

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ETAPAS DE PRODUÇÃO DE ROLHAS E COMPONENTES METÁLICOS EM INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS EM RIO VERDE - GOIÁS

YASMIM DE LIMA PEREIRA

Rio Verde, GO

2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**ETAPAS DE PRODUÇÃO DE ROLHAS E COMPONENTES
METÁLICOS EM INDÚSTRIA DE EMBALAGENS
METÁLICAS EM RIO VERDE - GOIÁS**

YASMIM DE LIMA PEREIRA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto
Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, como
requisito parcial para a obtenção do Grau de
Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Favareto

Rio Verde – GO

Setembro, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

P436e PEREIRA, Yasmim de Lima
ETAPAS DE PRODUÇÃO DE ROLHAS E COMPONENTES
METÁLICOS EM INDÚSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS EM RIO
VERDE - GOIÁS / Yasmim de Lima PEREIRA; orientador
Rogério Favareto. -- Rio Verde, 2022.
26 p.

TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. embalagens de aço . 2. embalagens de alimentos.
3. latas de três peças. I. Favareto, Rogério, orient.
II. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Yasmim de Lima Pereira

Matrícula: 2017102200340175

Título do Trabalho: Etapas De Produção De Rolhas E Componentes Metálicos Em Indústria De Embalagens Metálicas Em Rio Verde - Goiás

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 21/09/2022.

Yasmim de Lima Pereira

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Rogério Favarini

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO
FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documento 427582

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) treze dia(s) do mês de setembro de 2022, às 19 horas e 30 minutos, reuniram-se a banca examinadora composta pelos docentes: Rogério Favareto (orientador), André Luiz Borges Machado (membro), Karen Carvalho Ferreira (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Etapas de Produção de rolhas e componentes metálicos em indústria de embalagens em Rio Verde - GO” da estudante Yasmim de Lima Pereira, Matrícula nº 2017102200340175 do Curso de Engenharia de Alimentos do IF Goiano - Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Rogério Favareto

Orientador(a)

André Luiz Borges Machado

Membro

Karen Carvalho

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3620-56

Dedicatória

A todos os alunos que intencionam participar e adquirir conhecimento na indústria.

Agradecimentos

À minha família, que me deu suporte até aqui, e à empresa na qual tive a oportunidade de experienciar as situações narradas neste texto, à empresa onde estagiei e à faculdade e professores que me proporcionaram o preparo necessário.

PEREIRA, Yasmim Lima. Etapas De Produção De Rolhas E Componentes Metálicos Em Indústria De Embalagens Metálicas Em Rio Verde - Goiás . 2022. 25p. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, GO, 2022.

RESUMO

Quando se compra um simples produto envolto por uma lata, ou alguma outra embalagem metálica, poucas vezes se sabe de todo o processo engenhoso e tecnológico envolvido em sua obtenção, agregando diversas áreas e temas a se desenvolver, desde a obtenção do aço, a formação perfeita da lata, até a logística do produto acabado. Com o intuito de trazer mais informação deste processo, o presente trabalho foi desenvolvido durante o período de estágio supervisionado no acompanhamento da produção em uma indústria de embalagens metálicas em Rio Verde – GO, onde a produção era monitorada por meio de indicadores de eficiência e estragos, juntamente com o controle de qualidade e controle estatístico de processo, analisando como cada etapa da produção afeta essas métricas. O foco do texto foi nas diversas e complexas etapas de produção para a obtenção das embalagens, mais especificamente rolhas metálicas e fundos para latas de 99 mm de diâmetro.

Palavras-chave: embalagens de aço, embalagens para alimentos, latas de três peças.

Lista de figuras

Figura 1: Composição das camadas de uma folha de flandres	10
Figura 2: Discos sem e com curling.....	11
Figura 3: Esquema de um mecanismo de solda elétrica	12
Figura 4: Esquema de dobraduras para aagrafagem do corpo.	13
Figura 5: Sistema de recravação em latas.	13
Figura 6: Configuração de uma rolha	14
Figura 7: Características dimensionais de uma rolha.....	15
Figura 8: Refilo de folhas já estampadas em formatos de rolha.	17
Figura 9: porções equivalentes ao volume de PVC por rolha.	18
Figura 10: Tesoura para corte que transforma folhas de flandres em tiras para fundo 099. As partes em amarelo são proteções para as partes móveis que podem causar acidentes.	19
Figura 11: sucata de refilo saindo da prensa.	20
Figura 12: Borracheiro aplicador de vedante.....	21
Figura 13: Caixa onde os fundos já prontos são dispostos para a expedição.	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. O Aço	10
2.2. Lata	11
2.3. Rolhas Metálicas	13
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E DISCUSSÃO	15
3.1. Produção das Rolhas.....	15
3.2. Produção Dos Fundos	17
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

Quando um consumidor adquire algum tipo de alimento é previsível que, desde a fabricação e comércio até o seu consumo, em algum momento, ele esteja agregado a algum tipo de embalagem, seja ela primária, secundária ou terciária que são, respectivamente, a embalagem em contato com o alimento, a embalagem com função de agrupar e facilitar manuseio, e a embalagem que protege o produto durante o transporte. Diversos são os modelos e as funcionalidades das embalagens, além de proteger e conservar alimentos, as embalagens têm função comercial e apelativa, pois chamam a atenção dos consumidores, tornando-as então, um foco de atenção especial para a indústria.

