todas as garrafas. E apesar de ser uma atividade difícil, era comum realizá-la sem padronização.

Diferente do conceito de equipamento crítico relacionado ao gargalo do processo produtivo, o equipamento crítico durante o *setup* é definido como aquele que demanda o maior tempo de execução ao longo da troca de produto, desde a finalização do lote anterior até a obtenção da primeira unidade do novo produto.

A partir da análise da execução do *setup*, foi identificado que o principal gargalo desse processo se encontra na rotuladora da linha de produção. O *setup* nesse equipamento requer diversos ajustes manuais, substituição de subconjuntos responsáveis pela aplicação de rótulos e o uso de ferramentas específicas, uma vez que cada produto apresenta particularidades quanto ao formato dos insumos.

Durante o levantamento, foi possível observar que os operadores executavam, entre outras, as seguintes atividades durante o *setup*: transporte das caixas de rótulos da área de insumos até as rotuladoras; inspeção e lubrificação manual dos cilindros de transferência de rótulos; verificação, lubrificação e alinhamento das unhas dos castelos de rótulos; lubrificação dos paletes de rotulagem; abastecimento das calhas das máquinas com os rótulos a serem utilizados, tanto no front quanto no neck; deslocamento frequente até o armário de ferramentas; liberação das garrafas do novo produto para verificação da rotulagem conforme o padrão corporativo; organização dos rótulos remanescentes da produção anterior em caixas para reaproveitamento; limpeza dos paletes e castelos de rotulagem com água morna e sabão; armazenamento correto dos paletes, castelos e cilindros de transferência; limpeza dos cilindros com pano; e organização das ferramentas manuais após o término do *setup*.

Com a identificação de todas as atividades envolvidas no *setup* das rotuladoras, foi possível medir o tempo demandado em cada uma dessas tarefas, bem como determinar o tempo total necessário para a realização do *setup* neste equipamento. Além disso, essa análise permitiu classificar as atividades entre aquelas que exigem a parada da máquina (*setup* interno) e aquelas que podem ser realizadas com o equipamento em operação (*setup* externo), contribuindo para a identificação de oportunidades de melhorias no processo.

2.5 IMPORTÂNCIA E ETAPAS DA FERRAMENTA SMED

A eficiência econômica de uma empresa está diretamente relacionada à dinâmica entre o tempo de produção e a variedade de itens fabricados, sendo o período destinado à mudança de configuração das máquinas um elemento crucial para a rentabilidade do processo produtivo. As interrupções recorrentes na linha de produção representam um obstáculo significativo à busca por maior eficiência operacional. Nesse contexto, o conceito de troca rápida de ferramentas refere-se ao conjunto de etapas envolvidas na transição de uma máquina para a fabricação de um novo produto. O tempo de *setup*, por sua vez, é definido como o intervalo compreendido entre a produção da última unidade conforme da série anterior e a

obtenção da primeira unidade conforme da nova série, operando-se na velocidade padrão do equipamento. (Shingo, 1996).

Compreender a importância de um bom *setup*, está intrinsecamente ligada à uma boa produção. A metodologia *Single Minute Exchange to Die (SMED)* tem como principal finalidade a diminuição desse tempo. Segundo Ferreira (2018), o conceito central do SMED consiste em transformar o máximo possível de atividades internas, isto é, aquelas que só podem ser executadas com o equipamento desligado, em atividades externas, ou seja, tarefas que podem ser realizadas simultaneamente ao funcionamento da máquina, seja antes ou depois do *setup* propriamente dito. Ao simplificar o processo de troca, obtém-se maior agilidade na execução e, por consequência, uma redução expressiva no tempo total da operação. Matos (2025) sugere que o método de troca rápida de ferramentas seja implementado em cinco etapas:

- 1) Mapeamento do método atual: Esta etapa inicial consiste em registrar em vídeo o processo de *setup*, observando detalhadamente tanto as ações humanas quanto o funcionamento dos equipamentos. É recomendável selecionar operações de troca mais longas e com maior variabilidade para a análise. O registro deve incluir a descrição das atividades, suas respectivas durações e a classificação entre tarefas internas e externas.
- 2) Classificação das atividades em internas e externas: Após a identificação das etapas do processo, é realizada a distinção entre aquelas que só podem ser executadas com o equipamento parado (atividades internas) e as que podem ocorrer simultaneamente ao funcionamento da máquina (atividades externas). A partir dessa separação, deve-se refletir criticamente sobre a real necessidade de algumas tarefas serem executadas exclusivamente como parte do *setup* interno. Atividades externas típicas incluem a preparação e recuperação de peças, ferramentas e materiais, inspeções, limpeza e verificações de qualidade.
- 3) Transformação de atividades internas em externas: Neste momento, busca-se converter o maior número possível de tarefas internas para externas. A análise considera elementos como a organização do espaço, a configuração prévia de ferramentas e equipamentos, a utilização de componentes pré-fabricados, a realização de ajustes prévios e a melhoria no fluxo de informações.
- 4) Melhoria do procedimento de *setup*: Nessa fase, o foco está na simplificação das tarefas que permanecem como internas. São avaliadas oportunidades para eliminar movimentos desnecessários, reduzir tempos de espera, criar operações paralelas,

promover ajustes mais rápidos e padronizar procedimentos, com o objetivo de tornar o processo mais eficiente.

- 5) Capacitação contínua: Após a primeira aplicação do método SMED, é essencial instituir uma rotina de treinamentos regulares para todos os integrantes da equipe, assegurando a consolidação das práticas aprimoradas e a manutenção dos ganhos de desempenho ao longo do tempo.

Nessa etapa de implementação, ferramentas de qualidade também são importantes para a realização de análises mais aprofundadas sobre o processo, como por exemplo, diagrama de pareto e os cinco porquês.

2.6 FERRAMENTAS DE QUALIDADE

2.6.1 Diagrama de Ishikawa

Para Werkema (2025), o diagrama de causa e efeito é uma ferramenta que permite visualizar a relação entre um determinado resultado de um processo, entendido como efeito, e os fatores que podem ter influenciado esse resultado. Dentro da metodologia, parte-se do princípio de que todo problema tem causas específicas, as quais precisam ser investigadas e avaliadas individualmente, para identificar qual delas está de fato gerando o efeito indesejado. Ao eliminar as causas identificadas, conseqüentemente, elimina-se também o problema.

