



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**MARC ROBERT DONN SIMEUS**

**OTIMIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE VERNIZ NO REVESTIMENTO  
EXTERNO PARA A PRODUÇÃO DE LATAS DE ALUMÍNIO**

**FORTALEZA**

**2023**

**MARC ROBERT DONN SIMEUS**

**OTIMIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE VERNIZ NO REVESTIMENTO  
EXTERNO PARA A PRODUÇÃO DE LATAS DE ALUMÍNIO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Orientador: Prof. Dr. João José Hiluy Filho

**FORTALEZA**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S599o Simeus, Marc Robert Donn.  
Otimização da quantidade de verniz no revestimento externo para a produção de latas de alumínio / Marc Robert Donn Simeus. – 2023.  
57 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Química, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. João José Hiluy Filho.

1. Verniz. 2. Latas de alumínio. 3. Redução de custos. 4. Qualidade do produto. 5. Controle de qualidade.  
I. Título.

CDD 660

---

**MARC ROBERT DONN SIMEUS**

**OTIMIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE VERNIZ NO REVESTIMENTO  
EXTERNO PARA A PRODUÇÃO DE LATAS DE ALUMÍNIO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovada em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. João José Hiluy Filho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Daniel Vasconcelos Gonçalves  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Alvimar Alves Lousada  
CAN PACK Group

"Não importa quantas vezes você fracasse, você só precisa estar certo uma vez. Então, nunca desista da busca pela sua paixão, porque isso pode ser tudo de que você precisa para fazer a diferença."

Vinita Kinra.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Dr. João José Hiluy Filho, pela orientação, paciência e conhecimento compartilhado ao longo deste processo. Suas sugestões e insights foram imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família expresso a minha eterna gratidão por ter estado ao meu lado, apoiando e acompanhando o meu percurso acadêmico.

Aos meus amigos, e aos colegas de turma, agradeço por compartilharem conhecimentos, experiências e momentos de descontração que fizeram desta jornada acadêmica mais leve e significativa.

Às instituições Universidade Federal do Ceará e CAN PACK-GROUP, agradeço pelos suportes essenciais para a realização deste projeto.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo explorar a possibilidade de reduzir a aplicação de revestimento de verniz em uma fábrica de latas de alumínio como uma medida de aprimoramento, visando economia nos gastos sem comprometer a qualidade do produto final. Levando em conta as crescentes preocupações ambientais e econômicas, as empresas estão constantemente buscando maneiras de otimizar os processos de produção e reduzir custos. No entanto, é importante que essa otimização não comprometa a qualidade dos produtos, a satisfação do cliente e o cumprimento das regulamentações vigentes. Neste estudo, serão analisados os principais aspectos teóricos relacionados à aplicação de revestimento de verniz em latas de alumínio, considerando os diferentes tipos de revestimento disponíveis e seus impactos na proteção, durabilidade e estética das latas. Além disso, serão investigadas as técnicas e tecnologias disponíveis para medir e controlar a quantidade de verniz aplicada, garantindo um controle de qualidade adequado. O estudo destaca também os desafios que podem surgir ao implementar uma diminuição na aplicação de verniz, tais como a necessidade de ajustes nos equipamentos, mudanças nos procedimentos de produção e a seleção criteriosa de fornecedores de materiais. Serão abordadas estratégias para mitigar esses desafios e garantir que a qualidade do revestimento de verniz seja mantida em níveis aceitáveis, de modo a atender às expectativas dos clientes e aos requisitos regulatórios.

**Palavras-chave:** verniz, latas de alumínio; redução de custos; qualidade do produto; controle de qualidade.

## **ABSTRACT**

This work aims to explore the possibility of reducing the application of varnish coating in an aluminum can factory as an improvement measure, with the goal of saving expenses without compromising the quality of the final product. With the growing environmental and economic concerns, companies are constantly seeking ways to optimize their production processes and reduce costs. However, it is crucial that any optimization does not compromise product quality, customer satisfaction, and compliance with current regulations. In this study, the key theoretical aspects related to the application of varnish coating on aluminum cans will be analyzed, considering the different types of available coatings and their impacts on the protection, durability, and aesthetics of the cans. In addition, techniques and technologies available to measure and control the amount of applied varnish will be investigated to ensure adequate quality control. The study will also highlight the challenges that may arise when implementing a reduction in varnish application, such as the need for equipment adjustments, changes in production procedures, and the careful selection of material suppliers. Strategies to mitigate these challenges and ensure that the quality of the varnish coating is maintained at acceptable levels will be addressed, in order to meet customer expectations and regulatory requirements.

**Keywords:** varnish; aluminum cans; cost reduction; product quality; quality control.

## RÉSUMÉ

Ce travail vise à explorer la possibilité de réduire l'application de vernis sur une chaîne de production de boîtes en aluminium, dans le but d'améliorer l'efficacité tout en réalisant des économies, sans compromettre la qualité du produit final. Face aux préoccupations croissantes en matière d'environnement et d'économie, les entreprises recherchent constamment des moyens d'optimiser leurs processus de production et de réduire les coûts. Cependant, il est essentiel que toute optimisation ne compromette pas la qualité des produits, la satisfaction des clients et la conformité aux réglementations en vigueur. Cette étude examine les aspects théoriques liés à l'application de vernis sur des boîtes en aluminium, en tenant compte des différents types de revêtements disponibles et de leurs impacts sur la protection, la durabilité et l'esthétique des boîtes. De plus, des techniques et des technologies seront explorées pour mesurer et contrôler la quantité de vernis appliquée, garantissant ainsi un contrôle qualité adéquat. L'étude mettra également en lumière les défis pouvant survenir lors de la réduction de l'application de vernis, tels que la nécessité d'ajuster les équipements, de modifier les procédures de production et de choisir soigneusement les fournisseurs de matériaux. Des stratégies seront abordées pour atténuer ces défis et s'assurer que la qualité du vernis soit maintenue à des niveaux acceptables, afin de répondre aux attentes des clients et aux exigences réglementaires.

**Mots-clés:** vernis; boîtes en aluminium; réduction des coûts; qualité du produit; contrôle qualité.

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 JUSTIFICATIVA.....	2
3 OBJETIVOS.....	4
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.3 Processo de fabricação de latas.....	10
5 METODOLOGIA.....	24
5.1 Resultados e discussão.....	24
5.2 Resultados alcançados.....	40
6 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - .....	26
Figura 2 - .....	27
Figura 3 - .....	28
Figura 4 - .....	30
Figura 5 - .....	30
Figura 6 - .....	32
Figura 7 - .....	34
Figura 8 - .....	35
Figura 9 - .....	36
Figura 10 - .....	36
Figura 11 - .....	38
Figura 12 - .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: .....	6
Tabela 2 - .....	25
Tabela 3 - .....	33
Tabela 4- .....	40
Tabela 5 - .....	41
Tabela 6 - .....	41
Tabela 7 - .....	42
Tabela 8 - .....	42
Tabela 9 - .....	42
Tabela 10 - .....	43

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

HFI	High Failure Incidents – Incidentes de Alta Frequência
FT	Fit
STD	Standard
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control
IBO	Internal Bake Oven – Forno de Cura Interna
LSM	Lacquer Spray Machine – Aplicador de Verniz Interno

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata-se uma pesquisa bibliográfica, sobre os processos de produção de latas de 269 ml, especificamente direcionada à otimização da quantidade de verniz empregada no revestimento externo. A origem dessa ideia resulta de análise dos custos operacionais, quando percebe-se a significativa parcela de recursos destinados ao verniz, o segundo material mais oneroso na fabricação de latas, cujos custos são apenas inferiores aos das bobinas de alumínio.

Quando se depara com a realidade dos custos fica claro que a eficiência na utilização do verniz tornou-se uma área primordial para aprimoramento. A materialização desse entendimento consiste neste estudo dedicado à busca pela quantidade ideal de verniz na produção, uma resposta estratégica para conter gastos sem comprometer a qualidade final do produto. No cenário competitivo atual, onde cada centavo faz diferença, a gestão cuidadosa dos recursos se torna uma prioridade incontestável. O verniz, embora desempenhe um papel crucial na preservação e apresentação das latas, também representa uma fatia significativa dos custos totais. Esta pesquisa, portanto, visa não apenas compreender a dinâmica por trás do uso de verniz, mas propor estratégias práticas para maximizar sua eficiência, consolidando um equilíbrio entre qualidade e economia.

Neste trabalho serão explorados os desafios enfrentados pela indústria de embalagens, particularmente no que se refere ao revestimento de latas. Portanto, será delineado uma abordagem estratégica para a otimização do processo de aplicação do verniz. Objetivando apresentar um diagnóstico da situação, fornecendo soluções tangíveis que possam transformar a eficiência operacional e, conseqüentemente, o impacto positivo da rentabilidade da produção de latas de 269 ml.

A estruturação em sequência é formada em seis capítulos: o primeiro capítulo é a introdução, onde fazemos uma breve explanação sobre o tema abordado; no segundo capítulo tem como item a justificativa, apresentamos argumentos que comprovam a relevância deste trabalho, quando reconhecemos a importância redução do revestimento de verniz em uma fábrica de latas de alumínio. O terceiro capítulo, são os objetivos geral e específicos, consta a proposta geral do tema; no quarto capítulo, é a revisão bibliográfica (fundamentação teórica), dissertamos sobre as definições referentes à temática deste

trabalho que é o conceito geral de verniz e sua aplicação na indústria de latas, baseados na perspectiva dos documentos consultados. O capítulo da metodologia é o quinto, destinado à análise de um estudo de caso relacionado à redução do revestimento de verniz em uma fábrica de latas de alumínio, bem como à apresentação das medidas de aprimoramento identificadas durante a pesquisa; no capítulo sexto, da conclusão, tecemos considerações acerca dos dados apresentados sobre a otimização do verniz na aplicação das latas obtidas a partir da investigação realizada, juntamente com sugestões que podem orientar trabalhos futuros relacionados ao tema; por último, as fontes de pesquisas que constam nas referências.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Este estudo justifica-se por sua importância de contribuir para o avanço do conhecimento nas áreas de engenharia de materiais químicos, segurança alimentar e sustentabilidade. Fornece uma base sólida para futuras pesquisas e estudos de caso em indústrias semelhantes; também, sobre otimização de revestimento de verniz em fabricação de latas, é vital devido às suas implicações na economia de recursos, na sustentabilidade ambiental, no atendimento às normativas ambientais e tendências de mercado; inovação, competitividade, e progresso acadêmico. Assim, entendemos que a pesquisa neste campo é fundamental para aprimorar a qualidade das embalagens metálicas, garantindo a segurança e a satisfação do consumidor, bem como promovendo práticas sustentáveis na indústria de embalagens. Portanto, este estudo é essencial para atender a essas necessidades críticas e contribuir para o desenvolvimento das áreas mencionadas.

A busca por práticas sustentáveis tem se tornado uma prioridade essencial em diversas indústrias, especialmente aquelas relacionadas à produção de embalagens. No contexto da embalagem de lata de alumínio de 269ml, a proposta de reduzir no mínimo 8% o consumo de verniz externo, visa não apenas a eficiência operacional, mas, também a responsabilidade ambiental. Tal medida é embasada em dados e considerações que ressaltam a importância desta redução, apresentando argumentos sólidos para a implementação dessa prática.

## **2.1 Economia de recursos**

A diminuição no consumo de verniz externo implica diretamente em uma economia de recursos. A produção desse revestimento demanda matérias-primas e energia, cujo uso excessivo pode ser mitigado através dessa iniciativa. A otimização de recursos não apenas contribui para a sustentabilidade, mas, também representa uma estratégia financeiramente viável, alinhada com práticas de eficiência econômica.

