

MELHORIA DE PRODUTIVIDADE POR MEIO DE AUTOMAÇÃO DE LINHA:ESTUDO DE CASO.

Lindi Inês de Santana Reis

Stephany Nunes Lopes Palma

Orientador: Prof. Me. José Martino Neto

Co-Orientador: Prof. Me. Marco Aurélio Feriotti

Faculdade de Tecnologia de Guarulhos – FATEC

EIXO 2 Inovação, Tecnologia e Engenharias

Processos industriais

RESUMO

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de médio porte especializada na fabricação de baterias automotivas e revelou diversos desafios no processo de embalagem, particularmente devido ao uso de equipamentos obsoletos e com dependência direta de intervenção manual, resultando em baixa produtividade, gargalos na linha e custos adicionais com horas extras para atender a demanda. Neste contexto, a formação de filas de baterias acabadas aguardando embalagem é um fator agravante no processo produtivo com impacto direto na expedição, resultando em atrasos na entrega do produto final. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma proposta de melhoria no processo de embalagens de baterias automotivas, explorando os princípios do *Lean Manufacturing* para identificar oportunidades de aumento da eficiência, incremento da produtividade e redução de custos. A pesquisa delineou um conjunto claro de objetivos, incluindo a descrição detalhada do processo atual de embalagem, a identificação de gargalos e a proposta de uma solução de baixo custo para aumentar a produtividade. Por meio de uma revisão bibliográfica e o estudo de caso quali-quantitativo foi possível identificar soluções eficazes, destacando ações por meio dos dados coletados e seus impactos. A implementação de uma nova máquina de selagem automática foi sugerida como uma intervenção viável, projetada para melhorar significativamente a eficiência do processo.

PALAVRAS-CHAVE: Conceito Lean Manufacturing; Processo de embalagem; Produtividade.

ABSTRACT

The case study was conducted in a medium-sized industry specialized in the manufacture of automotive batteries and revealed several challenges in the packaging process, particularly due to the use of obsolete equipment and direct dependence on manual handling, resulting in low productivity, bottlenecks in the line and additional costs with overtime to meet demand. In this context, the formation of queues of finished batteries awaiting packaging is an aggravating factor in the production process with a direct impact on shipping, resulting in delays in the delivery of the final product. The objective of this work was to present a proposal for improving the packaging process of automotive batteries, exploring the principles of Lean Manufacturing to identify opportunities for increasing efficiency, increasing productivity and reducing costs. The research outlined a clear set of objectives, including the detailed description of the current packaging process, the identification of bottlenecks and the proposal of a low-cost solution to increase productivity. Through a literature review and the qualitative-quantitative case study, it was possible to identify effective solutions, highlighting actions through the data collected and their impacts. The implementation of a new automatic sealing machine was suggested as a viable intervention, designed to significantly improve process efficiency.

KEYWORDS: Lean Manufacturing Concept; Packing process; Productivity.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao alto nível de concorrência no mercado atual, é necessário que os gestores adaptem estrategicamente seus processos desde o início das atividades empresariais (COSTA *et al.*, 2019). A indústria procura cada vez mais inovar, quer se trate de novos produtos ou de novos métodos de produção mais eficientes. Essa ideia traz o problema de otimizar o tempo, melhorar a qualidade e reduzir o custo de produção do produto (LAFIN, 2018).

Constata-se que as revoluções industriais tiveram um impacto profundo na história da humanidade e desempenharam um papel fundamental na configuração do mundo contemporâneo. A introdução de máquinas e a mecanização da produção marcaram uma transição significativa dos métodos tradicionais para formas mais eficiente (XAVIER, 2024).

A 4ª Revolução Industrial, conhecida como Indústria 4.0 implica em sistemas autônomos e máquinas inteligentes que podem tomar decisões, aprender com dados e realizar tarefas complexas

sem intervenção humana direta. Isso permite uma adaptação mais rápida às mudanças nas condições de produção. Portanto diante dos avanços tecnológicos, o aumento dos processos automatizados vem crescendo de maneira significativa visando maior eficiência, produtividade, eliminando erros e desperdício de tempo, com isso reduzindo os custos desnecessários, além de ganhos com mão de obra para atividades mais vantajosas fazendo com que o processo produtivo seja lucrativo (XAVIER,2024).