De acordo com Ishikawa (1993), o diagrama apresenta os problemas juntamente com suas possíveis causas. Nas extremidades das ramificações são indicadas as chamadas famílias de causas, que podem ser agrupadas em seis categorias: matéria-prima, máquinas, medidas, meio ambiente, mão de obra e método, conhecidas como os 6M's.

2.6.2 5 Porquês

O método dos 5 porquês, criado no Sistema Toyota de Produção, tem como objetivo identificar a causa raiz de um problema (OHNO, 1997). Nessa abordagem, após definir claramente o problema a ser estudado, faz-se a pergunta “por quê?” repetidamente, geralmente cinco vezes, até chegar à origem real da falha. Dessa forma, é possível compreender melhor o problema e atuar diretamente sobre sua principal causa. Através disso, é possível realizar ações de bloqueio para diminuir a incidência dessas causas

3 METODOLOGIA

Segundo Back (2019), uma pesquisa pode ser classificada por diversos aspectos como: natureza, abordagem, propósito e procedimentos que foram utilizados para alcançar os dados. Quanto à natureza, ela pode ser classificada como: Pesquisa Básica, que tem como objetivo gerar conhecimentos novos sem aplicar a prática prevista, e Pesquisa Aplicada que busca conhecimentos para a aplicação prática e destina-se a solução de um problema específico.

Essa pesquisa tem a natureza aplicada, pois visa gerar conhecimentos para aplicação prática em um contexto específico (nesse caso, a redução de tempo de *setup* em uma indústria), ou seja tem o objetivo de resolver um problema concreto.

Conforme Gil (1996), as pesquisas podem ser classificadas quanto aos seus objetivos em três categorias principais:

- 1) Pesquisa exploratória: tem como finalidade principal proporcionar maior familiaridade com o problema em estudo, de modo a torná-lo mais claro ou a construir hipóteses para investigações futuras. Geralmente, constitui a etapa inicial de pesquisas mais abrangentes.
- 2) Pesquisa descritiva: busca caracterizar determinado fenômeno, população ou grupo, descrevendo suas particularidades, comportamentos ou relações existentes entre variáveis. Trata-se de um estudo que visa identificar e retratar as características de um objeto de pesquisa de forma sistemática.
- 3) Pesquisa explicativa: tem como objetivo principal compreender as causas e os fatores determinantes de um fenômeno. Este tipo de pesquisa busca explicar o “porquê” e o “como” os eventos ocorrem, estabelecendo relações de causa e efeito.

No desenvolvimento deste trabalho, é possível dizer que ele buscou compreender melhor o processo e identificar oportunidades de melhoria, além de utilizar medições e análises quantitativas para descrever a situação antes e depois da aplicação dessas melhorias, aplicando assim uma pesquisa descritiva, com a realização da coleta de tempos e o entendimento em geral do procedimento de *setup*.

Em relação aos procedimentos técnicos, Guerra (2024) classifica a pesquisa em:

- 1) Pesquisa bibliográfica: consiste na análise de material já publicado, como livros e artigos científicos, com o objetivo de fornecer ao aluno/pesquisador um panorama da literatura existente sobre determinado assunto;

- 2) Pesquisa documental: coleta e analisa informações a partir de fontes documentais, como por exemplo: documentos escritos, registros, arquivos, livros, jornais, revistas, relatórios, entre outros;
- 3) Pesquisa experimental: investiga relações de causa e efeito entre variáveis;
- 4) Levantamento: é uma técnica que consiste na coleta de dados em ambientes reais, com o objetivo de investigar fenômenos, comportamentos, opiniões e/ou características de determinado grupo ou população;
- 5) Estudo de caso: trata-se de uma metodologia de pesquisa que permite aprofundar o entendimento sobre um determinado tema, por meio da análise de um caso concreto;
- 6) Pesquisa ex-post-facto: método utilizado em estudos científicos para investigar relações de causa e efeito entre variáveis, sem a manipulação direta do pesquisador;
- 7) Pesquisa-ação: abordagem metodológica que combina a pesquisa acadêmica com a ação prática, com o objetivo de gerar mudanças positivas em determinado contexto;

Com a definição desses itens é possível compreender que o estudo se classifica como um estudo de caso, pois ele permite conhecer e aprofundar o conhecimento em determinado tema, através de um caso concreto.

O estudo de caso foi aplicado no período de março à junho do ano vigente, pois dentro do tempo que foi proposto para realizar o projeto de estágio, esse foi o período em que foi possível fazer o estudo e as análises, as pesquisas relacionadas também foram realizadas nesse prazo. Foram feitas utilizando base de dados da Scielo e google acadêmico, procurando por artigos científicos publicados de 2019 à 2025, utilizando palavras-chave como por exemplo: *SMED*, *setup*, TRF, sistema toyota e entre outras. Além disso, a literatura da área de engenharia de produção foi de grande valor para a construção desse material, livros como: Introdução ao *TPM* de Nakajima e Sistema Toyota de Produção de Ohno, fizeram parte das referências deste trabalho.

3.1 ESTUDO DE CASO – DESCRIÇÃO DA EMPRESA

3.1.1 História da empresa

A empresa surgiu em 1999, resultado da união entre duas cervejarias, uma criada em 1888 no Rio de Janeiro, e outra, fundada em 1935 em São Paulo. Em âmbito global, a empresa é um conglomerado formado por essa união. Quando se olha para as marcas, são

mais de duzentas marcas de bebidas presentes na produção dessa companhia. Hoje a empresa está presente em 19 países, 35 mil funcionários, 32 cervejarias e 2 maltarias só no Brasil, 100 centros de distribuição direta e 6 de excelência no Brasil.