Pouco se fala sobre a produção de embalagens, componente tão importante a qualquer produto, como são feitas, que tipo de maquinário é utilizado ainda é um assunto que se restringe apenas às pessoas que trabalham no ramo.

Buscando produzir de maneira responsável e sustentável, as indústrias devem optar por materiais que sejam biodegradáveis ou que possam passar por uma logística reversa, que nada mais é do que o retorno de produtos já utilizados por seus consumidores como matéria prima para a indústria novamente. Portanto, diante das opções de matérias primas de embalagens o aço representa uma boa opção por ser reciclável, versátil e apresentar boas propriedades físicas e mecânicas, e há séculos este vem integrando fortemente à indústria de embalagens, tanto alimentícias quanto para outros ramos de produção.

Mediante a isso, o objetivo deste trabalho foi descrever as atividades envolvidas na produção de rolhas metálicas e a estampagem de fundos para latas alimentícias, em uma indústria de embalagens de aço em Rio Verde – GO durante o período de estágio supervisionado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com a RDC Nº 91, de 11 de maio de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), embalagens para alimentos - é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agente externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações.

Para a indústria alimentícia, as embalagens vão muito além da definição citada anteriormente. Segundo Barão (2011), as embalagens promovem proteção física ao alimento, proteção contra adulterações através de sistemas de evidência de abertura, conservação por atmosfera modificada, informações como a gestão de estoque, instruções de armazenamento e de manuseamento, rastreabilidade, conveniência ou serviço por meio de tampas dosadoras, possibilidade de cozinhar e servir na própria embalagem, ser adequada à diferentes ocasiões de consumo e diferentes quantidades e diversas outras formas de reter a atenção e seduzir o comprador no ponto de venda.

A indústria de alimentos é uma das principais alavancas na produção de embalagens, pois é praticamente impossível que se tenha um alimento seguro, sem algum tipo de embalagem. Este ramo também representa uma grande parcela das exportações do Brasil. Em 2021 as exportações do setor de embalagens tiveram um faturamento de US\$ 639,4 milhões, um crescimento de 22,9% em relação ao ano anterior, onde as embalagens metálicas correspondem a 29,3% desse total (ABRE, 2021).

Grande parte do processo de globalização se baseou no modelo *low-cost*, que Vasconcelos (2012) define como redução de custos e produção em larga escala, tendo como finalidade a obtenção de vantagem competitiva através do preço. Todavia, Moreira (2021) defende que está se iniciando o fim desse modelo de globalização causado por uma instauração da escassez de recursos naturais, as indústrias de embalagens começaram a considerar que, para garantir sua permanência no mercado, além da busca pelo lucro é preciso atender aos interesses sociais, ambientais e governamentais, e o uso da economia circular e logística reversa são formas de se alcançar isso, por meio da gestão de resíduos, da recuperação de materiais, da reciclagem e da reutilização dos produtos (HAMMES et al., 2020).

Fugindo do modelo da economia linear, a economia circular promove uma recuperação e regeneração dos produtos e materiais no final de sua vida útil, como um ciclo, tendo como objetivo a eficiência na utilização de materiais e energia, assegurando um crescimento econômico menos dependente dos recursos naturais e conseqüentemente uma diminuição, ou

até mesmo a eliminação, da geração de resíduos. Uma estratégia importante, pois um terço do lixo doméstico é composto por embalagens, onde 80% são utilizadas apenas uma vez antes do descarte. Frente a isso, um dos materiais para fabricação de embalagens que apresenta grande potencial de reciclagem, com até 100% de reutilização é o aço (SILVA, 2021).

Consoante ao apelo ambiental e econômico, Sand (2020) afirma que o fato de os produtos enlatados não necessitarem de refrigeração também reduz custos no transporte, e a reciclagem reduz em 71% o impacto ambiental, pois cada tonelada de aço reciclado economiza minério de ferro, calcário e energia na produção de latas.

2.1. O Aço

O aço é composto por uma liga metálica, e as embalagens de aço são principalmente feitas a partir de folhas de flandres. A folha de flandres é um material heterogêneo, constituído basicamente por uma lâmina de aço com baixo teor de carbono, revestida em ambos os lados com uma camada de estanho mais uma camada de passivação, protegida por uma camada de óleo (Figura 1) (BARÃO, 2011).