Em uma industria de médio porte de fabricação de baterias automotivas, situada na cidade de Guarulhos, foi analisado o setor de embalagens onde opera um equipamento, ano de fabricação 2003, para o processo de embalagem a vácuo, exigindo trabalho manual dos operadores devido à sua obsolescência, isso impacta negativamente na produtividade criando fila de baterias acabadas, armazenadas de forma inadequada no chão, aguardando o processo de embalagem e impactando no trajeto dos colaboradores e movimentação das paleteiras.

Para suprir a demanda e evitar atrasos nas entregas, são gerados custos com horas extras, obrigando a fabrica operar acima da sua capacidade produtiva, causando estresse nos colaboradores e riscos na operação da empresa junto aos seus clientes.

Diante do exposto emerge a seguinte questão: Quais métodos podem ser aplicados para melhoria do processo de embalagem de baterias automotivas?

Este estudo avaliou o processo atual visando propor melhorias que possam aumentar a produtividade, reduzir custos e auxiliar com a implementação de um equipamento que proporcione mais eficiência para o processo de embalagem.

2 OBJETIVOS:

2.1 GERAL

Apresentar um estudo para melhoraria da produtividade no processo de embalagem de baterias automotivas, trazendo mais eficiência e redução de custos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Verificar e descrever o processo atual.
- b) Identificar oportunidades de melhorias no processo.
- c) Propor uma opção eficiente de melhoria para o aumento da produtividade.

2.3 JUSTIFICATIVA:

A importância da tecnologia vem tomando cada vez mais espaço dentro das organizações que buscam se manter competitivas no seu mercado. O impacto negativo de um equipamento obsoleto na fabricação do produto, além dos prejuízos relacionados à produtividade, pode causar desmotivação dos colaboradores pela ineficiência na realização de suas atividades. Com o investimento de um equipamento moderno e automatizado a redução dos custos com horas extras, retrabalhos e esforços físicos dos colaboradores, trazem reflexos diretos no aumento da produtividade, melhoria no desempenho da mão de obra e do lead time, aumentando a eficiência, a qualidade e atendendo a expectativa dos clientes.

2.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção resume a literatura teórica que aborda as principais questões relacionadas à esta pesquisa. Esta revisão bibliográfica baseia-se, portanto, em citações de autores selecionados e publicações relevantes para a fundamentação teórica deste trabalho.

2.4.1 LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing ou Manufatura Enxuta é conhecido como Sistema Toyota de Produção. Criado no Japão pós Segunda Guerra Mundial por volta dos anos 60, devido a exigência do mercado de mais flexibilidade para condução de um novo sistema de produção sendo desenvolvido por Taiichi Ohno juntamente a sua equipe de engenharia (OHNO, 1997).

O *Lean Manufacturing* teve sua metodologia e conceito generalizado no ocidente na década de 90, com a publicação do Livro “A máquina que mudou o mundo: A História da Produção Enxuta”, escrito por Womack, Jones e Roos, relatando a transformação da produção de carros levando em conta a produção em massa (MOREIRA, 2012). Além da divulgação do livro, também foi expandido por pesquisas feitas por docentes e pesquisadores do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).

O *Lean Manufacturing* visa a produção enxuta segundo Shingo (1996), operando para que a produção seja feita no momento e em quantidades certas, compondo um fluxo contínuo de equipamentos na produção.

2.4.2 OS OITO DESPERDÍCIOS DO *LEAN MANUFACTURING*

Conforme Werkema (2011), quaisquer recursos que sejam consumidos sem agregar valor, caracteriza-se como desperdício ou perda e em se tratar de processos produtivos, para que estes possam ser identificados o primeiro passo a ser dado é realizar o *gemba*, que significa “lugar real” em japonês. Considerando dentro da manufatura, este lugar real seria o chão de fábrica, sendo o local onde as produções e operações ocorrem, mas é importante lembrar que os desperdícios tanto podem originados nos setores de produção quanto nos setores administrativos.