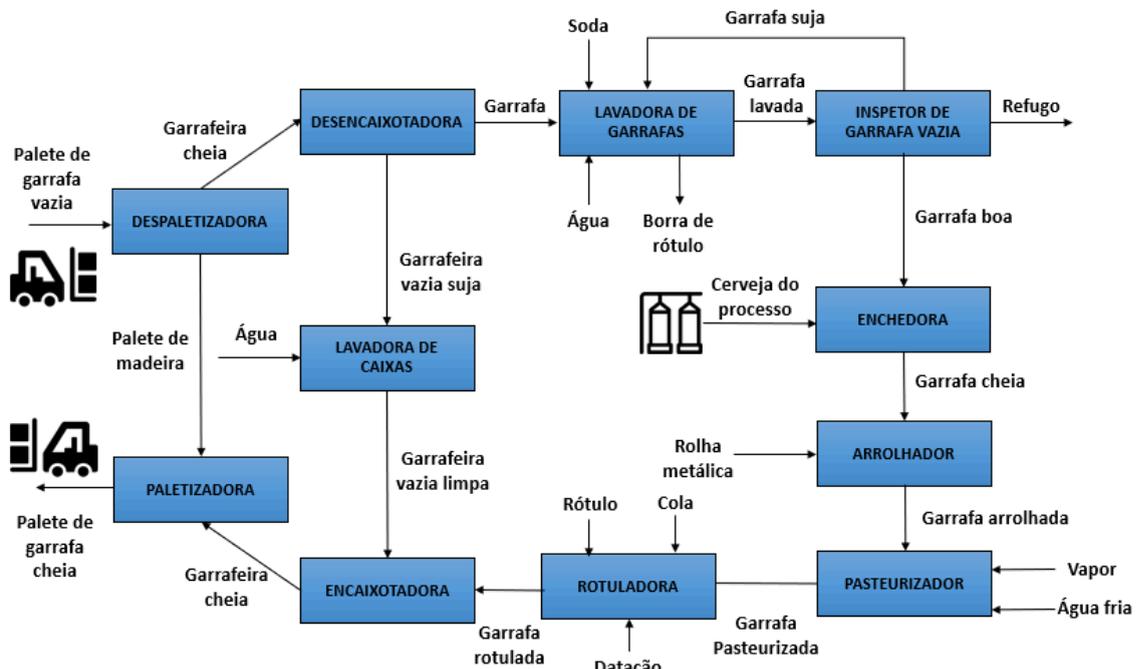
Das 32 cervejarias espalhadas no Brasil a cervejaria estudada, foi fundada em novembro de 2011, se encontra na Cidade de Itapissuma – PE. Considerada a segunda maior em território e a maior em diversidade de produtos do país. Além disso, dentro da cervejaria tem a refrigeranteira responsável por fabricar mais de 5.000 hectolitros por dia de refrigerante.

A Cervejaria estudada é formada por diversas áreas que trabalham em conjunto, são elas, financeiro, gente e gestão, segurança, processo de cerveja, processo refri, utilidades, meio ambiente, qualidade, packaging e logística. Todas as áreas precisam estar em perfeito sincronismo para que a produção aconteça de forma linear. Por exemplo, é necessário que a logística forneça vasilhame, assim como o meio ambiente esteja com a Estação de Tratamento de Efluente Industrial com capacidade de receber os efluentes, o processo com líquido pronto, o packaging com todas as máquinas funcionando bem para que se possa envasar o produto e a utilidades fornecendo ar comprimido e frio para as máquinas. É no packaging que ocorre o envase do produto nos seus respectivos *Stock Keeping Unit (SKU)*. O *Packaging 1* é dividido nas linhas de retornável e *One Way*, no retornável como o nome já diz, as garrafas vão e voltam do mercado, exemplo são as embalagens de 300 mL, 600 mL e 1L, já a linha *One Way* são *SKUs* que não possuem embalagens retornáveis, então não são reaproveitadas, no *packaging 1* é a linha que produz *long necks*.

3.1.2 Descrição da área de estudo

O estudo foi feito na linha 501, linha de cervejas retornáveis de 600mL e 1L. Atualmente possui capacidade para rodar 12 produtos diferentes, tornando-a a linha campeã no quesito de *setups*. A linha possui a configuração mostrada na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma da linha 501



Fonte: A autora (2025)

Em resumo, os paletes contendo garrafeiras cheias são encaminhados à despaletizadora, equipamento responsável por retirar as garrafeiras dos paletes e posicioná-las sobre o sistema de transporte. A partir daí, seguem para a desencaixotadora, que remove os vasilhames vazios das garrafeiras e os transfere para o transportador de garrafas, com destino à lavadora. Na lavadora, as garrafas passam pelo processo de higienização, processo este que limpa as garrafas por três agentes:

- Agente químico: Soda Cáustica;
- Agente físico: Movimentação dos tanques através do correntão;
- Agente de Temperatura: Tanques possuem diferenças térmicas chegando até 65°C.

Após a lavagem, os vasilhames seguem para o inspetor de garrafas, onde são submetidos a uma verificação criteriosa para garantir que estejam limpos e em condições adequadas para o envase. As garrafas aprovadas seguem para a enchedora, onde recebem a cerveja e as reprovadas tem dois caminhos, às que ainda estão sujas mas possuem sujeiras superficiais, vão para uma relavagem na lavadora, garrafas que possuem defeito de corpo ou sujeira permanente, voltam para o armazém denominadas de refugo. Após a enchedora, passam pelo pasteurizador, que realiza o processo de pasteurização, transformando o chopp em cerveja.

Concluído esse processo, as garrafas são encaminhadas às rotuladoras, onde recebem os rótulos. Posteriormente, são novamente inseridas nas garrafeiras pela encaixotadora. E por fim, as garrafeiras são empilhadas na paletizadora, formando novos paletes que serão enviados ao armazém e ficam disponíveis para a logística realizar as entregas.

Todo esse fluxo é necessário para que seja feita uma entrega de um produto com qualidade e segurança para o consumidor. A demora da realização do *setup* nas rotuladoras além de impactar em termos de eficiência da linha, pode impactar negativamente na qualidade.