## **2.2 Sustentabilidade ambiental**

A crescente preocupação com as questões ambientais e a necessidade de reduzir a pegada ecológica motivam a busca por práticas mais sustentáveis na produção. A diminuição do consumo de verniz externo representa um passo concreto na direção de práticas mais ecológicas, minimizando os impactos negativos associados a esse componente químico.

## **2.3 atendimento às normativas ambientais e tendências de mercado**

A implementação de medidas sustentáveis, como a redução no consumo de verniz externo, posiciona nossa empresa em conformidade com regulamentações ambientais e reflete as tendências de mercado. Consumidores estão cada vez mais conscientes e valorizam marcas que adotam práticas ambientalmente responsáveis. Essa iniciativa não apenas demonstra nosso comprometimento com o meio ambiente, mas também fortalece nossa imagem junto aos consumidores.

## **2.4 Inovação e competitividade**

A busca por alternativas mais sustentáveis e eficientes na produção de embalagens é um indicativo de inovação e adaptabilidade. Ao adotar essa medida, não apenas reduzimos custos e impactos ambientais, mas, também nos posicionamos como líderes no setor, ganhando vantagem competitiva diante de empresas que ainda não incorporaram tais práticas.

### 3 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos na qualidade do produto ao reduzir o revestimento de verniz em, no mínimo, 8%, analisando tanto a diminuição dos custos associados quanto seu impacto na durabilidade, resistência à corrosão e aparência estética das latas de alumínio. Pretendemos de forma específica:

- Desenvolver soluções de longo prazo; projetar melhorias no processo de revestimento, seleção de materiais e manutenção de equipamentos para evitar futuras ocorrências da diminuição do revestimento de verniz.
- Monitorar a implementação das soluções; acompanhar a execução das medidas corretivas e preventivas para garantir que elas sejam implementadas corretamente e avaliar sua eficácia ao longo do tempo.
- Avaliar os custos e benefícios; analisar os custos associados à implementação das soluções em comparação com os benefícios esperados, como redução de refugos, melhoria da reputação da empresa e satisfação do cliente.
- Elaborar um relatório de recomendações; apresentar os resultados da análise, as soluções propostas e as recomendações para aprimorar a qualidade do produto e o processo de fabricação.
- Treinar a equipe; garantir que a equipe da fábrica esteja adequadamente treinada para implementar e manter as melhorias sugeridas.
- Monitorar a melhoria contínua; estabelecer um sistema de monitoramento contínuo para garantir que a diminuição do revestimento de verniz seja mantida em níveis aceitáveis ao longo do tempo.

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para uma efetiva compreensão, apresentaremos definições referentes à temática em que gravita este trabalho: verniz utilizado em embalagens de alumínio, seus objetivos e o processo subjacente a essa aplicação. Este enfoque teórico visa fornecer uma base sólida para a análise e compreensão do estudo de caso em questão, para tanto, esta pesquisa terá como aporte teórico, estudos realizados no campo de tecnologias de revestimento, técnicas sobre a fabricação de latas, manufaturas avançadas, sustentabilidade, e outros assuntos inerentes a esta pesquisa.

### **4.1 Verniz**

O verniz é uma substância líquida ou emulsionada, geralmente composta por resinas naturais ou sintéticas, solventes e outros aditivos, que é aplicada em superfícies, como madeira, metal, cerâmica ou pinturas, com o objetivo de proteger, embelezar, realçar a aparência e/ou dar resistência a danos ou desgaste.

A história do verniz remonta a civilizações antigas, como os egípcios, que usavam misturas de resinas naturais, como a goma-laca, para proteger e embelezar objetos. Os chineses também desenvolveram vernizes à base de óleo de linhaça e óleo de tungue. Durante a Idade Média, vernizes à base de óleo de linhaça e óleo de nozes eram comuns na Europa. Esses vernizes eram misturados com pigmentos para criar tintas. Com o avanço da química no século XVII, novos ingredientes e processos de fabricação de vernizes foram desenvolvidos. A adição de óxidos metálicos permitiu a criação de vernizes coloridas.

No século XIX, a descoberta da nitrocelulose levou ao desenvolvimento de vernizes de secagem rápida e durável. Esses vernizes eram amplamente usados na indústria de móveis e em outros setores. No século XX, a indústria de vernizes se expandiu ainda mais com o desenvolvimento de vernizes à base de polímeros e resinas sintéticas. Estes vernizes são usados em uma ampla variedade de aplicações, desde revestimentos de automóveis até vernizes para latas de alumínio.

Tabela 1: Tipos de verniz e suas aplicações

TIPOS DE VERNIZ	SUAS APLICAÇÕES
Verniz Poliuretano	Usado em madeira, móveis, pisos e superfícies de alto desgaste. Oferece uma camada durável e resistente a arranhões.
Verniz Acrílico	Adequado para pinturas acrílicas e arte em tela. Protege as pinturas contra sujeira e umidade, proporcionando um acabamento brilhante ou fosco.
Verniz de Polímero de Vidro	Usado em cerâmica, porcelana e azulejos. Proporciona uma camada protetora transparente e brilhante.
Verniz de Poliéster	Principalmente utilizado na indústria automobilística para proteger a pintura de carros. Oferece alta resistência a riscos e raios UV.
Verniz à Base de Água	Adequado para projetos de artesanato, acabamentos de móveis, pisos e superfícies internas. É uma opção mais amigável ao meio ambiente, com baixos níveis de compostos orgânicos voláteis (COVs).
Verniz de Epóxi	Usado em superfícies de concreto e pisos industriais para criar uma camada dura e resistente a produtos químicos.
Verniz Marítimo	Ideal para uso em barcos e superfícies expostas à água salgada. Oferece proteção contra corrosão e desgaste causado pela água.

Fonte: Autor(2023)

## 4.2 Verniz para latas de Alumínio

O verniz para latas de alumínio é um revestimento utilizado para proteger e decorar latas de alumínio, como as latas de energético, refrigerante e cerveja. Esse verniz desempenha várias funções importantes:

- a) proteção contra corrosão e abrasão: o alumínio é um metal que pode oxidar e corroer quando exposto à umidade e ao ar. O verniz cria uma barreira protetora que impede que o alumínio entre em contato direto com esses elementos, prolongando a vida útil da lata. Os revestimentos protetores externos são aplicados com o propósito de preservar a estética externa dos recipientes. Constituem uma medida apropriada para reforçar a resistência à abrasão decorrente do manuseio;
- b) decoração: o verniz pode ser formulado para adicionar cores, imagens e rótulos à lata, tornando-a mais atrativa para os consumidores. Os revestimentos utilizados como substrato para a decoração externa de latas são comumente pigmentados com óxido de titânio, conferindo-lhes uma coloração branca, ou outros pigmentos. Esses revestimentos, frequentemente denominados "brancos couché", são aplicados em espessuras superiores a 10 microns, substituindo a tinta branca na impressão a quatro cores. No caso de decorações que não envolvem o uso de branco, a camada base inicial é transparente e é denominada "armhole" ou "acoplamento". A aplicação desses vernizes é essencial para assegurar uma aderência adequada da litografia à parede externa da lata, uma vez que tintas aplicadas diretamente sobre o metal não proporcionam essa aderência desejada;
- c) resistência a arranhões e danos: o verniz pode melhorar a resistência da lata a arranhões, amassados e outros danos superficiais.
- d) barreira de sabor e odor: o verniz também pode servir como uma barreira para evitar que o conteúdo da lata interaja com o alumínio, o que poderia afetar o sabor ou odor da bebida ou produto enlatado.

As características essenciais dos vernizes, para desempenhar eficazmente sua função como barreira protetora, devem atender aos seguintes requisitos:

- a) compatibilidade com o produto embalado, demonstrando resistência à sua agressividade;

- b) alta capacidade de aderência a materiais como folha-de-flandres ou outros metais;
- c) ausência de substâncias tóxicas em sua composição;
- d) preservação das características organolépticas do produto embalado;
- e) conformidade estrita com as normativas sanitárias vigentes, excluindo a presença de qualquer componente proibido.
- f) resistência comprovada à esterilização e/ou aos tratamentos a que o produto será submetido durante o processo de embalagem;
- g) facilidade de integração e suporte eficiente aos processos de soldagem em recipientes de três peças, assim como aos processos de desenho em recipientes de duas peças, caso o verniz tenha sido aplicado antecipadamente.

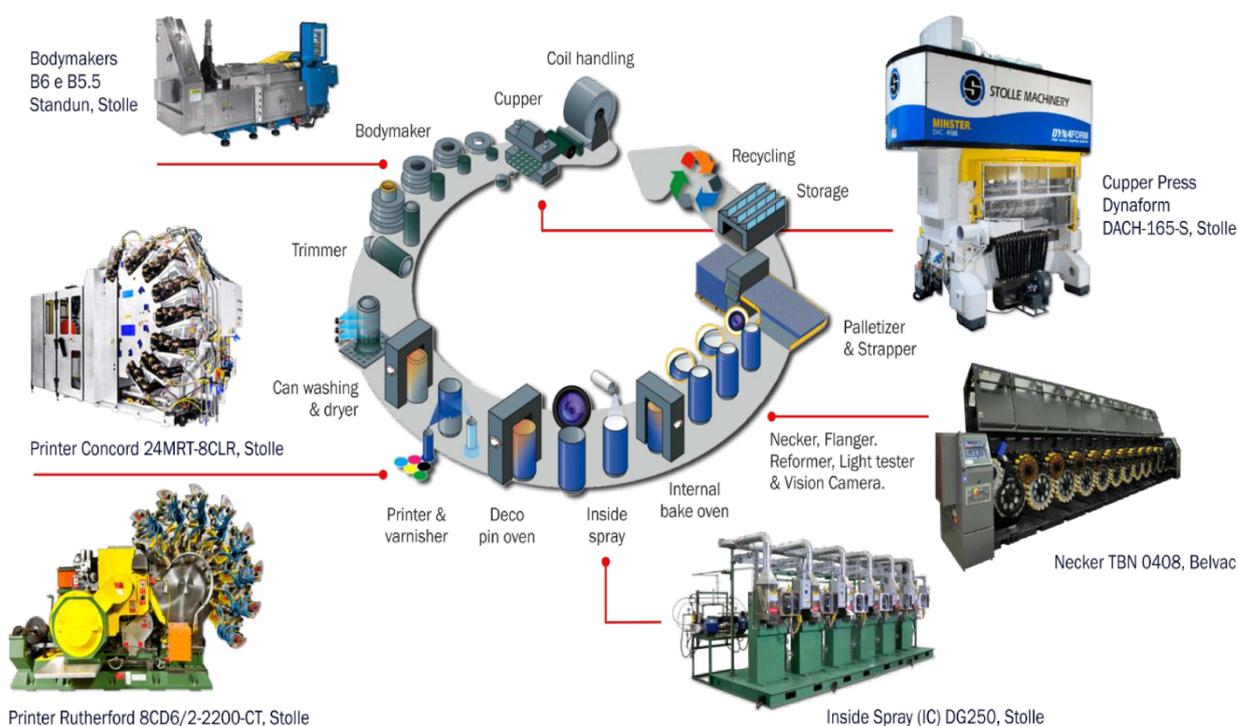
Essas características, quando devidamente observadas, garantem a efetividade do verniz como elemento crucial na preservação e proteção adequada dos produtos contidos nas embalagens.