O pioneiro da metodologia Taiichi Ohno, constatou e caracterizou sete desperdícios e posteriormente o identificou o oitavo desperdício, que se refere a falta de utilização do capital intelectual do potencial humano, sendo estes, defeitos, excesso de produção, estoque, processamento impróprio, espera, movimentos desnecessários, transporte desnecessário e intelectual, de acordo com Marques (2010) estão pontuados como:

Defeitos: Estes são resultados de produtos não conformes, em desacordo com a qualidade e requisitos dos quais são estabelecidos e não suprem sua real necessidade;

Excesso de Produção: Produção excede a demanda, gera estoque além de custos extras e não segue o padrão *Just in Time*;

Estoque: Estoque gerado por excesso de produção, desperdiçando investimento, materiais, matéria-prima, horas trabalhadas e espaço;

Processamento Impróprio: Diretamente ligado a falta de performance adequada de máquinas e equipamentos, não desempenhando de acordo com a capacidade e planejamento da operação;

Espera: Ocorre quando há interrupção no fluxo contínuo, princípio do *Lean Manufacturing*. Isso acontece quando falta algum insumo para o processo ou quando o operador precisa aguardar a finalização de uma máquina para que a produção possa prosseguir.

Movimento Desnecessário: Ocorre em empresas com *layout* inadequado, onde colaboradores realizam deslocamentos não essenciais. Um exemplo é a necessidade de buscar ferramentas no almoxarifado, quando poderiam estar disponíveis no posto de trabalho, minimizando deslocamentos e aumentando a eficiência.

Transporte Desnecessário: Devido ao *layout* mal estruturado a movimentação para a condução dos insumos e produtos são feitos de forma inadequada.

Intelectual: Não são aproveitadas as habilidades do colaborador, por não ter capacitação,

clima organizacional, engajamento e outros fatores.

Este trabalho focou principalmente do desperdício da espera, visto que, o processo de embalagem atual é o principal ponto de gargalo na linha de produção de baterias.

2.5 PRODUTIVIDADE

Atualmente as empresas estão cada vez mais focadas no aumento de produtividade em suas cadeias operacionais de produção, isso sem perder a qualidade do serviço, mas sempre buscando a eficiência e focando na redução de custo. Tendo isso em vista, a tecnologia vem ganhando cada vez mais espaço no mundo e também nas indústrias (LAFIN, 2018).

Segundo Palma (2012), uma inovação tecnológica pode resultar no aumento da produtividade, trazendo ainda vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes.

Para Marcal (2023) a automação está definida com aplicação de dispositivos mecânicos e elétricos para contribuir na execução das atividades, melhorando a eficiência e segurança na operação.

Santos (2012) aponta como benefício para o colaborador, o afastamento de atividades perigosas e repetitivas, e para a empresa o benefício com operações padronizadas eliminando erros e consequentemente proporcionando maior qualidade ao produto.

A automatização dos processos industriais, incluindo a automação de equipamentos, tornou-se uma prática comum e necessária. A Indústria 4.0, com suas tecnologias inovadoras, está impulsionando a adoção de novas ferramentas, desafiando as empresas a se adaptarem a esse novo modelo de negócio (XAVIER, 2024).

2.6 SISTEMA DE EMBALAGEM

Segundo Cabral (1999), o sistema de embalagem é o grupo de operações, acessórios e materiais que são usados na indústria para que seus produtos sejam armazenados, contidos, conservados e protegidos, assim, estes podem ser transportados aos pontos de venda ou de utilização, atendendo às necessidades de quem irá consumi-los e utilizá-los, respeitando a ética e o meio ambiente.

Ainda de acordo com Cabral (1999), poucas indústrias consideram importante e entendem a necessidade do processo de embalagem, pois não enxergam que a mesma deveria fazer parte do produto fabricado, para a conservação ao longo da sua vida útil e com isso reduzindo perdas.

Bucci e Forcellini (2007), consideram que as embalagens dos produtos são tão importantes quanto o produto em si. Neste caso, o processo de fabricação ou desenvolvimento de produto só é completo quando a embalagem também é desenvolvida com o mesmo rigor.

De acordo com Stein (1997) o produto não pode ser desenvolvido sem considerar o processo da embalagem ou de forma separada como se eles não se tornassem um só produto final, pois o sistema de embalagem inclui um sistema complexo de materiais, funções, formas e processos de engenharia, marketing, comunicação, legislação e economia.

Portanto podemos sumarizar afirmando que as embalagens têm o objetivo de armazenar temporariamente os produtos protegendo-os e estendendo o seu ciclo de vida, de modo a viabilizar a sua distribuição, identificação até o recebimento do seu consumidor final (GONÇALVES et al., 2016).