3.2 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

O primeiro passo para este estudo foi compreender o processo de *setup* nas rotuladoras, com o objetivo de conhecer de fato as atividades, entender como era feita, analisar gargalos e aplicar melhorias. Para isso, a realização desta etapa foi dividida em três:

1. Etapa 1: Nesta primeira etapa, foi feito um estudo sobre o funcionamento das rotuladoras, nome das peças que faziam parte da máquina, documentos de *book* de falhas operacionais e de máquina, instruções de ajustes, procedimentos de limpeza e lubrificação, uma imersão real na rotuladora com a intenção de conhecer e assim buscar melhorias.
2. Etapa 2: Foi feito o acompanhamento de *setups* que ocorreram durante o período de março à junho, cerca de 35 no total. Esses *setups* foram acompanhados através de gravação de vídeos no celular, exclusivamente no turno B (7h às 15h). Atrelado a isso, foi feita a coleta de dados de tempos de *setups* anteriores através do MES (*Manufacturing Execution System*), software utilizado na indústria para monitorar, documentar e controlar o processo de fabricação desde a matéria-prima até o produto acabado. A partir dele são registradas todas as informações relacionadas às paradas de máquina, com registro do tempo e o motivo que levou à ocorrência. Nesta etapa foi possível verificar:
 - 2.1. O conhecimento dos operadores ligados a atividade do *setup*;
 - 2.2. A sequência de atividades feitas pela operação;
 - 2.3. Possíveis gargalos da atividade.

Com isso, foi possível identificar anomalias e ações que atrasavam esse processo, fazendo com que a operação tivesse dificuldades evidentes.

3. Etapa 3: foi feita a análise do processo por meio da utilização de uma folha de verificação, confeccionada nos momentos de análise do *setup* e validada com os operadores, onde cada atividade foi registrada, para posteriormente ser ordenada de acordo com a prioridade de essa folha foi primordial para a construção da Tabela 1. Esse instrumento foi estruturado para registrar as atividades executadas, a ordem de procedimento, classificação de cada uma quanto ao tipo de *setup*, se interno ou externo, além de um espaço para possíveis anomalias registradas na observação da atividade.
4. Análise e Coleta de dados: Em posse das informações anteriores, foi possível iniciar o processo de aplicação da metodologia SMED. Inicialmente foi aplicado o estágio conceitual do método SMED, para que todos os envolvidos pudessem compreender a situação atual da atividade e sua importância. A partir disso, foram levantadas propostas de melhoria e seus possíveis ganhos. Por fim, foi feito um plano de melhoria em conjunto com a operação, para a diminuição do tempo de *setup*.

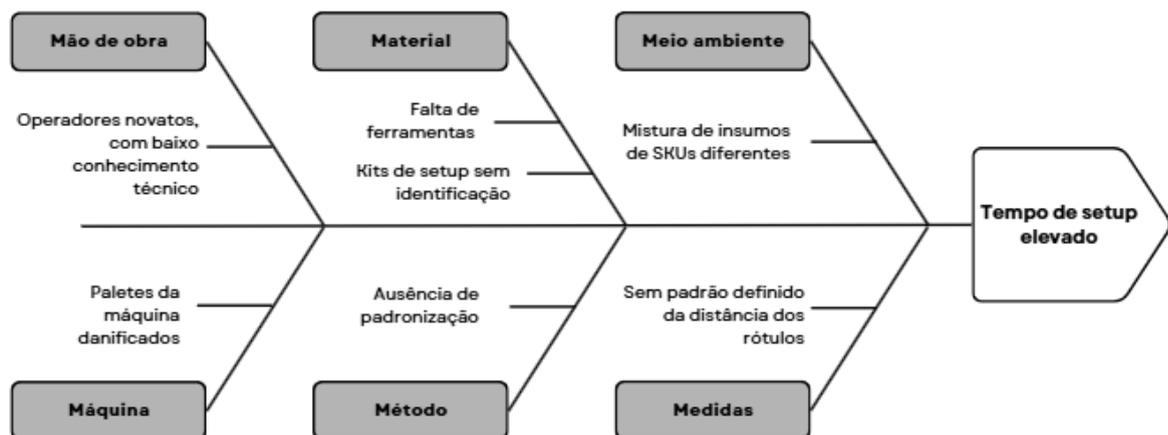
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão apresentados o desenvolvimento do estudo de caso do trabalho em questão, o roteiro da aplicação do método SMED para padronização e redução do tempo de *setup* nas rotuladoras de uma linha de envase. Por questões relacionadas à sensibilidade dos dados coletados durante a realização do projeto, algumas informações estão representadas de forma genérica ou com dados modificados a fim de preservar sua confidencialidade, mas sem impactar no resultado final.

4.1 ANÁLISE DAS ROTULADORAS

De acordo com a Figura 2, é possível afirmar que o pior impacto na eficiência da linha de produção vinha sendo as rotuladoras, ao realizar discussões nas reuniões de produtividade e analisar os dados obtidos no MES, verificou-se as paradas relacionadas à essa máquina, onde a maioria era fruto de *setup* ou ajuste dele. A partir disso, foi estruturado um diagrama de causa e efeito, discutido também na reunião diária com os operadores e líderes da linha, a fim de visualizar e entender as anomalias desse processo, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Diagrama de causa e efeito



Fonte: A autora (2025)

Após o levantamento das causas, como mostrado na Figura 4 foi utilizado a ferramenta 5 Porquês para se chegar às causas fundamentais das anomalias encontradas e após encontrado essas causas fundamentais, foi desenvolvido um plano de ação direcionado para

cada uma delas, com o objetivo de solucionar de forma definitiva esses problemas apresentados, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - 5 porquês rotuladora