A empresa em estudo foi fundada em 1989 na Polônia. Desde então, cresceu consideravelmente e se tornou uma das principais empresas globais no setor de embalagens, e opera em vários países ao redor do mundo, Brasil, Polônia, Estados Unidos, Rússia, Índia, Arábia Saudita, entre outros, são mais de 9.000 funcionários. Sua presença global permitia que atendesse a uma ampla base de clientes em diferentes mercados. Conhecida por fabricar uma variedade de produtos de embalagem, incluindo latas de alumínio, latas de aço, garrafas de vidro e tampas, atendem a diversas indústrias, como alimentos e bebidas, produtos químicos, produtos farmacêuticos e muito mais. Investe em tecnologia de ponta para garantir a qualidade de seus produtos e eficiência de produção, e inclui a utilização de processos avançados de fabricação e embalagens personalizadas para atender às necessidades específicas de seus clientes. Está comprometida com a sustentabilidade e busca continuamente maneiras de reduzir seu impacto ambiental, envolvendo a promoção de embalagens recicláveis e a implementação de práticas eco amigáveis em suas operações. Ainda atende a uma variedade de clientes, desde pequenas empresas até grandes multinacionais. Seus produtos desempenham um papel importante na proteção e na preservação de produtos em diversos setores. Experimentou um crescimento notável ao longo dos anos e já ganhou reconhecimento como líder global em embalagens metálicas e de vidro.

Na América, mantém um total de cinco unidades de produção, sendo duas localizadas no Brasil, uma na Colômbia e duas nos Estados Unidos. Dentre as duas instalações localizadas no território brasileiro, uma delas encontra-se situada no estado do Ceará, mais precisamente no município de Maracanaú. Nesta unidade de produção existem duas linhas distintas para a fabricação de componentes essenciais para embalagens de alumínio: latas de alumínio e tampas para latas. A produção na referida unidade abrange quatro distintas dimensões de latas, que são as seguintes: 473 ml, 350 ml no padrão STD (Standard), 350 ml na versão FT (Fit) e 269 ml na versão FT (Fit). A capacidade produtiva desta instalação é notável, atingindo a expressiva marca de 5,5 milhões de unidades de latas por dia, enquanto a produção de tampas alcança o impressionante volume de 13,5 milhões de unidades. Este estabelecimento industrial detém um papel fundamental na oferta de produtos essenciais para a indústria de bebidas, contribuindo significativamente para o mercado nacional e internacional.

### 4.3 Processo de fabricação de latas

O processo de fabricação de latas é um conjunto de etapas complexas que envolvem várias máquinas especializadas. Aqui, abaixo está um resumo simplificado das principais etapas

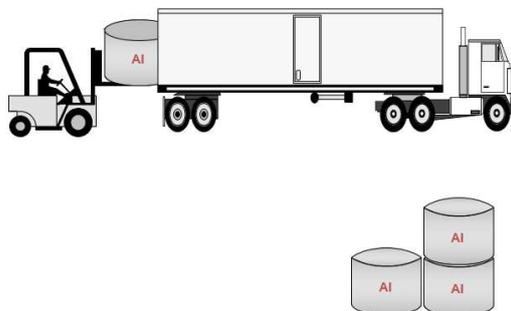


Esquema representativo do processo de fabricação

Fonte : CANPACK (2023)

Cada uma dessas etapas é crucial para garantir a qualidade e a integridade das latas durante o processo de fabricação. O controle de qualidade é geralmente integrado em várias fases para garantir que as latas atendam aos padrões necessários antes de serem enviadas para embalagem e distribuição.

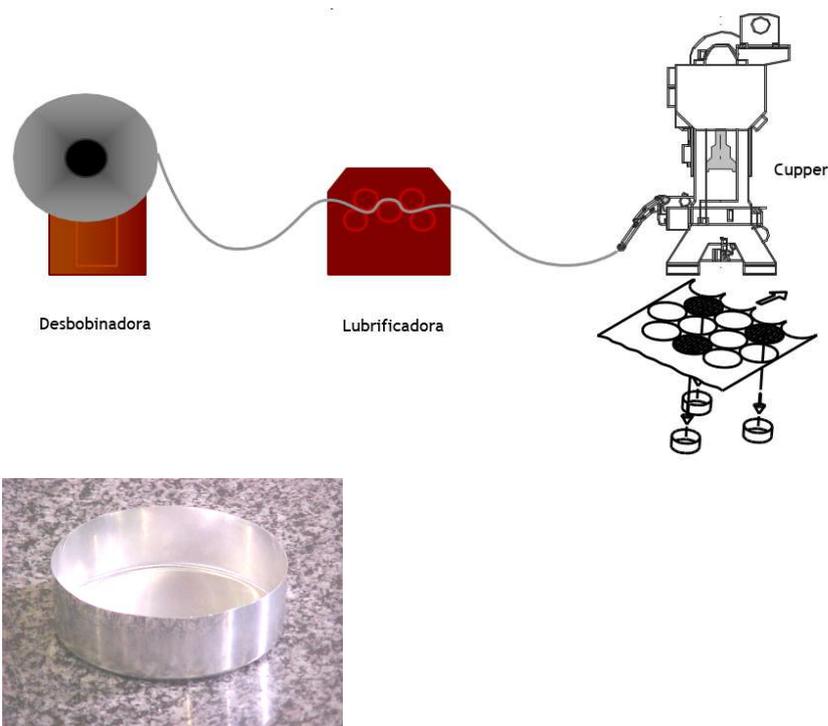
## Recebimento de bobinas de alumínio



Fonte: Autor (2023)

### 4.4 Alimentação da cupper

O processo de fabricação de latas começa com a produção de copos a partir de uma folha de alumínio enrolada em bobinas com uma espessura de 0,25 mm. Essas bobinas são colocadas em um desbobinador, um equipamento que desenrola a folha para fornecer material para os próximos passos do processo. Após o desenrolamento, a folha de alumínio passa por um equipamento lubrificador que aplica óleo de maneira precisa em ambas as faces do material. Uma vez que a folha está devidamente lubrificada, ela é alimentada na prensa de copos, conhecida como "cupper". Essa prensa é equipada com um conjunto de ferramentas que, em um único movimento, cortam discos aproximadamente circulares e os moldam no formato de copos baixos. A capacidade da prensa é de produzir entre 12 a 15 copos de uma só vez, dependendo do formato da lata final que será fabricada. Este processo é crucial na produção de latas de alumínio, pois os copos serão posteriormente utilizados como partes fundamentais na fabricação das próprias latas.



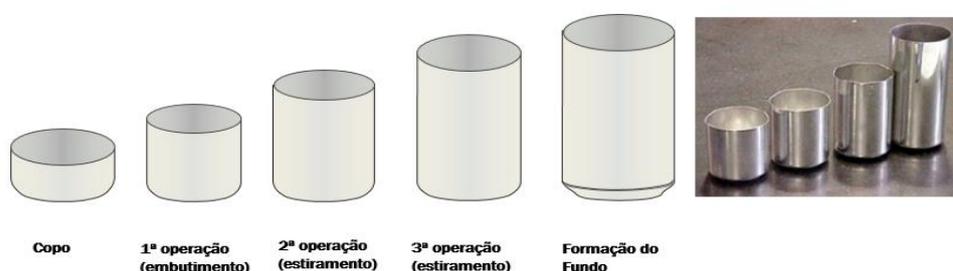
Fonte : CANPACK (2023)

#### 4.5 Bodymaker / trimmer - formação da lata / corte da apara

Os recipientes de baixa estatura produzidos na etapa anterior são encaminhados para as máquinas denominadas bodymakers, essas máquinas desempenham uma série de operações críticas, que incluem o redimensionamento (redraw), o estiramento (wall ironing), a conformação do fundo e a remoção da rebarba. As três primeiras operações mencionadas ocorrem na bodymaker, à medida que os recipientes passam por um conjunto especial de ferramentas circulares e um dispositivo formador de fundo, que são acionados por meio de um punção. Logo após serem retirados da prensa, esses recipientes apresentam bordas irregulares e alturas diversas. Um sistema de transporte encaminha esses recipientes recém-formados para uma máquina de remoção da rebarba conhecida como trimmer. A principal função do trimmer é eliminar as irregularidades nas bordas dos recipientes e garantir que todos eles tenham uma altura uniforme.



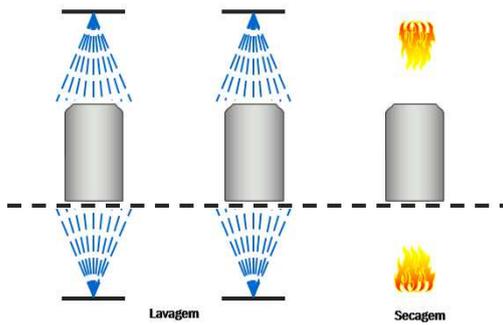
Fonte : CAPNPACK(2023)



Fonte: Autor (2023)

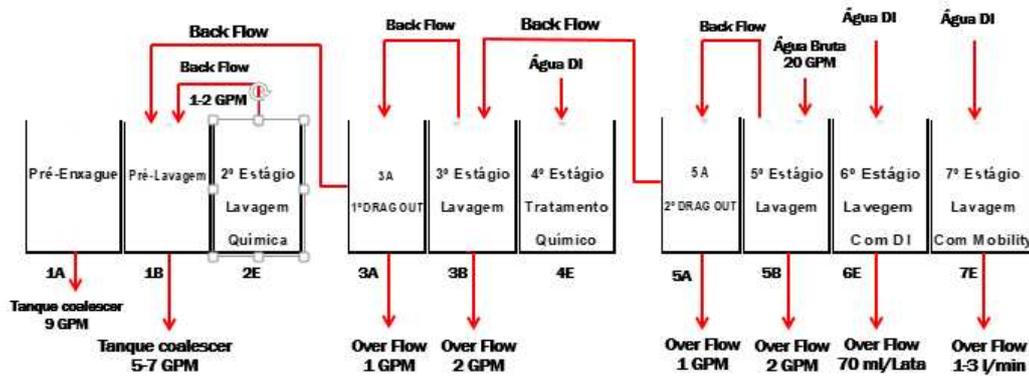
#### 4.6 Washer/lavadora – lavagem

Após a fabricação das latas, elas são submetidas a um processo de transporte que as conduz até uma unidade de lavagem denominada washer (lavadora). Esta lavadora está equipada com oito tanques especialmente projetados para a remoção de resíduos orgânicos e inorgânicos provenientes das etapas de produção anteriores. Além disso, a washer executa tratamentos químicos fundamentais para garantir a aderência eficaz dos revestimentos, fornecendo proteção contra a oxidação e controlando o coeficiente de atrito na superfície das latas. O equipamento é dotado de um conjunto de bicos aspersores, por meio dos quais são aplicados diversos banhos químicos e processos de enxágue, tanto no interior quanto no exterior das latas. Após a conclusão do ciclo de lavagem e o enxágue final, as latas são direcionadas para um forno, onde passam por um processo de secagem.



Fonte : Autor (2023)

O procedimento sequencial para a lavagem da lata é delineado da seguinte maneira:



Fonte: Autor (2023)

1º Estágio– pré-enxague: o objetivo do estágio de pré-lavagem é remover o acúmulo de sujeira pesada de óleo solúvel da superfície, reduzindo a tensão superficial na lata, antes que as latas entrem na fase de limpeza química. As latas saem das bodymaker e trimmer, onde as mesmas estão molhadas com uma combinação de refrigerantes e óleos que podem consistir entre 3-12% de óleo w / w, refrigerante, lubrificante de tramp e de post. No interior de cada um pode se diferentes quantidades de

óxidos de alumínio, onde são produzidos durante a formação das paredes laterais da lata (parede fina e parede grossa). O propósito da pré-lavagem é remover mecanicamente o máximo deste excesso de óleo e sujeira por meio de uma água de alta pressão de enxague. A temperatura da pré-lavagem é normalmente de 5 - 10 ° F menor que a temperatura do líquido de limpeza (Fase 2) do tanque. Esta temperatura mais baixa ajuda a impedir o excesso de espumas antes da limpeza. Após banhar a lata, esta água será encaminhada para o tanque separador de óleo.

2º Estágio – lavagem química: finalidade remoção dos compostos orgânicos. Ex.: Solúvel, Hidráulico, Post Lub e Cup Lub. Baixas concentrações: remoção incompleta; quebra d'água em latas. Altas concentrações: perda de adesão; maior gravura nas latas; aumento da espuma em fases subseqüentes; custos.