Figura 1: Composição das camadas de uma folha de flandres

Fonte: (BARÃO, 2011)

A folha de flandres pode possuir diferentes espessuras a depender da sua aplicação, e durante sua fabricação passa pelo processo de passivação, que promove excelente resistência à corrosão e resistência ao manchamento por sulfetos, melhorando também a aderência do verniz utilizado internamente (GRAVE e. al, 2014). Segundo Costa e Rocha (2019), a função essencial do verniz é proteger o metal contra corrosão e evitar o contato entre o substrato metálico e o alimento, impedindo a migração de substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde do consumidor. O bom desempenho do verniz depende da espessura do filme, da adesão sobre a folha, do grau de cura, da porosidade do verniz, da uniformidade e de sua resistência

mecânica. Os principais tipos de vernizes são as resinas epóxi-fenólicas, as oleorresinosas, epoxianidridos, organossóis, poliésteres vinílicos e acrílicos (ANDRADE, 2015).

Apesar de esse poder parecer ser um ramo limitado em pesquisas, do ponto de vista tecnológico as principais inovações que ocorreram nas embalagens metálicas ao longo dos anos foram: evolução dos tipos e formatos das latas; desenvolvimento de sistemas para abertura fácil; redução da espessura da folha metálica, sem diminuir sua resistência mecânica da lata; substituição da solda convencional por agrafagem pela eletrossoldagem; melhoria na qualidade de impressão e desenvolvimento de latas embutidas a partir de materiais ferrosos e de alumínio (SILVA, 2013).

2.2. Latas de aço

As embalagens de aço podem possuir diferentes formatos, podem ser compostas de duas ou três peças e cada uma irá exigir uma forma de processamento para obter as características desejadas. Segundo Barão (2011), as latas de três peças apresentam costura no corpo da lata e duas tampas (tampa e fundo). Já as de duas peças são constituídas pelo corpo e fundo da lata como uma única peça e uma tampa.

As peças ou componentes das latas são produzidos principalmente por meio de embutimento (estampagem), posteriormente, quando necessário, há aplicação de vedante e formação de cordão, e a etapa de *curling*, que é a formação de uma curva na borda do componente, por meio da rotação em alta velocidade em torno de um eixo em um equipamento chamado curlingadeira. A borda com formato curvado é o que permite a recravação da lata no componente (Figura 2).



Figura 2: Discos sem e com curling

Fonte: Acervo pessoal

Nas linhas de montagem, onde as latas são de fato feitas, é seguido um fluxo básico que se aplica a quase todos os modelos de lata, como mostrado na Figura 3.