6M	Equipamento	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	Ações de bloqueio
Mão de obra	Rotuladora	Operadores novatos, falta de conhecimento	Operador não sabia fazer o setup de forma eficiente	Máquina complexa	Operador não tinha tempo suficiente de experiência na máquina	Não tinha treinamento focado para setup	Definir um time experiente para treinar os novos colaboradores
Material	Rotuladora	Falta de ferramentas	Ferramentas utilizadas não era a mais eficiente	Utilizavam ferramentas improvisadas	Não foi realizado um mapeamento das ferramentas necessárias	Ausência de padronização das ferramentas corretas	Padronização e disponibilização de ferramentas necessárias
Meio ambiente	Rotuladora	Mistura de insumos	Falha na gestão dos insumos	Não havia área demarcada para cada tipo de SKU	Falta de organização e 5s da área		Implementar 5s e padronizar área de insumos
Máquina	Rotuladora	Paletes danificados	Paletes desgastados devido ao tempo de uso	Atraso no cumprimento de ordem mandatória			Priorizar as ordens de troca mandatória das rotuladoras
Método	Rotuladora	Ausência de padronização	Desconhecimento do passo a passo mais eficiente para o setup	Não existia instruções para o setup documentada			Estudar e realizar o passo a passo do setup
Medidas	Rotuladora	Sem padrão de distância dos rótulos	Operadores realizavam um "padrão visual" para estabelecer a distância	Desconhecimento da distância correta	Desconhecimento do padrão		Treinar operação no padrão de altura, definir marcações para facilitar

Fonte: A autora (2025)

De acordo com os 5 porquês apresentados no quadro 3, assim como, ações de bloqueio e suas respectivas causas fundamentais, foram realizadas análises separadamente para cada um dos 6M's, a seguir serão apresentadas essas análises a fim de melhorar não só o processo de *setup*, mas também o dia a dia da operação na máquina.

- **Mão de obra**

Para o quesito mão de obra, a causa fundamental identificada foi a falta de treinamento dos novos operadores. Sendo assim as ações sugeridas para sanar esse problema, era a realização de treinamentos desses operadores, sabendo que no turno existem pessoas experientes e capacitadas para ensinar, foram direcionados padrinhos para cada operador novato e os treinamentos aconteciam na máquina em todos os *setups* e também fora da máquina com auxílio de material preparado pelo operador elite da rotuladora na fábrica.

- **Material**

Na questão do material, a causa fundamental do problema era a falta de padronização das ferramentas adequadas para a realização do *setup*. Dessa forma, como resultado da

aplicação da ferramenta dos 5 porquês, foram definidas as ações corretivas para o tratamento da causa raiz, consistindo na padronização das ferramentas necessárias para o *setup* e na disponibilização adequada destas ferramentas no ambiente de trabalho.

As ações estabelecidas contemplam também a realização do levantamento completo das ferramentas a serem utilizadas no *setup*, a elaboração de um procedimento operacional padrão, especificando quais ferramentas devem ser empregadas e de que forma devem ser manuseadas, priorizando sempre a segurança dos operadores durante a execução das atividades.

- **Meio ambiente**

Para a questão do meio ambiente, a causa raiz foi a falta de organização e gestão do 5s na área de insumos. Para isso, foram feitas atividades de conscientização com a operação, mostrando que uma área organizada é a melhor forma de operar. Também foi realizada marcações e confeccionadas caixas organizadoras, com etiquetas de cada produto diferente que a rotuladora pode produzir, facilitando a divisão dos insumos e ajudando na visualização dos diferentes rótulos existentes na linha.

- **Máquina**

A respeito de máquina, a causa fundamental foi a não realização da troca mandatória, nesse ponto houve uma falha na priorização das ordens de troca mandatória, porém foi resolvido pelo analista de planejamento juntamente com o supervisor de produção.

- **Método**

Sobre o método, foi realizado o mapeamento detalhado de todas as etapas do *setup*, por meio de observações em campo, registro das atividades e análise dos procedimentos executados. Com base nas informações coletadas, foi desenvolvido um *check-list* para garantir que todas as etapas sejam corretamente seguidas durante a execução do *setup*. A implementação dessas ações possibilitou maior padronização do processo, redução de falhas operacionais e maior segurança para os colaboradores, principalmente os novatos, assegurando a eficiência nas futuras execuções do *setup*.

- **Medidas**

No quesito medidas, a causa fundamental encontrada foi o desconhecimento do padrão, a partir disso, foi feito treinamento com os operadores, apresentando os padrões de altura e distância entre os rótulos, além disso foram feitas marcações para os rótulos *front*, *back* e *neck* para facilitar a visualização e a posição dos castelos e do agregado.

4.2 APLICAÇÃO DOS ESTÁGIOS CONCEITUAIS E TÉCNICAS SMED

4.2.1 Estágio 1: Mapeamento do método atual

Neste primeiro estágio não há diferenciação entre as atividades internas e externas, identificando todas as atividades realizadas pela equipe durante o *setup*, foram feitos vídeos utilizando o celular e a partir deles foi feita uma lista das atividades e o seu tempo de realização, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição das atividades do *setup*

Nº	ATIVIDADE	Tempo (min)
1	Colocar os rótulos do produto seguinte nas calhas	06:00
2	Fazer a lubrificação dos paletes e cilindros de transferência	15:00
3	Analisar alinhamento e fazer lubrificação das unhas dos castelos de rótulos	07:00
4	Carregar com rótulos front 3 calhas	08:00
5	Pegar as ferramentas	04:00
6	Trocar a régua de transferência de calha	03:30
7	Encerrar o produto anterior do transporte	06:11
8	Recuar do empurrador de rótulos	02:42
9	Desconectar as mangueiras de ar	01:20
10	Retirar a calha de neck	00:25
11	Colocar a calha na mesa	01:09
12	Retirar o conjunto de castelo de neck	01:21
13	Abrir a mesa para retirada dos rótulos de front	02:27
14	Troca do empurrador do front	01:20
15	Retirada de rótulos	02:46
16	Transferir os rótulos de front para a mesa	01:09