3º Estágio – 1º Drag-Out: após a passagem da lata pela lavagem química, ela é submetida a um processo de enxague dividido em duas partes, o Drag-Out (reaproveitamento dos produtos químicos do segundo estágio) e o Primeiro Enxague. Esse estágio tem o objetivo de remover da superfície das latas todos produtos utilizados no estágio da Lavagem Química, assim prevenindo a continuidade das reações químicas desse estágio e prevenindo que contamine os estágios subsequentes.

Os principais parâmetros medidos nestes estágios são:

Drag-out → pH

1º Enxague → Condutividade, pH e PPM Cloro.

4º Estágio – tratamento químico

Este estágio tem a responsabilidade de aplicar uma camada de proteção química à superfície externa da lata, protegendo-a contra oxidação. Isso é possível devido a presença do produto NC900. O estágio de tratamento químico não é aplicado no interior da lata, pois isso causaria falha de adesão. O grau de tratamento é efetuado conforme o círculo de três ações, que funciona do mesmo modo que o círculo de quatro ações da lavagem química. Tempo de residência: significa o tempo que a lata permanecerá na referida etapa. Caso a lata permaneça um tempo inferior ao ideal, o tratamento não será suficientes para alcançar seu objetivo. E caso permaneça muito tempo, a lata receberá um excesso de tratamento resultando numa superfície mais rugosa.

5º Estágio – 2º Drag-Out (A) e 2º enxágue (B). A finalidade deste estágio é remover qualquer resíduo de NC900 da superfície da lata assim prevenindo a continuidade das reações químicas e prevenindo que interfira nos estágios subsequentes. A falha na retirada de resíduos deste produto resulta em:

- a) excesso de tratamento e contaminação dos enxágues;
- b) perda potencial de adesão;
- c) excesso de tratamento nos banhos posteriores acarreta excesso de nutrientes e isto significa alimento para as algas;
- d) metal exposto em última instância.

No 2º enxágue será onde entrará a água de processo, e posteriormente servirá como o ponto de partida para o início do reaproveitamento de água (Back-Flow). Os principais parâmetros monitorados:

Drag-out → pH

2º enxágue → Condutividade, pH e PPM Cloro.

6º estágio – água deionizada.

A água deionizada é uma água isenta de todos os sais minerais naturais (cálcio, silicatos, fosfatos, etc) que foram removidos com o uso de colunas de troca iônica, pois a presença destes sais minerais na superfície da lata pode afetar seriamente a adesão e a cobertura dos vernizes de proteção da lata. Por estar isenta de sais, atrairá todos os sais presentes na superfície da lata, não deixando nenhum depósitos destes sais no metal. Este estágio apresenta como característica o fato da lata primeiramente ser banhada pela água recém-chegada do tanque de suprimento de água deionizada. Os principais parâmetros monitorados são condutividade, Ph, PPM Cloro e sílica. Além disso, o tanque de água DI deve transbordar constantemente para eliminar o excesso de contaminação e para que haja renovação do banho.

7º estágio – Mobility. A aplicação do Mobility Cor Rinse 62 servirá para:

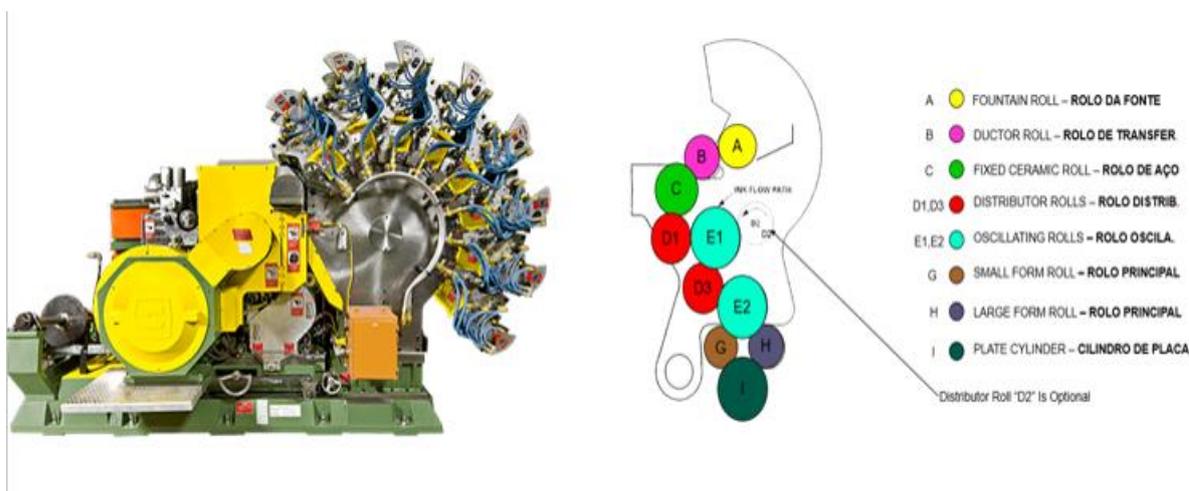
- a) quebra de tensão de película da lata afim de remover concentrações de sais e conseqüentemente proporcionar excelente aderência de produtos orgânicos de acabamento de latas a base de água ou de solvente, como camadas base, tintas, vernizes, e spray interior;
  - b) resistência a descoloração da superfície do fundo da lata durante o processo de pasteurização;
  - c) maior resistência a corrosão secundária;
- aumentar a mobilidade em transportadores e impressoras.

Assim sendo, a temperatura do forno de secagem das latas poderá ser reduzida, pois não se terá um depósito de água na superfície da lata de alumínio. Logo, se terá um menor gasto com gás e, conseqüentemente, uma maior economia de energia.

Forno de Secagem: o objetivo do forno é secar todo o banho da superfície da lata, preparando-a para impressão.

#### 4.7 Printer / overvarnish - decoração / revestimento externo

Após a fase de secagem, o próximo estágio envolve o transporte das latas para um equipamento denominado "printers", onde o rótulo é impresso. Esta impressora é equipada com oito tinteiros, sendo cada um responsável por transferir uma parte específica da imagem para o rótulo. As tintas utilizadas são abastecidas a partir de fontes associadas aos tinteiros e, em seguida, são transferidas por um sistema de rolos até uma placa de impressão. Essa placa de impressão contém uma representação em alto relevo de uma parte da imagem. As placas de impressão operam de forma sequencial, transferindo gradualmente suas respectivas partes da imagem para uma superfície chamada "blanqueta". A blanqueta é responsável por consolidar todas as partes individuais da imagem em um rótulo completo e coerente. Após esse processo, a blanqueta transmite a imagem completa do rótulo para a superfície da lata.



#### **4.8 Sequência de distribuição de tinta**

A tinta é colocada na fonte, onde é alimentada por uma lâmina ajustável que tem a função de controlar o volume de tinta que passa na lata. Do rolo da fonte (A) a tinta passa para o rolo de transferência (B). O rolo de transferência tem mecanismo excêntrico ligado ao primeiro rolo de aço (C). Devido a este mecanismo, o rolo de transferência se move entre o primeiro rolo de aço e o rolo da fonte. Ao entrar em contato com o rolo de aço que está rodando, o rolo de transferência recebe o movimento de rotação assim melhorando a transferência de tinta ao rolo (C). A tinta do rolo fixo (C) é transferido ao rolo distribuidor (D1). O movimento dos rolos distribuidores (D1 e D2) espalham a tinta uniformemente nos rolos oscilantes (E1 e E2). Do rolo distribuidor (D2) a tinta é alimentada ao segundo rolo oscilante (E2) que espalha uniformemente a tinta nos rolos principais (F1 e F2). Os rolos principais aplicam tinta nas áreas mais altas da placa de impressão que está sobre o cilindro de placa. A placa imprime a imagem na blanqueta, que em seguida vai passar para a lata. Após a etapa de impressão do rótulo, o produto é encaminhado para uma máquina denominada "aplicadora de OVERVARNISH". Nesse ponto, a lata recebe uma camada de verniz externo com a finalidade de proteger a pintura impressa e conferir brilho ou opacidade ao rótulo, dependendo do design ou do acabamento desejado. Essa camada de verniz contribui para a qualidade estética e a durabilidade do rótulo.

#### **4.9 Pin oven**

O Pin Oven é um forno à gás (GN ou GLP) utilizado em conjunto com a Printer que, através de uma corrente denominada “Corrente Pinada”, sua função é secar a tinta e vernizes aplicados às latas. Este processo se dá pela circulação de ar quente em duas zonas de aquecimento a 425F (218°C) e a uma velocidade aprox. de 2200cpm. O tempo de exposição da lata a essa temperatura é de 23 segundos em alta velocidade. A circulação do ar é feita por dois grandes ventiladores que ficam na estrutura externa do forno. A retirada dos gases saturados por solventes vaporizados é feita por um exaustor no centro das duas zonas. O acionamento desta corrente é o mesmo da Printer, isto é, as duas máquinas estão ligadas mecanicamente. O forno e por sua vez a Corrente Pinada possuem uma inclinação de 13° que garante a estabilidade da lata no pino da corrente durante toda

a secagem.



Fonte: CANPACK (2023)

#### **4.10 Inside spray - revestimento interno**

O processo de aplicação de verniz interno em latas decoradas é uma etapa crítica na fabricação dessas embalagens, com o objetivo de assegurar a integridade do produto envasado e da própria lata. Para alcançar esse propósito, um sistema controlado eletronicamente é empregado, onde bicos aspersores são utilizados para aplicar o verniz de forma precisa na superfície interna da lata.

Durante esse processo, a lata é posta em alta rotação para garantir uma distribuição uniforme do verniz. A aplicação bem-sucedida do verniz interno depende da combinação meticulosa de três fatores essenciais: o tempo de aplicação, a pressão do spray e a velocidade de rotação das latas. A sincronização adequada desses parâmetros resulta em uma cobertura uniforme e precisa da superfície interna da lata com o verniz. Após a aplicação, as latas passam por um forno de cura que é em um forno de ar quente dividido em quatro zonas - três de aquecimento e uma de resfriamento, onde o verniz é submetido a um processo de secagem e endurecimento.

Esse procedimento garante que o verniz forme uma camada de proteção eficaz, desempenhando um papel crucial na preservação adequada do conteúdo da lata, ou seja, a bebida envasada, bem como na proteção da própria lata contra qualquer interação indesejada entre o conteúdo e a parede da embalagem. O processo de aplicação de verniz interno em latas decoradas é uma operação altamente controlada e precisa, essencial para

manter a qualidade e a segurança do produto envasado e da embalagem, garantindo a conservação adequada tanto da bebida quanto da lata.

#### **4.11 Necker - formação do pescoço / inspeção eletrônica**

Nesta fase do processo, ocorre a fabricação do pescoço e da flange da lata por meio de um procedimento que pode envolver até 15 estágios, dependendo do tipo de lata que está sendo produzida. Esses estágios gradualmente reduzem o diâmetro da parte superior da lata. Ao final do processo de conformação do pescoço, uma estação específica molda a flange, que desempenha um papel crucial no fechamento hermético da lata com a tampa após o envase da bebida. É importante destacar que a qualidade é uma preocupação fundamental da empresa neste processo. Portanto, todas as latas passam por uma inspeção eletrônica rigorosa realizada por três equipamentos diferentes que estão integrados no sistema NECKER. Se algum defeito for detectado, o sistema expulsa automaticamente a lata, impedindo que ela continue no processo. Esses equipamentos têm a capacidade de identificar uma variedade de problemas, desde microfuros até amassados nas latas, além de defeitos na impressão do rótulo.