Segundo Karaski *et al.* (2016) as funções da embalagem podem ser definidas de acordo com determinados atributos apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Funções das Embalagens

Função	Atributos
Proteção	Prevenir danos mecânicos; deterioração dos produtos; contaminação externa; aumento da vida nas prateleiras de produtos
Promoção	Proporciona estética e apelo de vendas; apresenta e descreve o produto com suas características.
Informação	Identifica o produto e apresenta informações diversas
Logística e Manuseio	Viabiliza o transporte até o varejista e expõe o produto no ponto de venda.
Armazenagem	Reduzir a perda do produto; auxiliar no descarte da embalagem; permite a estocagem adequada; viabiliza o transporte

Fonte: Karaski *et al.* (2016)

O processo de embalagem a ser estudado pode ser considerado como genérico pois funciona basicamente por meio do uso do polímero termoplástico BOPP (polipropileno biaxialmente orientado), recebido em bobinas que são inseridas em equipamentos específicos formando as chamadas embaladoras tipo *Flow Pack*, que realizam o processo de embalagem dos produtos.

Existem diversos tipos de embaladoras, porém, todas têm o mesmo princípio que é fechar

a embalagem por termoselagem pelo aquecimento e retração do filme de BOPP.

3 METODOLOGIA

3.1 ABORDAGEM DE PESQUISA

A classificação desta pesquisa pode ser definida como de natureza aplicada com objetivo descritivo, tendo como forma de observar o problema por meio de dados quantitativos e qualitativos, por meio do estudo de caso.

3.2 MÉTODOS DE PESQUISA

Segundo Barros e Lehfeld (2014), a pesquisa de natureza aplicada contribui para resultados práticos, em busca de solução rápidas e o pesquisador deve procurar orientação prática à solução imediata de problemas cotidianos.

Para Andrade (2017), a pesquisa aplicada é motivada por situações práticas, que visa atender as necessidades da vida moderna, sendo assim, contribuir para os fins práticos, buscando soluções para problemas que são concretos.

De acordo com Gil (2002), a pesquisa de natureza aplicada, entra com estudos criteriosos, dos quais objetivam a resolução dos problemas constatados no meio em que os pesquisadores vivem. E nada impede que pesquisas básicas possam ser usadas como forma de contribuição, para que se tenha a solução dos problemas de ordem prática, assim como elas podem abranger de forma que contribuam para o conhecimento científico e propor novas situações a serem estudadas.

Estudo de caso, com foco em fenômenos contemporâneos e reais, foi o procedimento técnico escolhido para este trabalho. Segundo Yin (2015), num estudo de caso, é necessário fazer observações e recolher dados, muitas vezes analisados através deste método. Uma abordagem para esse procedimento técnico é avaliar a aplicação prática da pesquisa bibliográfica descrita acima. A pesquisa exploratória foi realizada em cinco etapas:

- Definição da empresa onde ocorreram experiências no passado;
- Identificação de problemas que surgem durante a produção;
- Analisar o tempo gerado durante o processamento;
- Pesquisar e coletar dados sobre estratégias utilizadas;
- Avaliar detalhadamente os dados recolhidos e analisar as suas conclusões relativas ao

tema deste trabalho.

Um estudo exploratório e observações detalhadas foram realizados em uma empresa chamada XYZ, que permitiram tirar algumas conclusões sobre os objetivos deste trabalho.

3.3 ESTRATÉGIAS DE COLETA DE DADOS

A estratégia de coleta de dados para a pesquisa de campo quali- quantitativa, que de acordo com Gil (2002) as pesquisas qualitativas consistem em coletar dados por meio de observações, relatos, entrevistas e dinâmicas das quais não são transformadas em números, enquanto as quantitativas consideram que tudo pode ser contabilizado, ou seja, as informações podem ser geradas através de dados numéricos para classificação e análises.