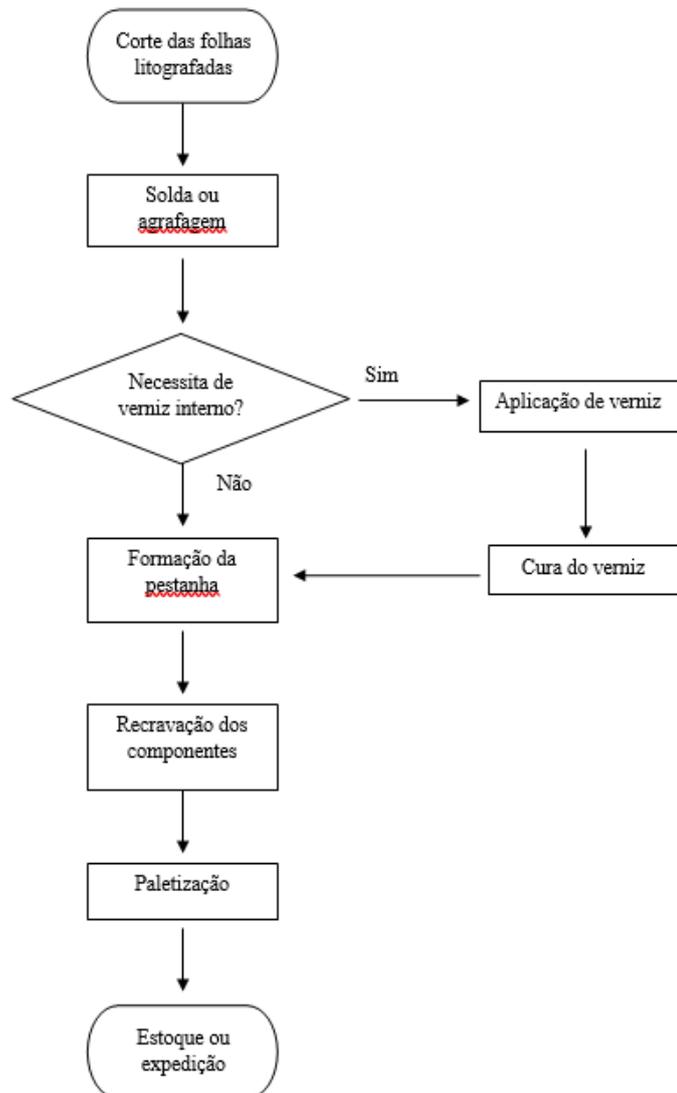


Figura 3: Fluxograma de processo - montagem de latas

Fonte: Acervo pessoal

Para a formação do corpo em latas de três peças (tampa, anel e fundo), há uma etapa de solda ou agrafagem. Logo depois é formada a pestanha, uma aba alongada para fora da borda do cilindro do corpo, onde encaixará a tampa ou fundo, viabilizando a próxima operação: recravação dos componentes (MENEZES, 2010).

A solda mais comum usada na indústria de embalagens para alimentos é a eletrossolda (Figura 4), onde a junção do corpo é feita pela fusão do ferro através da passagem de corrente elétrica e aplicação de pressão na área a ser soldada, gerando calor suficiente para a união das partes laterais do corpo e concomitantemente é adicionado fio de cobre à medida que a solda ocorre, como eletrodo intermediário para proteger os rolos de soldadura da contaminação do estanho, ele é descartado após seu uso (SEGATTO et al, 1998). De acordo com Marques (2012), a fusão ocorre com a energia liberada provocada pela resistência do metal à passagem da

corrente elétrica que é aplicada por um conjunto de rolos que pressionam a junta, na zona onde é aplicada a corrente.

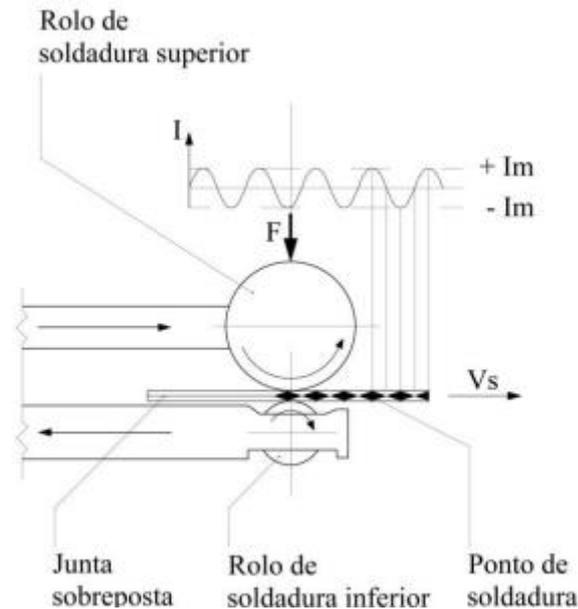


Figura 4: Esquema de um mecanismo de solda elétrica

Fonte: (MARQUES, 2012)

A principal vantagem da eletrossolda é a ausência do chumbo, porém, a região de soldagem deve ser devidamente protegida para evitar a corrosão nesta região e a migração de ferro (SILVA, 2013). A região em que se recebe a solda não pode conter vernizes, o que geraria defeitos na solda, portanto, essa região é chamada de reserva de solda. Porém, a não presença de um verniz de proteção na lata pode ocasionar em corrosões e migrações por conta do pH do produto contido. Portanto, as máquinas de solda são equipadas com um sistema para a aplicação de verniz líquido por rolos na costura dos cilindros posteriormente à solda (FILHO, 2007), e se necessário (quando o resto do corpo tem algum tipo de verniz específico) há aplicação de verniz internamente por aspersão.

Antes dos corpos das latas começarem a ser feitos nas máquinas de solda, essa operação ocorria em máquinas chamadas *Body Makers*, que consistem numa ferramenta semelhante a uma pinça que enrola o corpo da lata em volta de uma superfície cilíndrica, promovendo a *agrafagem* do corpo, que consiste na costura lateral por meio de um duplo enganchamento das extremidades do corpo. Essa operação pode ser seca (sem qualquer vedante), ou com vedante (termoplástico), em algumas indústrias esse processo ainda é utilizado (Figura 4) (Menezes, 2010).



Figura 5: Esquema de dobraduras para a agrafagem do corpo.

Fonte: (MENEZES, 2010)

A recravação é a etapa de junção das partes componentes da lata, por meio do dobramento conjunto da pestanha do corpo e o *curling* do componente (Figura 6). É feita por máquinas automáticas e está diretamente relacionada à qualidade do produto em seu interior, pois a presença de defeitos pode ocasionar vazamentos e contaminação por microrganismos (DIAS, 2014).