Os três equipamentos utilizados são:

- a) detector de furos por luz (LIGHT TESTER): este equipamento é capaz de identificar microfuros nas latas, avaliando a passagem de luz de fora para dentro delas. Isso ajuda a garantir que não haja pequenos furos que possam afetar a integridade do produto ou sua vida útil;
- b) detector de latas misturadas (MIXED LABEL INSPECTOR): este equipamento tem a função de identificar se, por acidente, uma lata estranha for misturada com as demais no processo, além de verificar se há falhas na impressão do rótulo. Isso assegura que todas as latas tenham a mesma aparência e qualidade;
- c) inspetor de câmeras (CAMERA INSPECTION): usando câmeras de alta resolução, esse equipamento faz uma avaliação interna das latas, sendo capaz de identificar desde pequenos amassados até possíveis problemas

na aplicação do verniz interno das latas. Isso garante que o interior das latas esteja em perfeitas condições e livre de defeitos que possam comprometer o produto final.

Essa etapa do processo de fabricação de latas é essencial para garantir a qualidade e integridade do produto final, e a empresa adota rigorosos controles de inspeção para assegurar que todas as latas atendam aos padrões de qualidade estabelecidos.



Fonte Autor (2023)

#### **4.12 Paletização**

A fase final do processo, conhecida como paletização, tem como objetivo acondicionar o produto para envio. Durante essa etapa, as latas são cuidadosamente organizadas e dispostas em camadas padronizadas, sendo empilhadas até atingirem uma altura aproximada de 2,7 metros sobre paletes feitos de plástico ou madeira. Entre cada camada de latas, são inseridas folhas separadoras, feitas de plástico ou papelão, para evitar danos.

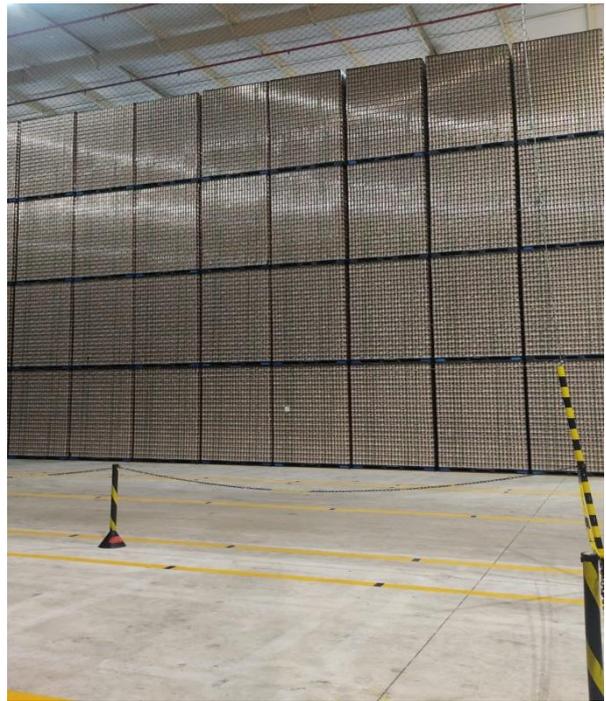


Fonte: Autor (2023)



Fonte: Autor (2023)

Ao concluir esse procedimento, os paletes carregados com latas são devidamente amarrados utilizando cintas plásticas, e um quadro de topo é adicionado para garantir a estabilidade do conjunto. No armazém, as pilhas de paletes de latas podem ser empilhadas até um máximo de 4 paletes de altura, permitindo um armazenamento eficiente e seguro.



Fonte:Autor (2023)

## 5 METODOLOGIA

Com base em Lakatos e Marconis (2003), esta pesquisa dados seus propósitos de investigação, caracteriza-se como sendo bibliográfica, pois abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo. Desta forma, a abordagem metodológica empregada neste estudo compreende revisão bibliográfica abrangendo tanto a literatura nacional quanto a internacional, com foco no verniz e sua aplicação na indústria de fabricação de latas.

### 5.1 Resultados e discussão

Apresentaremos propostas de aprimoramento destinadas a reduzir a variabilidade no processo de produção das latas, sem que isso comprometa a qualidade final do produto. Baseando-se nas teorias dos documentos pesquisados serão observados a projeção de melhorias no processo de revestimento; serão apresentados os resultados da análise, e as soluções propostas e as recomendações para aprimorar a qualidade do produto; avaliação dos custos, benefícios e satisfação dos clientes.

#### 5.1.1 Otimização da aplicação de verniz externo

Conforme delineado previamente, é importante observar que, uma vez que a lata tenha recebido a decoração (rótulo do cliente), procede-se à aplicação de uma camada de verniz com a finalidade de resguardar e fixar a tinta aplicada. A consideração da espessura da camada de verniz é essencial, visto que uma espessura excessivamente reduzida pode ocasionar arranhões nas latas quando em contato umas com as outras. Por outro lado, uma camada excessivamente espessa resulta em um consumo elevado de verniz, comprometendo, assim, o sistema de custos da empresa.

Para a tomada de decisão acerca da necessidade de aumentar ou diminuir a espessura da camada de verniz, é imperativo que os dados provenientes do sistema de medição sejam confiáveis e precisos. Este estudo concentra-se na otimização na aplicação do verniz externo da lata 269 ml FT, utilizando o instrumento fornecido pelo fabricante Sencon, a fim de mensurar a distribuição da camada de verniz com precisão e consistência, mudando o fonte do verniz pois tem a questão de temperatura a viscosidade

e outros. Observação: a etapa inicial da pesquisa consistiu em analisar o procedimento de execução da medição como também o modo de aplicação.

### 5.1.2 Procedimento

O processo interno compreende a medição da espessura da camada no ponto superior, no ponto médio e na base da lata, totalizando três medições ao longo da circunferência em cada um desses pontos designados. A leitura não deve ser inferior a 2,01 mg/in<sup>2</sup> em nenhuma das nove áreas medidas na lata para que ela seja considerada aprovada. Ao medir vários pontos em uma única lata, torna-se evidente que o processo de aplicação de verniz não apresenta uniformidade; conforme a ilustração seguinte ( Tabela 2) , exibe os valores obtidos em diferentes pontos de medição ao longo da lata.

Tabela 2 - Distribuição do verniz externo.

LINHA 22			
Distribuição OV - min 2,01 mg/ in <sup>2</sup>			
	Parede Baixa	Parede Média	Parede Alta
Média	3,94	3,69	3,08
Maximo	6,13	6,64	5,68
Minimo	3,04	3,08	2,91
Abrasão - min 30 mim			
Tempo de abrasão	43		

Fonte : Autor (2023)

Conforme mencionado anteriormente, a finalidade do verniz externo é resguardar a tinta e prevenir arranhões no rótulo quando a lata entra em contato com outras. Contudo, devido à configuração específica do produto, os pontos de contato mais frequentes são o "ombro" (localizado logo abaixo da curvatura do pescoço da lata) e a base. Por esta razão, conforme ilustrado (na Figura 1), é nestes dois pontos que ocorre a maior incidência de abrasão.



Figura 1 - Dois pontos que ocorrem a maior incidência de abrasão.  
Fonte : Autor (2023)

### ***5.1.3 Distribuição de camada do verniz externo***

O instrumento empregado para a medição da distribuição da camada de verniz é o Medidor de Camada Sencon (conforme ilustrado na figura a seguir). Com o intuito de facilitar a medição, a empresa adquiriu um dispositivo projetado para apoiar a lata enquanto o operador realiza as medidas. Contudo, esse dispositivo apresenta algumas deficiências, a saber: sua altura reduzida requer que o operador eleve a lata para inseri-la no instrumento de medição. Existe a possibilidade de movimentação do dispositivo durante a coleta das medidas, resultando na lata nem sempre permanecer alinhada na mesma direção do instrumento.

### ***5.1.4 Medição da viscosidade***

Melhorias: após concluir a análise sobre o excesso de aplicação de verniz na superfície externa das latas, o gerente de Produção, em conjunto com os demais gestores da empresa, avaliou a situação e optou por implementar aprimoramentos com o objetivo

de reduzir, no mínimo, 7% do consumo de verniz na embalagem de lata de alumínio de 269 ml.

#### ***5.1.4 Análise de viscosidade***

A análise da viscosidade do verniz acrílico na parte externa da lata de alumínio é um procedimento fundamental para compreender as propriedades reológicas do material. A viscosidade é uma medida da resistência de um líquido ao fluxo, e sua avaliação no contexto do verniz acrílico na superfície externa da lata de alumínio fornece informações valiosas sobre a consistência e aplicabilidade do revestimento. Para realizar essa análise, é necessário empregar técnicas adequadas de medição de viscosidade, como viscosímetros, que permitirão a quantificação precisa da viscosidade do verniz acrílico, como mostra a Figura 2. A viscosidade pode ser influenciada por diversos fatores, como a composição química do verniz, a temperatura ambiente e a presença de aditivos específicos.

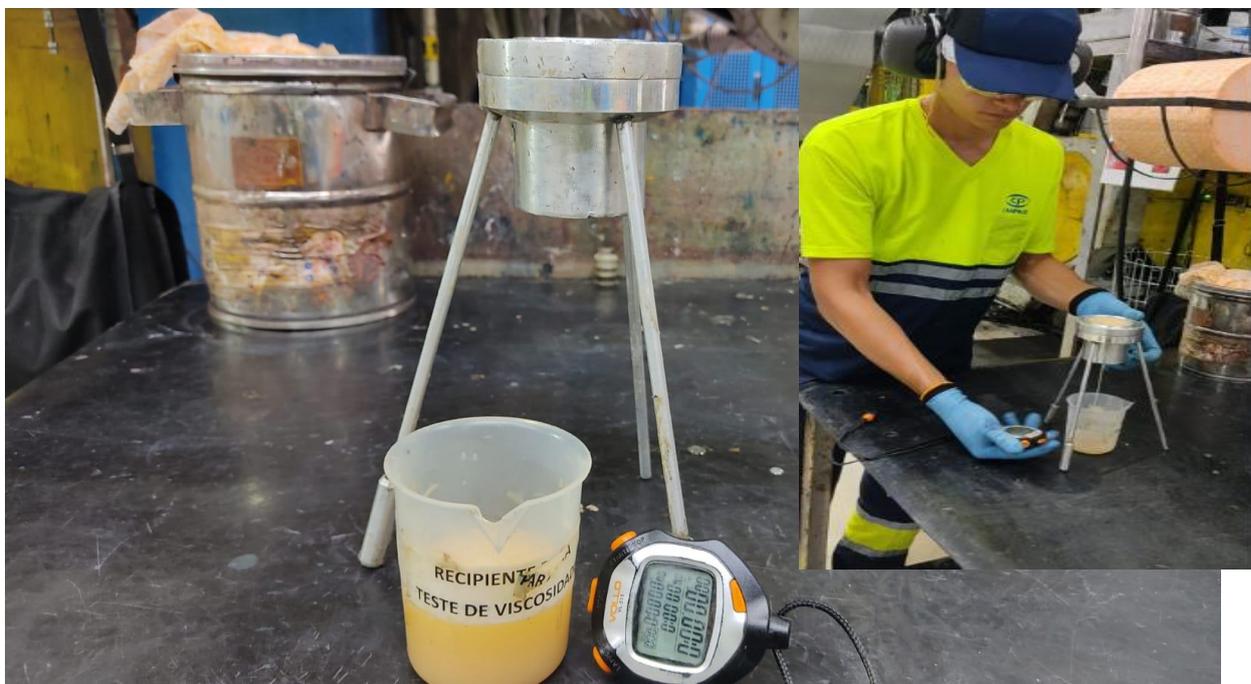


Figura 2 - Medição da viscosidade do verniz.

Fonte: Autor (2023)

Uma viscosidade adequada é crucial para garantir a aplicação eficiente do verniz na lata de alumínio, evitando problemas como espalhamento desigual, formação de bolhas e dificuldades no processo de secagem. A análise detalhada da viscosidade proporciona insights valiosos para otimizar a formulação do verniz e aprimorar a qualidade do revestimento na superfície externa da lata, como mostra na Figura 3.