17	Tentativa de retirada do castelo de front	00:01
18	Desconectar os cabos	01:20
19	Retirar o castelo de front	01:14
20	Buscar e colocar castelo do produto novo - Front	02:13
21	Colocar castelo de produto novo - Neck	01:26
22	Fazer o ajuste de castelos e calha - Front	02:47
23	Conectar os cabos e inserir a calha cheia	01:41
24	Soltar a corrente e abaixou a mesa	00:06
25	Fazer o ajuste do castelo superior	00:49
26	Colocar os rótulos de neck nas calhas	02:09
27	Testar empurrador de rótulos	02:06
28	Ajustar os rótulos no castelo	01:28
29	Colocar calha na mesa ao lado	00:10
30	Abrir a régua de cola e a tampa do agregado	01:26
31	Buscar paletes na mesa	01:20
32	Checar a numeração dos paletes	01:24
33	Manusear o jog	00:47
34	Fazer a montagem dos paletes	02:23
35	Fechar tampa	00:20
36	Retirar o cilindro de transferência	00:49
37	Buscar o cilindro de transferência do novo produto	01:07

Tabela 1 – Descrição das atividades do *setup* (conclusão)

Nº	ATIVIDADE	Tempo (min)
38	Montagem do cilindro	01:43
39	Ajustar a distância dos cilindros	01:12
40	Colocar portinholas de segurança	02:50
41	Retirou os paletes do produto anterior e as ferramentas	02:54
42	Inserção de garrafas para teste e mudança da posição do canhão do datador	02:50
43	Conectar as mangueiras da régua de calha	00:50
44	Fazer o teste de rotulagem	01:24
45	Ajustar a codificação	02:39
46	Colocar três calhas de rótulo Front	03:06
47	Ajustes de rotulagem + rampa para nominal	02:50
48	Verificação da rotulagem	00:10
TOTAL		114 min

Com o mapeamento de todas as atividades, concluiu-se o estágio 1 de aplicação do SMED, dessa forma, e então pode-se iniciar o estágio 2, diferenciando *setup* interno de *setup* externo, expondo os dados na Tabela 2.

4.2.2 Estágio 2: Classificação e transformação das atividades externas em internas.

Nessa fase, foram feitas as separações de o que seria feito enquanto a máquina ainda estava em produção e as atividades que só poderiam ser feitas com a máquina parada, essa classificação está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Separação das atividades internas e externas

Nº	ATIVIDADE	Interno	Externo
1	Colocar rótulo do produto seguinte nas calhas		06:00
2	Fazer a lubrificação dos paletes e cilindros de transferência		15:00
3	Analisar alinhamento e fazer lubrificação das unhas dos castelos de rótulos		07:00
4	Carregar com rótulos front 3 calhas		08:00
5	Pegar as ferramentas		04:00
6	Trocar a régua de transferência de calha	03:30	
7	Encerrar o produto anterior do transporte	06:11	
8	Recuar o empurrador de rótulos	02:42	
9	Desconectar das mangueiras de ar	01:20	
10	Retirar de calha de neck	00:25	
11	Colocar a calha na mesa	01:09	
12	Retirar o conjunto de castelo de neck	01:21	
13	Abrir a mesa para retirada dos rótulos de front	02:27	
14	Trocar o empurrador do front	01:20	
15	Retirar os rótulos	02:46	
16	Levar os rótulos de front para a mesa	01:09	
17	Tentativa de retirada do castelo de front	00:01	
18	Desconectar os cabos	01:20	
19	Retirar o castelo de front	01:14	
20	Buscar e colocar castelo do produto novo - Front	02:13	
21	Colocar castelo de produto novo - Neck	01:26	
22	Fazer ajuste de castelos e calha - Front	02:47	
23	Conectar os cabos e colocar de calha cheia	01:41	
24	Soltar a corrente e abaixar a mesa	00:06	
25	Ajustar castelo superior	00:49	
26	Colocar os rótulos de neck nas calhas	02:09	
27	Testar o empurrador de rótulos	02:06	
28	Ajustar os rótulos no castelo	01:28	
29	Colocar a calha na mesa ao lado	00:10	

Nº	ATIVIDADE	Interno	Externo
30	Abrir a régua de cola e a tampa do agregado	01:26	
31	Pegar os paletes na mesa		01:20
32	Checar a numeração dos paletes	01:24	
33	Manusear o jog	00:47	
34	Fazer a montagem dos paletes	02:23	
35	Fechar a tampa	00:20	
36	Tirar o cilindro de transferência	00:49	
37	Pegar o cilindro de transferência do novo produto		01:07
38	Fazer a montagem do cilindro	01:43	
39	Ajustar a distância dos cilindros	01:12	
40	Colocar portinholas de segurança	02:50	
41	Tirar os paletes do produto anterior e as ferramentas	02:54	
42	Fazer o teste de garrafas para a mudança da posição do canhão do datador	02:50	
43	Conectar as mangueiras da régua de calha	00:50	
44	Testar a rotulagem	01:24	
45	Fazer ajuste de codificação	02:39	
46	Inserir mais três calhas de rótulo Front	03:06	
47	Ajustes de rotulagem + rampa para nominal	02:50	
48	Verificação da rotulagem	00:10	
	TOTAL	71:59	42:27

Com as atividades separadas em internas e externas, já é possível visualizar que o tempo médio de *setup* caiu de aproximadamente 114 minutos para 72 minutos.

4.2.3. Estágio 3: Melhoria do procedimento de *setup*

No estágio 3 foi utilizado a metodologia de eliminar, combinar, reduzir e simplificar (ECRS), para diminuir ainda mais o tempo da atividade, agrupando aquilo que pode ser feito em conjunto, reduzindo o tempo das atividades ou até mesmo eliminando-as, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Tempo reduzido através de aplicação do Estágio 3 do SMED.