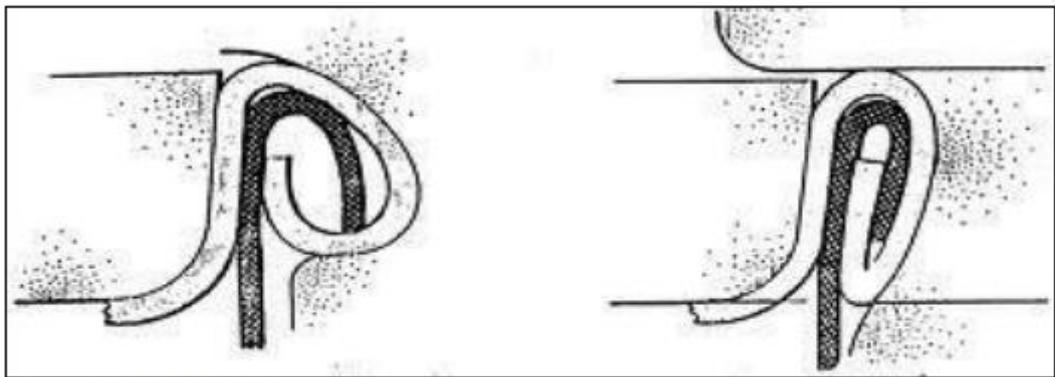


Figura 6: Sistema de recravação em latas.

E após todas essas operações as latas são comportadas em pallets (paletização) e é feita a parte de logística, para expedição ou estoque.

As latas de duas peças são obtidas por embutimento, operação que consiste em transformar uma folha plana ou uma pastilha metálica numa superfície com forma determinada, e tem como principal vantagem em relação às latas de três peças a diminuição do número de etapas de formação (SILVA, 2013).

2.3. Rolhas Metálicas

As rolhas metálicas são responsáveis pela vedação de garrafas retornáveis de vidro, e contém, em seu interior, um material plástico vedante. O sistema de fechamento pode ser por meio de rolhas metálicas tipo coroa (*crown*), rolha *pry off* ou rolha *twist-off*, fabricadas por meio de estampagem de uma folha metálica seguida de corte (HANSEN, 2011). Existem algumas variações entre rolhas, como o sistema de fechamento e vedação. Segundo Landim (2006) as rolhas metálicas são divididas também por tipo de fechamento, que são *twist-off* e *pry-off*, sendo a primeira uma rolha roscável e a segunda uma rolha para abridores comuns.

A norma NBR 16136 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) estabelece padrões a serem seguidos na fabricação de rolhas, onde estas devem possuir 21 corrugações ou flancos, que formam a saia da rolha (Figura 7), e possuir as características dimensionais dispostas na Tabela 1.

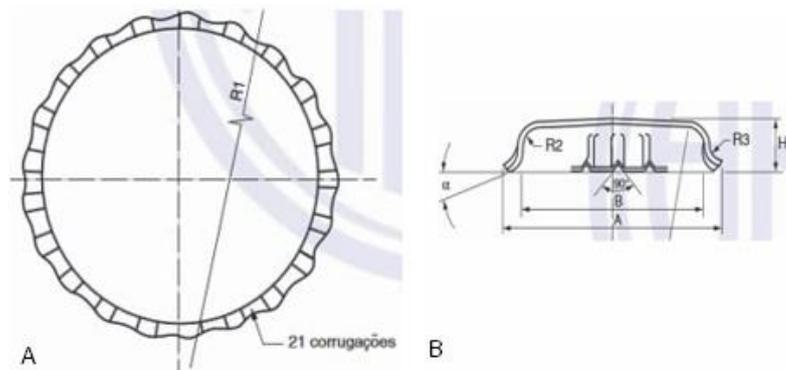


Figura 7: Configuração de uma rolha

Fonte: ABNT (2013).

Tabela 1 – Características dimensionais de uma rolha

Descrição do Item	Especificação
Altura (H)	6,00 mm ± 0,15 mm
Diâmetro externo (A)	32,07 mm ± 0,23 mm
Diâmetro interno (B)	26,80 mm ± 0,10 mm
Ângulo da aba	10 a 25°
Espessura da chapa	Twist off: 0,19 mm a 0,23 mm
	Pry off: 0,22 mm a 0,25 mm
	Pry-off/Twist-off (opcional): 0,16 mm a 0,21 mm

Fonte: ABNT (2013)