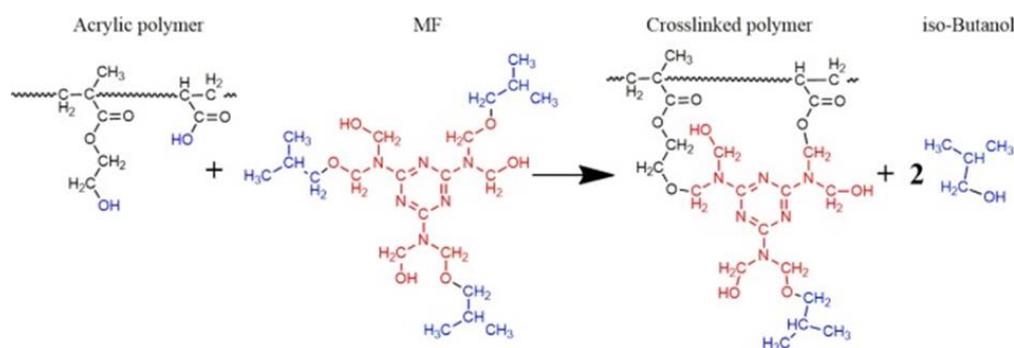


Figura 3 - Formulação do verniz

Fonte: Artigo Crosslinkable acrylic-melamine latex produced by miniemulsion polymerization.

Além disso, é recomendável realizar análises periódicas da viscosidade ao longo do tempo para monitorar possíveis variações e ajustar as formulações conforme necessário, garantindo assim um desempenho consistente do verniz acrílico na proteção e decoração da lata de alumínio.

### 5.1.5 Mudança de fonte de verniz

A mudança para o sistema de controle automático na aplicação de verniz resultar em benefícios significativos, incluindo melhor qualidade, eficiência operacional aprimorada e uma abordagem mais sustentável para o uso de materiais.

### 5.1.6 Benefícios com a aquisição aparelho viscosímetro

Precisão e consistência: com o sistema automático, é possível garantir uma aplicação mais precisa e consistente do verniz. Isso ajuda a evitar variações na qualidade do acabamento, proporcionando produtos mais uniformes.

**Eficiência operacional:** o controle automático permite uma aplicação mais eficiente do verniz, reduzindo o desperdício de material. Além disso, a automação pode acelerar o processo, aumentando a produção sem comprometer a qualidade.

**Redução de erros humanos:** a automação diminui a dependência de operadores humanos, reduzindo assim a probabilidade de erros durante a aplicação do verniz. Isso contribui para uma maior confiabilidade no processo produtivo.

**Otimização do consumo de materiais:** sistemas automáticos muitas vezes são projetados para otimizar o consumo de verniz, aplicando a quantidade necessária para atender aos padrões de qualidade. Isso resulta em economia de materiais e redução de custos.

**Registro de dados:** sistemas automáticos geralmente têm a capacidade de registrar dados operacionais. Isso pode incluir informações sobre o volume de verniz utilizado, velocidade de aplicação, tempos de ciclo, entre outros. Esses dados são valiosos para análise, otimização e manutenção preventiva.

**Melhoria na segurança:** automatizar o processo de aplicação do verniz contribui para a segurança, reduzindo a exposição dos operadores a substâncias químicas presentes no verniz. Isso cria um ambiente de trabalho mais seguro.

**Flexibilidade e adaptabilidade:** sistemas automáticos podem ser programados para se adaptar a diferentes tipos de produtos ou mudanças nas especificações de produção. Isso oferece maior flexibilidade para atender às demandas do mercado.

**Controle de qualidade integrado:** os sistemas automáticos incluem dispositivos de controle de qualidade integrados, como sensores para detectar defeitos na aplicação do verniz. Isso permite a identificação precoce de problemas, reduzindo a produção de produtos defeituosos.



Figura 4 - Fonte do verniz antes da melhoria.  
Fonte: Autor (2023)



Figura 5 - Fonte do verniz depois da melhoria.  
Fonte : Autor (2023)

### ***5.1.7 Mudança na diluição do Verniz***

Antes, o butilglicol era usado para diluir o verniz, mas havia alguns inconvenientes, como o custo elevado e a dificuldade em atingir a viscosidade desejada. Em setembro de 2022, durante a melhoria, a água ionizada passou a ser utilizada para realizar essa diluição. A água ionizada é água que passou por um processo de ionização, no qual os íons presentes na água foram alterados para alcançar um equilíbrio específico. Essa mudança foi implementada por diversos motivos:

- a) custo: a água ionizada pode ser uma opção mais econômica em comparação com o butilglicol, contribuindo para reduzir os custos de produção;
- b) desempenho: a água ionizada por ter se mostrado mais eficaz na obtenção da viscosidade desejada, proporcionando um melhor desempenho ao verniz;
- c) qualidade do produto final: a mudança foi feita para melhorar a qualidade do verniz, seja em termos de aparência, durabilidade ou outras propriedades;
- d) meio Ambiente: água é um solvente mais ambientalmente amigável do que alguns produtos químicos, como o butilglicol, o que está alinhado com práticas sustentáveis.

### ***5.1.8 Realocação do reservatório de verniz***

Para controlar processos químicos e físicos que envolvem o verniz. Por exemplo, alguns processos de secagem ou cura de revestimentos exigem temperaturas específicas. Por isso o tanque deve posicionar em um lugar adequado com a temperatura ambiente, como ilustra na Figura 6. Quando a temperatura do verniz ultrapassa um determinado limite, a viscosidade pode ser afetada. Temperaturas mais altas geralmente reduzem a viscosidade, o que pode ter implicações na qualidade do revestimento. Controlar a

temperatura é essencial para manter as propriedades desejadas do verniz. Se a temperatura do verniz não for controlada adequadamente, isso pode afetar o processo de secagem das latas. A temperatura mais alta exigiria ajustes nos parâmetros do forno para garantir uma secagem eficaz, evitando problemas como a abrasão.

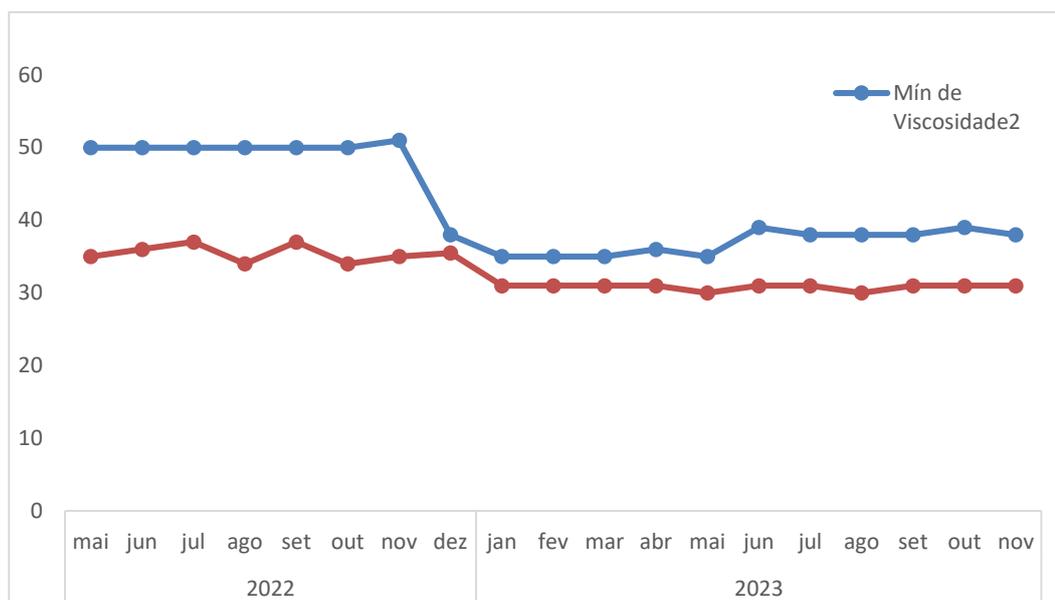
Depois da melhoria



Figura 6 - Realocação do tanque do verniz.  
Fonte:Autor (2023)

Após a alteração, observamos uma resposta satisfatória tanto na viscosidade quanto na temperatura, como mostra a Tabela 03.

Tabela 3 - Temperatura com a Viscosidade.



Fonte: Autor (2023)

Observação: Até maio de 2022, os registros de temperatura e viscosidade do verniz eram manualmente registrados em cadernos, o que não proporcionava uma precisão confiável. Não tínhamos meios adequados para comprovar a realização correta e pontual dessas medições. Atualmente, com o sistema implementado, temos a capacidade de verificar o momento exato em que os testes são conduzidos, proporcionando uma segurança substancial de que estão sendo realizados de maneira apropriada.

### 5.1.9 Ajuste de pressão do rolo aplicador

Rolo Aplicador (Applicator Roller) – É um Rolo poliuretano que recebe o verniz do Rolo Gravure, e o transfere para a superfície da lata.

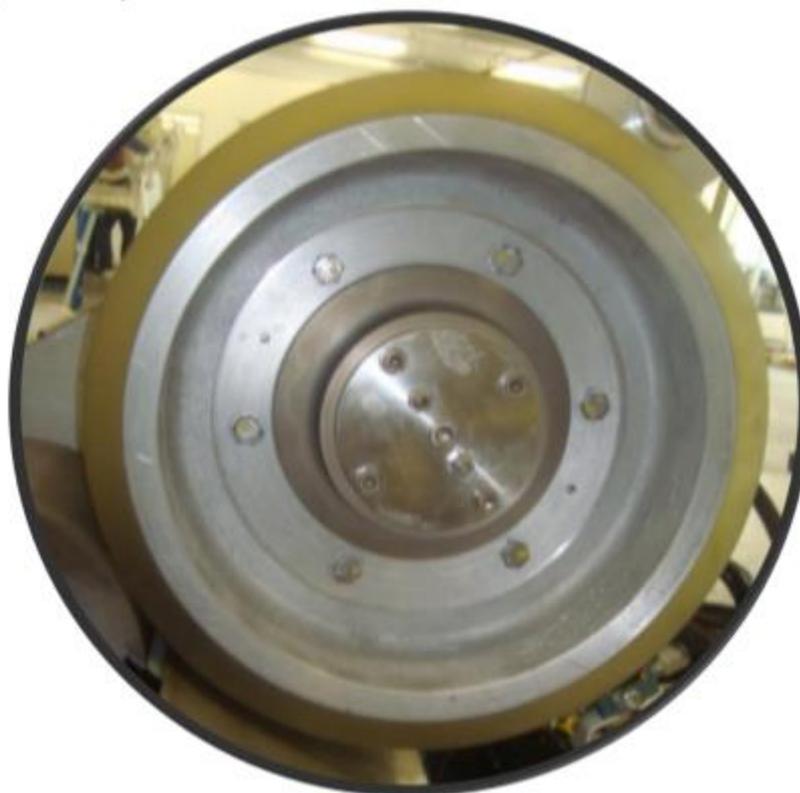


Figura 7 - Rolo Aplicador  
Fonte: Autor (2023)

O Rolo Gravure é um rolo de inox com um revestimento de cerâmica que tem em toda sua superfície células, que são pequenas concavidades com a tarefa de transportar o verniz situado na Fonte da Envernizadora até o Rolo Aplicador, como mostra a Figura 8. O formato destas células a ser utilizado é muito importante, pois elas devem transportar uma quantidade de verniz que seja suficiente para uma boa aplicação na lata, além de permitirem uma fácil retirada do verniz pelo Rolo Aplicador sem que seja necessária uma grande pressão por parte dos rolos.