Nº	ATIVIDADE	Eliminar	Combinar	Reduzir	Simplificar
1	Colocar rótulo do produto seguinte nas calhas				
2	Fazer lubrificação dos paletes e cilindros de transferência				
3	Analisar alinhamento e lubrificar as unhas dos castelos de rótulos				
4	Carregar 3 calhas com rótulos front				
5	Pegar as ferramentas				
6	Trocar a régua de transferência de calha			01:06	
7	Encerrar produto anterior do transporte			00:41	
8	Recuar o empurrador de rótulos				
9	Desconectar as mangueiras de ar		00:20		
10	Tirar a calha de neck				
11	Colocar a calha na mesa	01:09			
12	Retirar do conjunto de castelo de neck			00:43	
13	Abrir a mesa para retirar os rótulos de front			00:32	
14	Trocar o empurrador do front				
15	Retirar os rótulos			00:36	
16	Levar os rótulos de front para a mesa	01:09			
17	Tentativa de retirada do castelo de front	00:01			
18	Desconexão dos cabos				
19	Retirada de castelo de Front			00:44	
20	Buscar e colocar castelo do produto novo – Front	01:13			
21	Colocar castelo de produto novo – Neck				
22	Ajuste de castelos e calha – Front				
23	Conexão dos cabos e inserção de calha cheia				
24	Soltou a corrente e abaixou a mesa	00:06			
25	Ajustou castelo superior	00:49			
26	Colocar os rótulos de neck nas calhas				
27	Testar o empurrador de rótulos				
28	Ajustar os rótulos no castelo				
29	Colocar a calha na mesa ao lado			00:05	
30	Abrir a régua de cola e a tampa do agregado				
31	Pegar os paletes na mesa				
32	Checar a numeração dos paletes			00:24	
33	Manusear o jog	00:47			
34	Fazer a montagem dos paletes			00:33	

Nº	ATIVIDADE	Eliminar	Combinar	Reduzir	Simplificar
35	Fechar a tampa				
36	Tirar o cilindro de transferência				
37	Pegar o cilindro de transferência do novo produto			00:02	
38	Montagem do cilindro				
39	Ajustou a distância dos cilindros				
40	Colocar portinholas de segurança				
41	Tirar os paletes do produto anterior e as ferramentas			00:34	
42	Fazer o teste de garrafas para a mudança da posição do canhão do datador				
43	Conectar as mangueiras da régua de calha				
44	Realizar teste de rotulagem				
45	Ajustar codificação	00:39			
46	Colocar mais três calhas de rótulo Front				
47	Ajustes de rotulagem + rampa para nominal				
48	Verificação da rotulagem				
TOTAL		06:28	00:20	06:26	00:00

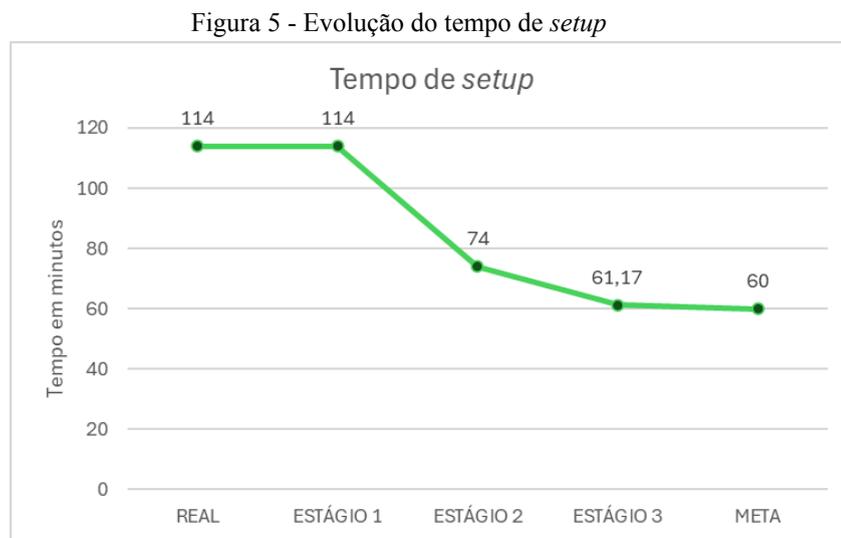
Com a aplicação do estágio 3, a mudança de cenário se tornou ainda mais explícita, reduzindo e eliminando atividades durante o *setup*. Para essa mudança, foi necessário além da disposição dos operadores, algumas mudanças de *layout*, compras de ferramentas e investimentos em carrinhos de *setup* para a máquina.

4.2.4. Estágio 4: Capacitação contínua

Após a primeira aplicação da metodologia *SMED*, é indispensável o treinamento e capacitação contínua dos operadores da rotuladora, pois novos operadores irão chegar e é imprescindível que a cultura da troca rápida de ferramentas esteja implementada em todos. O treinamento precisa ser alimentado em todo *setup*, só assim os resultados se tornarão consistentes.

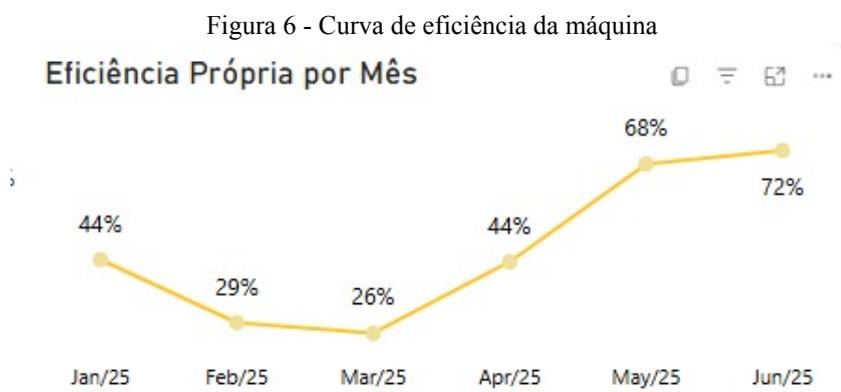
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os resultados obtidos durante este capítulo, pode-se afirmar que o método de troca rápida de ferramentas é aplicável e recomendável para a indústria de bebidas, a melhoria no tempo de *setup* é significativa. O tempo inicial era de 114 minutos e foi reduzido para 61,2 minutos, ainda se tem um pequeno desvio em relação à meta estipulada, porém a redução foi quase a metade do tempo inicial, provando que o *SMED* funciona, como mostra a Figura 5.



Fonte: A autora (2025)

Essa redução de tempo de *setup*, também implica na eficiência das máquinas, pois com a padronização da atividade, a quantidade de paradas para ajustes também diminui, favorecendo a disponibilidade e eficiência da máquina, como mostra a Figura 6.



Fonte: *Dashboard* de produtividade da linha 501.