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E DISCUSSÃO

O estágio na produção consistiu em acompanhar e conhecer o sistema e mecanismos de produção das latas, oferecendo suporte, a fim de desenvolver melhorias e colaborar com a coordenação na gestão das pessoas e do processo. Os resultados quantitativos da produção foram monitorados por meio de indicadores, sendo o principal deles o OEE (Overall Equipment Effectiveness), que leva em consideração três parâmetros: disponibilidade, que contabiliza o tempo em que a máquina ficou parada pelo tempo que ela tinha disponível para produzir; performance, que é a quantidade de produtos feitas por unidade de tempo; e qualidade, que diz respeito à quantidade de estragos e retrabalhos. Todos esses parâmetros são captados automaticamente via sistema, por meio de sensores que são dispostos nas máquinas e contabilizam cada parada e produção, e por coletas realizadas pelos inspetores de qualidade e avaliados semanalmente e ao final de cada mês. Com base nos resultados desse indicador e as observações feitas pela equipe administrativa que faz a gestão da produção, manutenção e qualidade, planos de ação foram montados para melhorias no maquinário e processo, bem como estudos de possíveis investimentos e treinamento do pessoal envolvido.

Dentre as linhas de produção, havia duas voltadas para embalagens de alimentos: a linha de rolhas metálicas e a de fundos para latas de 99 mm (latas de frutas em calda, leite em pó, café, etc.). Essas linhas se encontram em uma sala separada do resto da fábrica, por conta dos controles de higiene para garantir a segurança de alimentos.

3.1. Produção das Rolhas

Tanto para as rolhas quanto para os fundos, as folhas metálicas já possuem litografia, que consiste na impressão do rótulo da lata/rolha metálica. Essas são enviadas por outras unidades da mesma empresa, as quais possuem o sistema de envernizamento e litografia.

A etapa inicial na produção das rolhas metálicas é a estampagem, onde folhas litografadas são abastecidas na prensa automática, e cada folha é estampada em 675 formatos de rolhas (Figura 8).



Figura 8: Refilo de folhas já estampadas em formatos de rolha.

Fonte: Acervo pessoal.

Após a estampagem, as rolhas seguem para um separador, ou divisor, (DV 7310), que funciona como uma peneira rotativa, separando rolhas danificadas e refilo remanescente da estampagem. Em seguida, as rolhas boas são transportadas verticalmente por meio de uma esteira magnética (TP7311) até o DV7312, ou seguem diretamente para o borracheiro (BR092) por meio de uma esteira transportadora. O DV7312 é chamado de pulmão, pois é utilizado como descarga de rolhas quando há grande quantidade delas na entrada do borracheiro, pois a estampagem é consideravelmente mais rápida que o processo de aplicação de vedante. Conforme o fluxo é liberado, há uma realimentação de rolhas por meio do pulmão que tem sua saída ligada diretamente com a esteira (TP7311).

Ao chegarem no borracheiro (máquina responsável por aplicar, formar e testar a aderência do vedante à rolha), as rolhas passam pelo primeiro eixo, a extrusora, que opera à 130°C, fundindo o PVC (Policloreto de Vinila), que é aplicado na parte interna das tampas. Cada uma recebe 0,23 g de PVC, equivalente a uma pequena esfera (Figura 9). Essa extrusora opera a 1000 RPM e processa 2000 rolhas por minuto.



Figura 9: porções equivalentes ao volume de PVC por rolha.

Fonte: Acervo pessoal.

Com o PVC aplicado, as tampinhas seguem para resfriamento em uma “geladeira” que reduz a temperatura das rolhas para 18°C. Ainda no borracheiro, as rolhas passam por um teste de vácuo para verificar a aderência do PVC e por inspeção eletrônica, que verifica a presença de defeitos como: manchas, riscos e rótulo descentralizado no produto. Verificado algum defeito, o descarte é feito de maneira automática pela máquina, em recipientes específicos e identificados. Finalizada a aplicação do PVC, as rolhas são levadas para um transportador com cabine (TP7314): a cada 10000 rolhas a máquina abre a saída de rolhas para serem levadas pelo TP7314 para empacotamento. É possível ver as rolhas no interior da cabine, e um operador fica encarregado de observar possíveis misturas e defeitos.

O empacotamento é feito em caixas de papelão, onde as rolhas ficam dentro de um saco plástico. Na saída da cabine existe um contador que conta a quantidade que vai em cada caixa, e quando a quantidade não é o total da caixa, o conteúdo é pesado e convertido na proporção de 21kg= 10.000 rolhas. Por fim, as caixas são etiquetadas e organizadas em paletes que serão envoltos em filme *stretch* e levados para o carregamento.

Quando há troca de rótulos, um *check list* de verificação é aplicado para averiguar as condições de limpeza da linha e presença de rolhas remanescentes na máquina, evitando a mistura de rótulos de clientes distintos. Esse processo é aplicado em pedidos grandes, com mais de 320.000 rolhas. Para pedidos pequenos (geralmente microcervejarias), há uma pequena linha de separação que separa as rolhas por rótulo, pois as rolhas de cervejarias pequenas são feitas juntas para aproveitamento da batelada do processo.