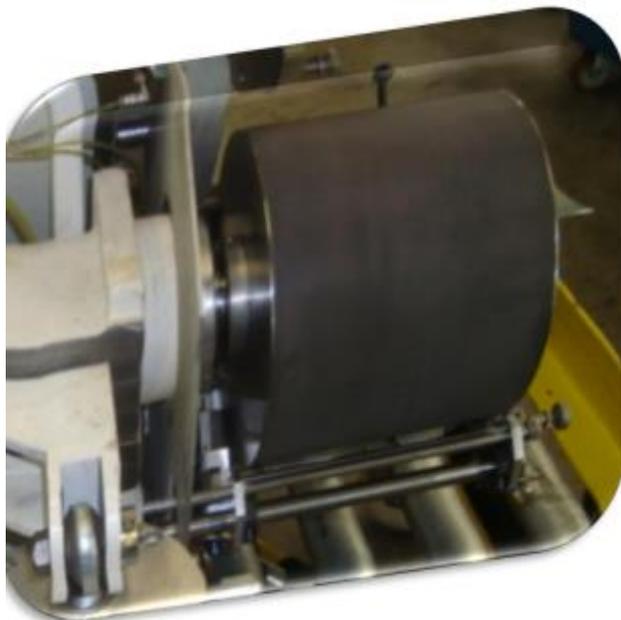


Figura 8 - Rolo Gravure  
Fonte : Autor (2023)

Dentre os diversos formatos de células disponíveis, é recomendável optar por aquelas que apresentem poucos Pontos Críticos. Esses pontos referem-se a áreas de pequena angulação, o que resulta em um acesso mais difícil para a completa remoção do verniz nelas contido. A capacidade volumétrica de verniz que cada célula pode suportar deve ser próxima à quantidade necessária. Não é vantajoso ter uma grande profundidade apenas para acomodar uma maior quantidade de verniz, uma vez que isso também resultaria em um aumento proporcional de respingos e névoa de verniz. Esse ajuste de pressão pode ser realizado tanto na própria lata quanto na boca da lata, exemplo: utilizando uma lata no mandril, simule um procedimento de triagem com um espelho e uma lanterna para avaliar o alinhamento da abertura da lata em relação ao rolo. Caso seja identificada a necessidade de ajuste, proceda à manipulação dos parafusos localizados no flange central do rolo. Na lata, perfure o fundo de uma lata e afixe-a em um mandril, posicionando-a no ponto de aplicação no Rolo Aplicador. Por meio do painel principal, simule um ciclo operacional do Rolo Aplicador, verificando se não há contato com a lata. Em seguida, gire o volante para permitir que a lata entre em contato com o rolo. Após o contato, dê mais duas voltas e, por meio do painel, afaste o rolo da lata. Posteriormente, remova a lata e meça a largura do verniz aplicado. Esta medida deve situar-se entre 5/16" e 3/8". Caso o valor obtenha-se fora dessas especificações, utilize o volante, girando para a esquerda para reduzir a pressão e para a direita para aumentá-la.



Figura 9 - Ajuste de Rolo Aplicador  
Fonte: CANPACK (2023)



Figura 10 - os parafusos de rolo de aplicador e suas funções.  
Fonte: CANPACK (2023)

#### 5.1.10 Revisão dos parâmetros tecnológicos

Também foi realizada uma revisão dos parâmetros tecnológicos. Inicialmente, a fábrica era destinada à produção de latas de aço antes de se tornar uma fabricante de latas de alumínio. A validação das medidas na primeira revisão dos parâmetros era crucial para evitar qualquer não conformidade relacionada à abrasão. À medida que as mudanças nas máquinas foram sendo implementadas gradualmente, com a introdução de equipamentos

adequados para a produção de latas de alumínio, percebemos que estava ocorrendo um excesso de verniz. Isso motivou a revisão do procedimento como mostra as Figuras 11 e 12, garantindo alinhamento efetivo com as novas configurações das máquinas.

		Página: 1 / 1
<b>Parâmetros dos Vernizes</b>		

Verniz Interno				
Nome da Medição	Símbolo	Unit	Limite de Especificação	
Peso verniz interno 269 ml	Cat I	E <sub>v</sub>	mg	90 - 110
	Cat II			115 - 130
	Cat III			120 - 140
Peso verniz interno 350 ml	Cat I			105 - 115
	Cat II			115 - 125
	Cat III			125 - 135
Peso verniz interno FT 350 ml	Cat I			120 - 130
	Cat II			130 - 140
	Cat III			140 - 150
Peso verniz interno 473 ml	Cat I			120 - 135
	Cat II			130 - 140
	Cat III			170 - 180
Peso verniz interno 550 ml	Cat I	155 - 165		
	Cat II	165 - 175		
	Cat III	175 - 185		

Verniz Externo					
Nome da Medição		Limite de Especificação	Limite de Controle	Unit	
Espessura da camada de verniz externo todos os ml	Metiac 815559	mm 3.1	mm 3.2	g/m <sup>2</sup>	
	152 062 Aquaprime 105				
	PPG 3825-803				
	PPG 9201-809A				
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	PPG 3825-803 (Monster)				
PPG 9203-802C TacTile	mm 4.3	mm 4.4			
Peso da camada de verniz externo 269ml	PPG 3825-803	70 - 95	-	mg	
	PPG 9201-809A	65 - 90	-		
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	PPG 9600-801/A				105 - 125
Peso da camada de verniz externo 350ml	Metiac 815559	80 - 105	-	mg	
	152 062 Aquaprime 105				
	PPG 3825-803				
	PPG 9201-809A				
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
Metiac 815214 TacTile	mn 110 / mn 160*	110 - 160 / 160 - 210*			
Peso da camada de verniz externo 473ml	Metiac 815559	105 - 115	-	mg	
	152 062 Aquaprime 105				
	PPG 3825-803				
	PPG 9201-809A	100 - 110			
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	PPG 3825-803 (Monster)				125 - 135
PPG 9203-802C TacTile	180 - 190	-			
Peso da camada de verniz externo 550ml	PPG 3825-803	130 - 150	-	mg	
	PPG 9201-809A	135 - 155			
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	PPG 9600-801/A	175 - 205			N/A
	Metiac 815214 TacTile	mn 140			140 - 230

\* aplicado aos produtos Heineken (tinta + verniz)

Elaborado por:		Data:23/04/2021	
Verificado por:	-	Data:23/04/2021	
Aprovado por:		Data:23/04/2021	

Figura 11 - Parâmetros das especificações dos vernizes.  
Fonte: CANPACK (2023)

		Página: 1 / 1
<b>Parâmetros dos Vernizes</b>		

Verniz Interno				
Nome da Medição	Símbolo	Unit	Limite de Especificação	
Peso verniz interno 269 ml	Cat I	E <sub>m</sub>	mg	90 - 110
	Cat II			115 - 130
	Cat III			120 - 140
Peso verniz interno 350 ml	Cat I			105 - 115
	Cat II			115 - 125
	Cat III			125 - 135
Peso verniz interno FT 350 ml	Cat I			120 - 130
	Cat II			130 - 140
	Cat III			140 - 150
Peso verniz interno 473 ml	Cat I	120 - 135		
	Cat II	130 - 140		
	Cat III	170 - 180		
Peso verniz interno 550 ml	Cat I	155 - 165		
	Cat II	165 - 175		
	Cat III	175 - 185		

Verniz Externo					
Nome da Medição		Limite de Especificação	Limite de Controle	Unit	
Espessura da camada de verniz externo todos os ml	Metlac 815559	min 2.1	min 2.2	g/m <sup>2</sup>	
	152 062 Aquaprime 105				
	PPG 3825-803				
	PPG 9201-809A				
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	PPG 3825-803 (Monster)				
PPG 9203-802C TacTile	min 4.3	min 4.4			
Peso da camada de verniz externo 269ml	PPG 3825-803	70 - 75		mg	
	PPG 9201-809A	65 - 80			
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	PPG 9600-801/A				105 - 125
Peso da camada de verniz externo 350ml	Metlac 815559	80 - 95		mg	
	152 062 Aquaprime 105				
	PPG 3825-803				
	PPG 9201-809A				
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	Metlac 815214 TacTile				min 110 / min 160*
Peso da camada de verniz externo 473ml	Metlac 815559	105 - 115		mg	
	152 062 Aquaprime 105				
	PPG 3825-803				
	PPG 9201-809A	100 - 110			
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
Peso da camada de verniz externo 550ml	PPG 3825-803	130 - 150		mg	
	PPG 9201-809A	135 - 155			
	PPG 9201-813				
	PPG 9201-815				
	PPG 9600-801/A	175 - 205			N/A
	Metlac 815214 TacTile	min 140			140 - 230

\* aplicado aos produtos Heineken (tinta + verniz)

Elaborado por:		Data: 11/10/2022	
Verificado por:	-	Data: 11/10/2022	
Aprovado por:		Data: 11/10/2022	

Figura 12 - Parâmetro de especificações dos vernizes atualizado  
Fonte: CANPACK (2023)

## 5.2 Resultados alcançados

Com as melhorias implementadas, foi possível observar que o consumo de verniz agora está em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela empresa, e os resultados foram além das expectativas iniciais. Inicialmente, a consideração estava centrada na adaptação às variações de temperatura e viscosidade do verniz. Contudo, surgiu uma oportunidade valiosa ao investir em máquinas mais precisas, o que resultou em desempenho altamente satisfatório. No início do processo, o consumo de verniz era de 0,256 kg a cada 1000 latas, gerando uma média diária de 665 kg de verniz para uma produção média de 2,5 milhões de latas. Esse consumo representava 56% da capacidade de um tanque de verniz, que possui 1200 kg. Atualmente, alcançamos um consumo médio de 0,2215 kg a cada 1000 latas, representando uma redução de 8,65% em relação ao consumo inicial. Essa diminuição significativa no consumo de verniz não apenas atesta a conformidade com os padrões estabelecidos pela empresa, mas também reflete um uso mais eficiente dos recursos, proporcionando benefícios em termos de qualidade e economia.

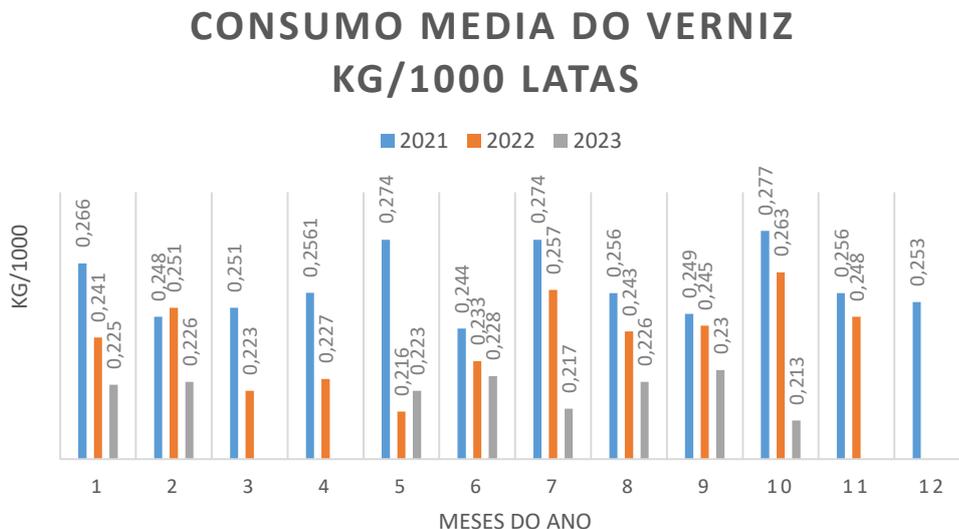
Tabela 4 - Consumo do verniz.