É importante ressaltar que além da aplicação do *SMED*, os operadores tiveram treinamentos de manutenção autônoma, gerando uma cultura de cuidado pela máquina e seus

resultados, acompanhando de perto o rendimento próprio e fazendo investigações quando o indicador estava fora de faixa, criando uma cultura de dono. Os números são resultados de um esforço conjunto para alavancar o desempenho de toda linha.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo realizado e aplicação da metodologia *SMED*, foi possível observar uma grande melhora no tempo de parada para *setup*. Percebe-se também que na indústria é possível ter um ganho em produção com pequenas ações, seja mudanças de *layout*, incentivo de treinamentos entre os operadores ou uma mudança de cultura.

Focar na padronização dos processos é de suma importância, pois através dela juntamente com a repetibilidade das atividades, garante uma partida de pós-*setup* mais eficiente e também com menos paradas para ajuste. Então nota-se que a ferramenta *SMED* proporcionou uma diminuição no tempo de *setup* da rotuladora de garrafas, de forma que, o tempo de produção antes perdido, hoje se torna ganho em produtividade.

Dessa forma, concluiu-se que o problema identificado neste trabalho envolvia múltiplos fatores. A falta de conhecimento de parte da equipe operacional, justificada pelo fato de serem recém contratados, além da ausência de treinamentos e orientações adequadas, gerava um gargalo. Além disso, foi constatada a carência de padronização, já que o procedimento de *setup* era complexo e não havia documentação ou instruções formais para sua execução. Ainda foram encontradas diversas oportunidades de melhoria nos próprios equipamentos, com necessidade de ajustes e identificações que tornassem o processo mais acessível e visualmente mais fácil para a operação.

A falta de clareza na delegação de atividades causava falhas comportamentais, que geravam ainda mais atrasos. Ainda, houve falhas de liderança quanto à disponibilização das ferramentas apropriadas para o *setup*. Então, após a correção desses pontos e o alinhamento entre a equipe com os objetivos da linha, é esperado que a melhora seja contínua e os resultados operacionais continuem a melhorar de forma significativa.

5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O presente trabalho foi realizado no período de março à junho do ano de 2025, exclusivamente no turno B (7h às 15h), por muitas vezes passávamos semanas sem conseguir acompanhar um *setup* completo durante esse horário, visto que, como as observações foram feitas em horário regular de estágio, a jornada de trabalho não poderia ser estendida. Isso atrasou um pouco a aplicação, além disso, por ter outras responsabilidades na linha, tivemos algumas lacunas. Mesmo assim, os resultados foram satisfatórios.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como as linhas de envase retornáveis possuem um grande gargalo na mesma máquina que foi aplicada a ferramenta *SMED*, além disso possuem basicamente a mesma configuração, com pequenas diferenças, é muito importante que a metodologia não se limite apenas a linha 501, ela pode ser aplicada nas outras linhas de forma semelhante, alavancando o resultado da fábrica como um todo.

REFERÊNCIAS

BACK, Gabriela Carolina. *Aplicação do método SMED para melhoria no processo de setup em uma indústria alimentícia*. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

FERREIRA, R. *Sistemas Lean – Volume 1/ Organização Renata Ferreira – Belo Horizonte - MG: Poisson, 2018 - 318p*

GODINA, R. et al. A structural literature review of the single minute exchange of die: The latest trends. *Procedia manufacturing*, v. 17, p. 783–790, 2018. Trabalho apresentado no International Conference In Flexible Automation And Intelligent Manufacturing, 2018, Columbus, OH, USA. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328960069_A_Structural_Literature_Review_of_the_Single_Minute_Exchange_of_Die_The_Latest_Trends. Acesso em: 18 mai. 2025.

GUERRA, Avaetê de Lunetta e Rodrigues. Metodologias e classificação das pesquisas científicas. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v. 5, n. 8, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i8.5584>. Acesso em: 10 jun. 2025.

ISHIKAWA, K. *Controle de qualidade total: à maneira japonesa*. Rio de Janeiro: Campus, 1993

LANG, Lucas Vieira. *Aplicação do método SMED em uma indústria de produtos automotivos para melhoria no processo de setup*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

LEAN PRODUCTION. TPM (Total Productive Maintenance). *Chicago: Lean Production*, 2011. Disponível em: <https://www.leanproduction.com/tpm/>. Acesso em: 27 jun. 2025.

MATOS, Rafaela Mendes. *Aplicação do método Single Minute Exchange of Die (SMED) na atividade de setup da máquina caster*. 2024. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

MEDEIROS, Giovana Gurgel; PERALES, Wattson. *Aplicação da ferramenta SMED para redução do tempo de setup no processo de formação de tubos em uma indústria de fabricação de embalagens*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2022, Foz do Iguaçu. Anais eletrônicos. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2022.

Disponível em:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/95113437/TN_WG_382_1886_45038-libre.pdf. Acesso em: 11 jun. 2025.

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

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. 15. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

REZENDE, D. M.; SILVA, J. F.; MIRANDA, S. M.; BARROS, A. *Lean manufacturing: redução de desperdícios e a padronização do processo*. Disponível em:

<https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/104157.pdf>. Acesso em 11 jun. 2025.

RIBEIRO, Fernando Andrade Nicola. *Redução do tempo de setup e melhoria na eficiência pós setup de uma linha de envase de bebidas: um estudo de caso*. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SHINGO, Shigeo. *O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SINDICERV. *Produção de cerveja no Brasil atinge volume recorde em 2023*. 06 jun. 2024.

Disponível em:

<https://sindicerv.com.br/noticias/producao-de-cerveja-no-brasil-atinge-volume-recorde-em-2023/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. São Paulo: Editora Atlas. 2002

VIRGÍLIO, H. B. *Manutenção produtiva total no melhoramento produtivo organizacional*. 2018. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis, Engenharia De Produção e Serviço Social, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24128/3/ManutençãoProdutivaTotal.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2025.

WERKEMA, M.C.C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

WOMACK, J. P; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues, Priscilla Martins Celeste. Rio de Janeiro: Campus, 1998.