Com as rolhas já prontas, os inspetores de qualidade retiram amostras para realizar testes de qualidade. Inicialmente é feita uma inspeção visual, buscando possíveis defeitos no vedante, na estrutura da rolha e sujidades. Feito isso, é então realizado o teste de pressão, onde as rolhas são encaixadas em bocais de uma máquina de teste que simulam bicos de garrafas, e com os bocais imersos em uma banheira com água é aplicado CO₂ a 0,49 Mpa, sendo aumentada a pressão gradativamente durante 90 segundos. Neste teste é verificada a fuga de pressão por meio da formação de bolhas na água, se houver vazamentos as rolhas são analisadas a fim de encontrar algum defeito decorrente da produção. E para verificar alterações sensoriais possivelmente causadas pelo vedante, realiza-se teste sensorial de água em contato com o material, essas análises são feitas por pessoas treinadas, após o vedante e/ou a rolha ficarem em contato com água, em estufa a 60°C por 24 horas.

3.2. Produção Dos Fundos

A unidade estudada produz apenas o componente fundo 099, como são chamados os fundos para latas de 99 mm de diâmetro, as quais são enviados para outras unidades para a produção da lata completa, por questão de logística.

Para a produção dos fundos, folhas envernizadas são cortadas em tiras por equipamento chamado de tesoura (Figura 10), que são mesas que possuem rolos giratórios com lâminas que giram em direções opostas, promovendo o corte do aço. Essa etapa é crucial na produção dos componentes, pois se o corte não estiver de acordo com as especificações, ele pode prejudicar o funcionamento da prensa, na etapa seguinte.



Figura10: Tesoura para corte que transforma folhas de flandres em tiras para fundo 099. As partes em amarelo são proteções para as partes móveis que podem causar acidentes.

Fonte: Acervo pessoal

As tiras são levadas para estampagem, em uma prensa que funciona com um sistema de abastecimento denominado “*magazine*”, onde há um compartimento semelhante a uma cabine, em que o operador deposita as tiras e por meio de ventosas com vácuo a prensa puxa cada tira para a estampagem. Cada tira é transformada em 14 discos e uma tela de refilo, que é expelida para uma caçamba de sucata (Figura 11), toda a sucata metálica é vendida para empresas de reciclagem. A estampagem é feita com ferramenta dupla, que corta os componentes em pares, fazendo com que a produção seja sempre em duplicata.



Figura 11: sucata de refilo saindo da prensa.

Fonte: Acervo pessoal

Após a estampagem, os discos caem em transportadores que levam para a etapa de *curling*, onde os discos giram em alta velocidade em torno do eixo de uma bobina chamada “curlingadeira” que gira a 80 rpm, para dar forma à curva na extremidade do disco. Nesse instante, os componentes já estão formados e seguem então para o borracheiro, aonde chegam por meio de transportadores, e caem empilhados em um compartimento, e pinças automáticas tiram um por um em direção ao aplicador de vedante (Figura 12). O vedante é de natureza alimentícia, feito de uma dispersão aquosa de polímeros, e é aplicado por meio de uma pistola que tem acionamento pneumático por meio de um sensor de nível localizado no compartimento onde os componentes ficam empilhados. Cada componente recebe de 0,90 a 1,20 g de vedante.



Figura 12: Borracheiro aplicador de vedante.

Fonte: Acervo pessoal

A etapa seguinte é a cura do vedante: os componentes entram em uma estufa, presos em uma roda magnética que dá uma volta dentro do aquecedor. O tempo de cura e a temperatura necessária para o funcionamento depende das especificações de cada tipo de vedante e fornecedor. E cada cliente possui sua especificação quanto ao vedante utilizado. Por fim, os componentes são contidos em tubos de papel kraft com um tamanho padrão, que o operador pode conferir com uma régua contida na calha de saída da estufa. E então os tubos são fechados e dispostos em caixas de madeira com cerca de 29.700 componentes (Figura 13) e levados para estoque ou expedição.



Figura 13: Caixa onde os fundos já prontos são dispostos para a expedição. Fonte: Acervo pessoal

Nos fundos 099 são realizadas inspeções visuais verificando a presença de rebarba nos componentes, oxidação ou sujidade. São realizados ensaios para a verificação da altura e diâmetro curlingados, peso do vedante, onde todo o conteúdo do vedante (já curado) é raspado e pesado, teste sulfato de cobre, avaliando riscos no verniz e prova nos calibres que detectam folgas ou apertos nos componentes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contato com a indústria ensina a buscar novos conhecimentos e se tornar um pesquisador fora da área do laboratório. Uma simples lata passa por processos e operações complexos e meticulosamente pensados, que causa espanto e admiração como cada coisa funciona.