Consumo por Mês					
2021-2022		2022-2023		2023-2024	
jan/21	0,266	jan/22	0,241	jan/23	0,225
fev/21	0,248	fev/22	0,251	fev/23	0,226
mar/21	0,251	mar/22	0,223	mar/23	
abr/21	0,2561	abr/22	0,227	abr/23	
mai/21	0,274	mai/22	0,216	mai/23	0,223
jun/21	0,244	jun/22	0,233	jun/23	0,228
jul/21	0,274	jul/22	0,257	jul/23	0,217
ago/21	0,256	ago/22	0,243	ago/23	0,226
set/21	0,249	set/22	0,245	set/23	0,23
out/21	0,277	out/22	0,263	out/23	0,213
nov/21	0,256	nov/22	0,248	nov/23	
dez/21	0,253	dez/22		dez/23	

Fonte: Autor (2023)

Observação: A linha de produção não operou as latas de 269 ml FT nos meses de dezembro de 2022, março de 2023 e abril de 2023. Isso implica em utilizar um verniz distinto, associado a um tamanho de lata diferente e um consumo de verniz que difere do padrão anterior.

Tabela 5 - Gráfico do consumo do verniz



Fonte: Autor (2023)

Ao analisar individualmente cada gráfico, observa-se que em 2021 não havia um padrão consistente no consumo mensal de verniz. No entanto, em 2022, notamos uma reação positiva em direção à estabilização do consumo de verniz. Em 2023, conforme antecipávamos, o consumo do verniz finalmente se estabilizou, apresentando variações menores e consideráveis, como evidenciado nos gráficos abaixo.

Tabela 6 - Gráfico de 2021



Fontes: Autor (2023)

Tabela 7 - Gráfico de 2022



Fonte: Autor (2023)

Tabela 8 - Gráfico de 2023



Fonte: Autor (2023)

Devido à ausência de alterações no preço do verniz ao longo dos dois anos de aprimoramento (2021-2023), a tendência nos custos permanecerá graficamente igual. Portanto, optamos por apresentar apenas na tabela o custo do consumo (Tabela 9). Ao comparar os 11 meses de produção de 2021 com os de 2022, observamos uma redução de \$714,190.37 para \$675,382.05, resultando em uma diferença de \$38,808.32, conforme destacado na tabela a seguir.

Tabela 9 - Custo do Verniz.

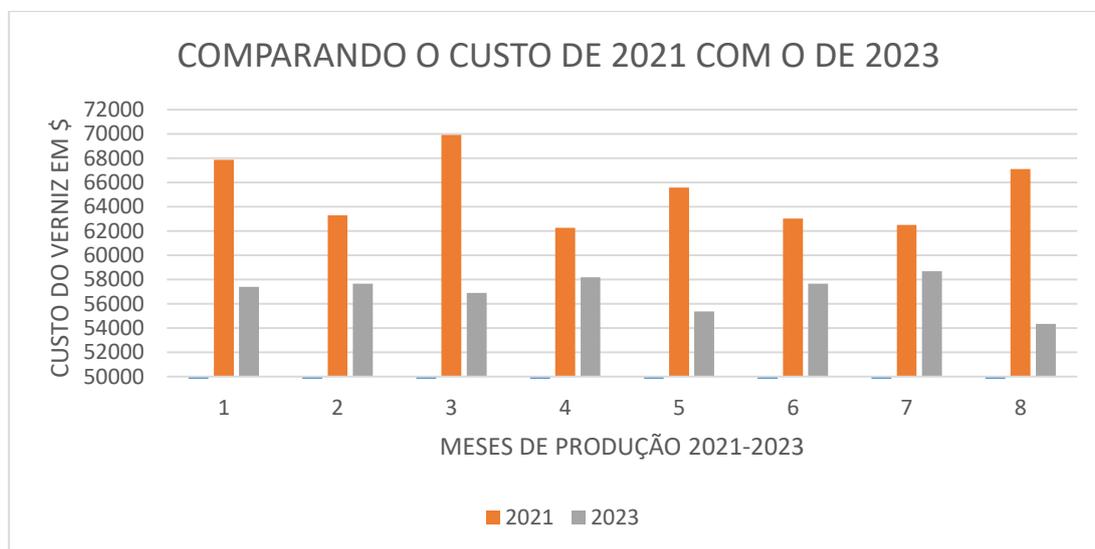
GASTO por Mês					
2021-2022		2022-2023		2023-2024	
jan/21	67869,9	jan/22	61491,15	jan/23	57408,75
fev/21	63277,2	fev/22	64042,65	fev/23	57663,9
mar/21	64042,65	mar/22	56898,45	mar/23	0
abr/21	65343,915	abr/22	57919,05	abr/23	0
mai/21	69911,1	mai/22	55112,4	mai/23	56898,45

jun/21	62256,6	jun/22	59449,95	jun/23	58174,2
jul/21	65573,55	jul/22	65573,55	jul/23	55367,55
ago/21	63022,05	ago/22	62001,45	ago/23	57663,9
set/21	62511,75	set/22	62511,75	set/23	58684,5
out/21	67104,45	out/22	67104,45	out/23	54346,95
nov/21	63277,2	nov/22	63277,2	nov/23	0
dez/21	64552,95	dez/22	0	dez/23	0
<b>Anual</b>	<b>778743,315</b>	<b>Anual</b>	<b>675382,05</b>	<b>Anual</b>	<b>456208,2</b>
<b>Gasto de 11 meses</b>	<b>714190,365</b>	<b>Gasto de 11 meses</b>	<b>675382,05</b>		

Fonte: Autor (2023)

Ao analisar os custos de 2023 em comparação com os de 2021, observamos uma margem mais ampla nos meses de produção de latas de 269 ml (Tabela 10). A melhoria é evidente de forma mais clara quando visualizada graficamente, conforme apresentado abaixo.

Tabela 10 - Gráfico do Custo de 2021 e 2023



Fonte: Autor (2023)

## 6 CONCLUSÃO

Os dados apresentados sobre a otimização do verniz na aplicação das latas e a transição para uma fonte automática revelam não apenas benefícios ambientais, mas também vantagens econômicas consideráveis para a empresa. As mudanças, que incluem a adoção de uma fonte automática de verniz, realocação do tanque do verniz, alteração na diluição do verniz (de butilglicol para Água DI) e revisão dos parâmetros do verniz, não só aprimoram a eficiência do processo, mas resultam em uma redução significativa no consumo de verniz. A diminuição estimada de aproximadamente 12,53%, equivalente a 34.566,75 kg de verniz ao longo de dois anos, reflete um impacto substancial na sustentabilidade operacional da empresa. Além dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de recursos, a economia financeira gerada por essa otimização é notável. A estimativa de uma redução de mais de 104.126,72 dólares em custos relacionados ao verniz ao longo de dois anos fortalece a posição financeira da empresa, demonstrando um compromisso responsável com a gestão eficiente dos recursos. A implementação da fonte automática de verniz e outras melhorias não apenas contribui para a redução do impacto ambiental, mas também gera economias substanciais. Essa abordagem destaca a capacidade da empresa em adotar práticas sustentáveis e eficientes, reforçando sua competitividade no mercado e seu compromisso com a responsabilidade social corporativa.

Apesar dos resultados positivos apresentados na otimização do verniz na aplicação de latas, é crucial reconhecer as limitações atuais do estudo e considerar propostas para trabalhos futuros, visando aprimorar ainda mais a eficiência e sustentabilidade do processo. As limitações atuais análise aprofundada dos impactos ambientais: Embora tenha sido destacada a redução significativa no consumo de verniz, uma análise mais aprofundada dos impactos ambientais associados à produção e descarte do verniz utilizado pode fornecer uma visão mais completa da sustentabilidade do processo.

Em referência às variações sazonais e operacionais, o estudo pode não ter abordado variações sazonais ou operacionais que poderiam influenciar a eficiência da aplicação do verniz. Uma análise mais detalhada desses fatores pode fornecer insights adicionais sobre a estabilidade do processo ao longo do tempo. Custos de transição para a fonte automática: O estudo pode não ter considerado totalmente os custos associados à

transição para uma fonte automática de verniz, como investimentos iniciais, treinamento de pessoal e possíveis ajustes operacionais. Uma avaliação mais abrangente desses custos pode impactar a análise financeira geral.

Explorar tecnologias emergentes na aplicação de verniz, consideramos uma proposta valiosa para futuros trabalhos, inclui o estudo de métodos inovadores e equipamentos mais avançados que possam oferecer melhorias adicionais em eficiência e redução de custos; bem como estudo do ciclo de vida completo, uma análise abrangente do ciclo de vida do verniz, desde a produção até o descarte, pode proporcionar uma compreensão mais holística dos impactos ambientais, pode incluir a avaliação de alternativas mais sustentáveis de verniz. Implementar um sistema de monitoramento contínuo do processo de aplicação de verniz pode fornecer dados em tempo real sobre eficiência e desempenho. Isso permitirá ajustes imediatos e contínuos para otimizar a operação. O estudo de viabilidade econômica a longo prazo, uma análise de viabilidade econômica mais abrangente, levando em consideração não apenas o primeiro ano, mas vários anos, pode oferecer uma perspectiva mais realista dos benefícios financeiros ao longo do tempo.

Ao abordar essas limitações e considerar propostas para trabalhos futuros, a empresa estará mais bem equipada para continuar aprimorando suas práticas operacionais, promovendo simultaneamente a sustentabilidade ambiental e a eficiência financeira.

## REFERÊNCIAS

ABRALATAS. **Processo de fabricação da lata de alumínio para bebidas**. Copyright 2023. Disponível em: <<http://www.abralatas.org.br/#containerLata>>. Acesso em:

AMERICAN COATINGS ASSOCIATION. **Durabilidade e intemperismo**. 2023 ACA. Disponível em:< <https://www.paint.org/>>. Acesso em:

ASTM International. **American Society for Testing and Materials**. Disponível em: <<https://www.astm.org/>>. Acesso em:

CAN PACK Group. **Latas & Tampas**. TTO. Programa de capacitação industrial Brasil.

DANIELS, Dimitri. **O futuro da reciclagem de plástico: caminhos mecânicos e químicos**. Conferência de Reciclagem Avançada. 2023. PMMI Media Group. Disponível em: < <https://www.packworld.com/>>. Acesso em:

EUROPEAN COATINGS JOURNAL. **Serviços de resumos químicos**. 2023. AG. Disponível em: <<https://www.european-coatings.com/>> Acesso em:

FEIST, R. **The Boatbuilder's Apprentice: The Ins and Outs of Building Lapstrake, Carvel, Stitch-and-Glue, Strip-Planked, and Other Wooden Boats**. Montgomery, IL, U.S.A. 2006.

LLC, Stolle. **Linhas para latas de bebidas**. 2023. Company. Disponível em: < <https://www.stollemachinery.com/pt-br>>. Acesso em:

MAYER, R. **The Artist's Handbook of Materials and Techniques**. Penguin Publishing Group. 1991.

NOVELIS. **Capturing Opportunities: Sustainability Report**. 2015. Disponível em: <<http://novelis.com/pt-br/sustainability/>>. Acesso em:

PACKAGING. **Verniz de sobreimpressão para latas de bebidas**. Akzo . 2023. Nobel NV. Disponível em: <<https://packagingcoatings.akzonobel.com/en/beer-beverage-cans/can-bodies/over-varnish>>. Acesso em:

TRACTON, A. Arthur. **Coatings Technology Handbook**. NW. Boca Raton, 2006.

WENG, Elton. **Resolução de problemas comuns nos processos de fabrico**. Mundolatas, Calle Venus Ur Cs Ros nº 18, nov. 2023. Disponível em: <<https://mundolatas.com/pt-br/artigos-tecnicos-artigos/>>. Acesso em:

WIKIMEDIA, Foundation. Inc. **O verniz**. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Varnish> Acesso em:

WILLIAMS, V. R. (2005). Conservation of Furniture. Routledge.

LAKATOS, E; MARKONI, M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5º edição. São Paulo: Atlas, 2003.