A metodologia da pesquisa incluiu uma revisão bibliográfica com foco no aprofundamento do tema, utilizando as palavras-chave "Indústria 4.0", "Aumento de Produtividade", "Redução de Custo" e "*Lean Manufacturing*". A busca foi realizada por meio do Google Acadêmico, com ênfase em artigos de periódicos de acesso livre e teses. Além disso, foram realizadas observações *in loco* na empresa, e coletados dados junto a operadores e líderes de produção, especificamente na linha e no processo de embalagem, onde foi identificado o gargalo.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 SOBRE A EMPRESA

A empresa pesquisada é 100% nacional e foi fundada em 1961. Inserida em um setor estratégico e disputado por multinacionais, a marca cresceu no mercado devido a excelência e qualidade dos produtos e serviços.

Ao longo de seus 60 anos, a empresa conquistou clientes, alcançando 70% de participação do mercado nacional. O sucesso da empresa é atribuído ao conhecimento, à especialização e à competência de sua equipe, composta por aproximadamente 750 profissionais comprometidos com a satisfação dos clientes. Além disso, a empresa conta com o apoio do maior complexo de produção de baterias industriais da América Latina, com mais de 140.000 m² de infraestrutura.

A empresa iniciou suas atividades em Guarulhos, onde permanece até hoje. Inicialmente focada na produção de baterias para automóveis e caminhões, conquistou reconhecimento nacional. Na década de 1970, com o crescimento e aumento da competitividade do mercado de baterias automotivas, o diretor da empresa demonstrou visão empreendedora ao diversificar a produção,

introduzindo baterias tracionárias com tecnologia de placas tubulares. Essa inovação rapidamente consolidou a empresa no mercado de movimentação de carga.

Nos anos 1980, a empresa expandiu suas operações para a produção de baterias estacionárias voltadas ao mercado de telecomunicações, impulsionando seu crescimento no setor energético e consolidando sua presença no mercado industrial brasileiro. Na década de 1990, a empresa incorporou tecnologias avançadas, incluindo baterias estacionárias reguladas por válvula, e obteve a certificação ISO 9001. Com a transição geracional em 2003, houve uma reestruturação significativa. Em 2004, a empresa investiu em uma nova unidade em Guarulhos, com 20.000 m², e, em 2008, expandiu a unidade 2, adicionando monoblocos estacionários ao portfólio. Em 2011, a ampliação da unidade 1 aumentou a capacidade produtiva, consolidando a empresa como um dos maiores complexos produtivos de baterias industriais.

4.1.1 PRINCIPAIS APLICAÇÕES

Dentre as diversas aplicações industriais que utilizam baterias, elas são divididas em três grupos:

- Automotiva - Fornecendo energia para motores de combustão sejam ligados, como por exemplo, carros, motor gerador e locomotivas.
- Estacionárias - Fornece manutenções operativa para uma eventual falta de energia de rede elétrica em sistemas que necessitam dela para seu funcionamento, como: Sistemas de telecomunicações, informatização estação de bancos, sistemas de emergência de hospitais, controle de aeroportos e espaço aéreo.
- Tracionarias - Responsável por fornecer energia para motores elétricos que traciona algum tipo de meio de transporte, como: Empilhadeiras motorizadas (motores elétricos), submarinos com propulsão elétrica e carros elétricos entre outros.

4.1.2 CERTIFICAÇÕES

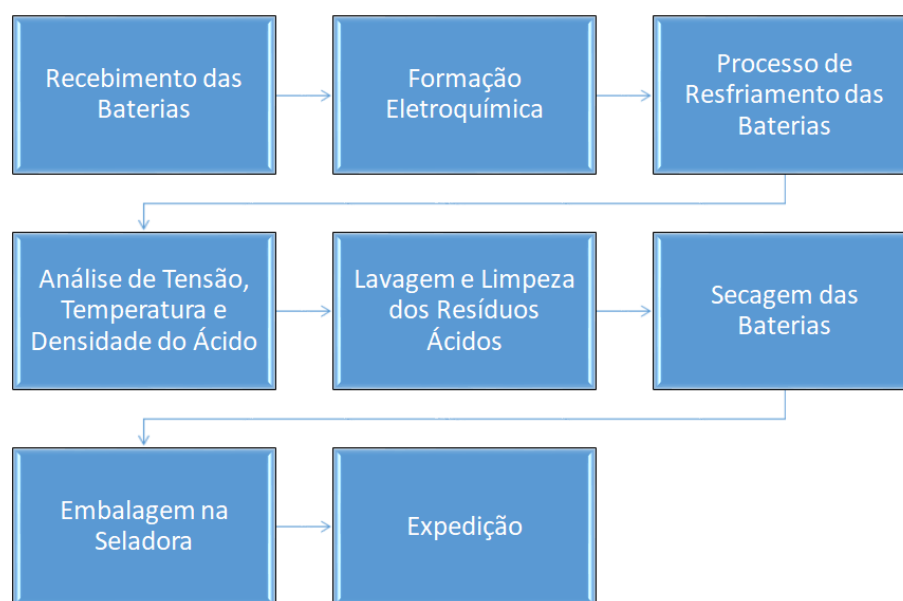
A empresa XYZ obteve as principais certificações exigidas para cada um de seus produtos alinhados a suas aplicações, destaca-se a certificação da ANATEL para os produtos que são aplicados nas telecomunicações, INMETRO para os que são aplicados em sistemas fotovoltaicos e as baterias automotivas, o CISCEA para as aplicações nos sistemas de controle de espaços aéreos,