Com este período de experiência e estudo foi possível vivenciar e compreender mais como é a aplicação, na indústria, da teoria aprendida na sala de aula, com todos os procedimentos, burocracias e dificuldades, pois a teoria é só uma, e cada processo se adapta a ela de uma forma. Aprender como a gestão de processos consegue superar os desafios e manter a organização, o controle de qualidade mantém o padrão e a segurança do produto e processo, e toda a parte mecânica que exige muito conhecimento aplicado e experiência, são aprendizados que só se obtêm na prática.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, T; **Uniformização Da Camada Aplicada De Verniz E Esmalte Na Folha-De-Flandres**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade do Porto, p. 49. 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Estudo Abre Macroeconômico Da Embalagem E Cadeia De Consumo Apresentação Março De 2022: Retrospecto De 2021 E Perspectivas Para O Ano De 2022**. ABRE, 2021. Disponível em: < 2021 - ABRE>. Acesso em 20 de junho de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16136: Rolhas metálicas para fechamento de garrafas de vidro para bebidas carbonatadas ou não carbonatadas**.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria n. 30/MS/SVS, de 18 de março de 1996. Aprova o Regulamento Técnico “Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em contato com Alimentos”**, conforme Anexo da presente Portaria. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 mar. 1996. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-91-de-11-de-maio-de-2001.pdf/view>. Acesso em: 13 de março de 2022.

BARÃO, M. Z. Instituto de Tecnologia do Paraná. Dossiê Técnico: **Embalagens Para Produtos Alimentícios**. Agosto de 2011.

COSTA, D, V, D; ROCHA, I, C; **Diagnose Da Corrosão Em Embalagens De Aço Em Contato Com Simulantes De Alimentos**. 2019. 42p. TCC (Graduação) – Bacharel em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 2019.

DIAS, A, C, M; **Inspeção de Produto de Origem Animal Termoprocessado**. 45p. Monografia – Especialista em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2014.

FILHO, V, M; **Embalagem Metálica: Avaliação De Folhas-Deflandres Na Fabricação De Latas Expandidas A Partir Do Processo Stretching**. 130p. Dissertação – Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos. Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul. 2007.

GRAVE, M, D; SALVADOR, D, G; TEIXEIRA, V, S; SANDRI, I, G; SCIENZA, L, C; Superfície de Folhas de Flandres Tratadas com Sais de Cério: Morfologia e Comportamento Eletroquímico. In: Intercorr, 2014, Fortaleza. **Anais**. Associação Brasileira de Corrosão, 2014.

HAMMES, G; NILSON, M; SILVA, F, L; RODRIGUEZ, C, M, T; LEZANA, A, G, R; **Mapeamento dos custos de logística reversa em uma indústria de embalagens**. *Exacta*,18(3), p. 668-685, jul./set. 2020.

HANSEN, M, F; **Avaliação dos Processos de Oxidação em Cervejas Tipo Pilsen**. 38p. TCC – Graduação em Química Industrial, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.

LANDIM, E, S; **Ferramenta Para Análise Do Custo Do Produto Produzido (Cpp) Em Uma Empresa Do Ramo Industrial Metalgráfico**. 53p. TCC – Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2006.

MARQUES, A, J, S; **Plano de validação do Processo de Soldadura em embalagens Metálicas na Colep**. 104p. Dissertação de Mestrado – Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal. 2012.

MENEZES, E, R; **Aplicação Da Metodologia De Troca Rápida De Ferramenta Em Uma Empresa Produtora De Embalagens Metálicas**. 2010. 64p. TCC (Graduação) – Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/35636>. Acesso em: 5 de abril de 2022.

MOREIRA, Assis. Globalização ‘Lowcost’ Acabou e Custo Para Empresas Vai Subir, diz Professor do IMD. **Valor Econômico – Globo**. Genebra, 4 de nov. de 2021. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2021/11/04/globalizacao-low-cost-acabou-e-custo-para-empresas-vai-subir-diz-professor-do-imd.ghtml>. Acesso em jan. 2022.

VASCONCELOS, M, M, C, R, P; **Estratégias Low Cost Como Forma De Melhorar A Competitividade – Um Caso Na Indústria Automóvel**. Dissertação (Mestrado em Ciências Empresariais) – Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, p. 38. 2012.

SEGATTO, A, P; PINTO, K, C, R; CANESIN, R; **A Inovação Tecnológica E A Abordagem De Desenvolvimento Organizacional Em Uma Empresa De Embalagens Metálicas**. 1998. III SEMEAD.

SILVA, A, C, F; **Sustentabilidade: Reciclagem De Embalagens E Logística Reversa.** 2021. 37p. TCC (Graduação) - Bacharel em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Paulo, São José dos Campos. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/60658>. Acesso em: 13 de março de 2022.

SILVA, L, H; **Embalagens Para Alimentos.** 194p. Pró-Reitoria de Graduação, Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 2013.