além do cadastro OTAN para as aplicações de baterias para submarinos.

4.2 PROCESSO ATUAL

Para avaliação da forma de acabamento e embalagem dos produtos em questão, foi necessário acesso ao *layout* do setor estudado, observando-se desde o início do processo de fabricação, que é a chegada do produto até a sua embalagem como produto final, conforme fluxograma do processo produtivo representado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Elaborado pelas autoras

O processo produtivo inicia com a formação eletroquímica das baterias em uma cuba, onde elas são imersas em água para resfriamento, evitando que o aquecimento provoque danos prejudiciais no decorrer do tempo de formação. A água passa por um processo de resfriamento, para que sua temperatura seja mantida em torno de 20°C.

Na próxima etapa do processo é feita a verificação da análise de tensão, temperatura e densidade do ácido, podendo ocorrer contaminação de ácido na água utilizada para imersão da bateria e assim deixando resíduos na mesma.

A bateria ao chegar na unidade pesquisada, passa por um processo de lavagem e secagem para eliminação dos resíduos de ácidos. Depois do processo de lavagem, é transferida para o setor

de embalagem, passa pela máquina seladora de filme plástico (BOPP) e um túnel aquecido para que possa ocorrer o encolhimento e finalizar o acabamento e embalagem, conforme representação da Figura 2.

Figura 2: Seladora de filme plástico



Fonte: Imagem capturada pelas autoras

É possível observar que o equipamento atual é obsoleto, não possui a esteira de movimentação das baterias dentro do túnel de aquecimento. O processo de movimentação das baterias é feito de forma manual pelo operador, que coloca a bateria dentro do túnel, aguarda de 2 a 3 minutos para que ela seja selada e resfrie até terminar o processo, para posteriormente retirar a bateria de dentro do túnel e recolocar outra para reiniciar o processo.

Observa-se também a ausência da cortina para proteção e isolamento térmica que compromete a qualidade da embalagem a vácuo do produto, além de oferecer riscos aos trabalhadores devido ao aquecimento que acontece na região interna para a selagem da bateria.

Devido ao estado atual em que a seladora se encontra, foi possível verificar que o processo tem espera decorrente ao processo inadequado, sendo este, um dos oito desperdícios do *lean manufacturing*. A espera, devido a ausência do fluxo contínuo em supressão, faz com que o operador tenha que aguardar o tempo de 2 a 3 minutos para poder retirar a bateria de dentro do túnel, quando a mesma poderia ser movimentada para fora do equipamento por meio da esteira.

Esta espera gera gargalo, pois nestas condições, atualmente é possível embalar em média 20 baterias por hora, enquanto a demanda gira em torno de 30 baterias por hora, portanto, são causados atrasos e perdas de produtividade, além do comprometimento com a qualidade da embalagem.

Na Figura 3 é apresentado um modelo similar a seladora atual, porém, nas condições normais de operação para atender as normas de segurança do trabalho bem como as especificações técnicas necessárias para o processo de embalagem.

Figura 3: Seladora similar ao processo atual



Fonte: [Seladora Shrink | Framac](#)

É possível observar que o equipamento possui uma esteira para fluxo contínuo de entrada e saída das baterias automotivas que pesam em torno de 27kg, com o tempo programável para o processo de vácuo e selagem das embalagens.

O túnel onde ocorre a selagem das baterias é protegido por uma cortina para evitar interferências climáticas externas gerando bolhas, ou contaminação de partículas suspensas que podem comprometer a qualidade da embalagem quando se inicia o processo de selamento, evitando também a transferência de calor em direção ao operador.

Após o período da pandemia do COVID-19 no ano de 2020, a empresa retornou suas atividades com aumento de 43% da carteira, ampliando a sua demanda mensal de 6.500 baterias para 9.300 baterias. Em função do gargalo gerado no setor de embalagem, a produção está com dificuldades de atender ao aumento da atual demanda.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No mercado de máquinas seladoras para esse tipo de embalagem, existem diversos tipos de equipamentos, com custos variados que atendem a necessidade da produção da empresa em estudo.

A escolha do equipamento tem como característica a facilidade de operação, flexibilidade de aplicação de produtos e tamanhos variados, consumo econômico de energia elétrica, controle preciso de temperatura e transporte com velocidade ajustável, custo benefício relacionado à manutenção, alta durabilidade e resistência de vida útil com relação a sua aplicação.

Com base nestas características, a Figura 4 ilustra o modelo de seladora sugerida para substituir a atual, com valor aproximado em torno de R\$ 55.000,00.

Figura 4: Máquina seladora shrink para embalagens a vácuo



Fonte: Seladora Semi Automática Shrink Wrapping Machine

Este novo modelo tem capacidade de aumentar a produtividade em até 35%, suprimindo a média mensal da carteira de 9.300 peças produzidas mês, podendo embalar até 10.920 baterias, conforme demonstrado na Tabela 1.

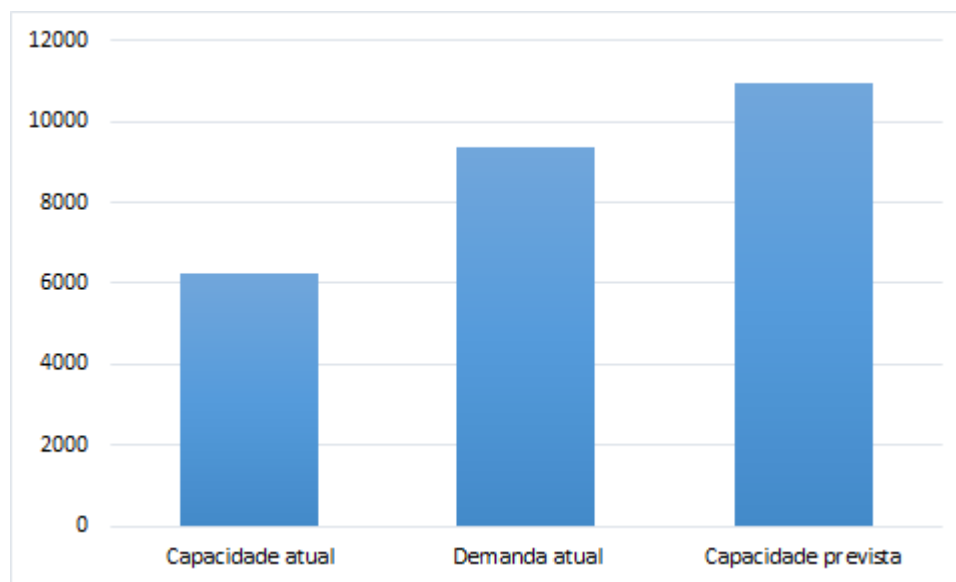
Tabela 1: Comparativo de capacidade atual e prevista

	Peças / Hora	Hs/ dia 12	Dias/mês 26	Aumento Produção
Capacidade atual	20	240	6240	
Demanda atual	30	360	9360	33%
Capacidade prevista	35	420	10920	43%

Fonte: Elaborado pelas autoras

Os potenciais ganhos com a implantação incluem a redução do número de operários, eliminando a necessidade de inserção e retirada manual das baterias na seladora. Isso resultará em um aumento da produtividade, padronização do processo de embalagem dos produtos e na capacidade de atender ao aumento da demanda, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5: Gráfico comparativo da produção atual x demanda x capacidade prevista



Fonte: Elaborado pelas autoras

Além de suprir a necessidade da carteira, fica evidente que a seladora poderá atender um aumento da demanda, caso ocorra, possibilitando que a empresa possa ampliar sua carteira de clientes, sem a necessidade de custos com horas extras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise realizada sobre o processo de embalagem de baterias automotivas na empresa XYZ, evidenciou-se a necessidade urgente de melhorias para aumentar a produtividade e reduzir custos operacionais. A questão de pesquisa inicial buscou identificar métodos para melhorias do processo de embalagem. Com base na pesquisa bibliográfica, nos dados coletados e nas análises realizadas, a implementação de um novo equipamento de embalagem automatizado surge como uma solução viável e eficiente.

A implementação de melhorias no processo de embalagem é fundamental para que a empresa mantenha sua competitividade no mercado e expanda sua capacidade produtiva de forma sustentável. O investimento em tecnologias que aprimorem a eficiência operacional é crucial para enfrentar desafios futuros e assegurar um crescimento contínuo. Nesse contexto, recomenda-se que a empresa considere a proposta de investimento em um novo equipamento de embalagem, bem como explore outras oportunidades de automação e digitalização, visando consolidar sua posição frente à concorrência.

Para futuros estudos, recomenda-se a investigação da implementação de um sistema de gestão de produção baseado na tecnologia de Internet das Coisas (IoT). Esse sistema integraria as máquinas da linha de produção, possibilitando o monitoramento em tempo real, a manutenção preditiva e a otimização contínua dos processos. Tal abordagem não apenas aumentaria a eficiência operacional, mas também promoveria uma operação mais sustentável, alinhada aos princípios da Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Marconi de. **Metodologia científica: introdução à pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- BARROS, Maria Christina Barbosa de; LEHFELD, Ney de Souza e Silva. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2014.
- BUCCI, Doris Zwicker; FORCELLINI, Fernando Antônio. **Modelo de design de embalagens sustentáveis**. In: **Engenharia simultânea de sistemas complexos: colaboração, inovação tecnológica e sustentabilidade** . Springer Londres, p. 363-370, 2007.
- CABRAL, Joaquim. **Embalagens: Funções e Aplicações Industriais**. Editora Senai, 1999.
- COSTA, Allan Marinho *et al.* **Aplicando a Modelagem de Processos de Negócio em uma Retificadora de Motores em Cabo Frio-RJ**. Brazilian Journal of Production Engineering, 5(2), Art. 2, 2019
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa** (Vol. 4). Atlas São Paulo, 2002.
- GONÇALVES, P. *et al.* **Percepções sobre consumo, produto e embalagem de alimentos**. Revista Semioses, v. 10, n. 03, 2016.
- KARASKI, Gustavo *et al.* **Tecnologias e Funções das Embalagens: Um Estudo de Caso**. Revista Embalagens, vol. 20, n. 2, p. 45-56, 2016.
- LAFIN, Patrick. **Estudo comparativo de ferramentas do tipo alisadora e convencional no torneamento do aço AISI 1045**. <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/250>, 2018.
- MARCAL, João. **Automação Industrial: Contribuições para a Eficiência Operacional**. Editora Moderna, 2023.
- MARQUES, Patrícia. **Desperdícios e Melhorias Contínuas: O Sistema Toyota de Produção**. Editora Clio, 2010.
- MOREIRA, Daniel. **A máquina que mudou o mundo: A História da Produção Enxuta**. Editora Campus, 1990.

OHNO, Taiichi. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Productivity Press, 1988.

PALMA, Rocha. **Inovação e Produtividade na Indústria**. Atlas, 2012.

SANTOS, José Luís Guedes dos *et al.* **Risco e vulnerabilidade nas práticas dos profissionais de saúde**. Revista Gaúcha de Enfermagem, v. 33, p. 205-212, 2012.

SHINGO, Shigeo. **A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint**. Productivity Press, 1989.

STEIN, Monica *et al.* **Desenvolvimento de metodologia para projeto de embalagens enfatizando aspectos estéticos para atratividade do produto**. 1997.

WERKEMA, Maria Cristina. **O Gerenciamento Pelas Diretrizes e os 8 Desperdícios do Lean Manufacturing**. Elsevier, 2011.

XAVIER, Bianca. **As Quatro Revoluções Industriais e Seus Impactos na Indústria**. São Paulo: Editora Tecnologia, 2024.

YIN, Robert K. **Planejamento e métodos** (5o ed). Bookman Editora, 2015.