

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RAFAEL MARTINS SILVA
SABRINA DA SILVA RAMOS**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO
DE REFUGO EM UM PROCESSO DE LITOGRAFIA**

**VOLTA REDONDA
2020**

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO
DE REFUGO EM UM PROCESSO DE LITOGRAFIA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Alunos:

Rafael Martins da Silva

Sabrina da Silva Ramos

Orientadora:

Prof.^a Dra. Janaina da Costa Pereira Torres
de Oliveira

VOLTA REDONDA

2020



Fundação Oswaldo Aranha



FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO DE REFUGO EM UM PROCESSO DE LITOGRAFIA**

Elaborado por Rafael Martins Silva - Matrícula: 201611175 e Sabrina da Silva Ramos - Matrícula: 201610653, foi apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora via Plataforma *Microsoft Teams*, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia de Produção.

Aprovada em 23 de novembro de 2020.

Banca Avaliadora:

.....
Professor(a) Orientador(a)
Prof.ª Dr.ª Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira, UniFOA

.....
Professor(a) Avaliador(a)
Prof.ª Dr.ª Shimeni Baptista Ribeiro Daer, UniFOA

.....
Professor(a) Avaliador(a)
Prof. Dr. Bruno Chaboli Gambarato, UniFOA

DEDICATÓRIA

Dedicamos esta Monografia à nossa orientadora por compartilhar conhecimentos e experiências conosco e aos mestres que nos acompanharam nesses cinco anos.

A família e aos amigos adquiridos ao longo do curso por sempre nos apoiar e incentivar a alcançar nossos objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Deus, aos nossos familiares que sempre estiveram conosco e aos nossos amigos que compartilharam momentos gratificantes ao nosso lado. Agradecemos, em especial, à nossa orientadora Prof.^a Dra. Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira foi essencial para a conclusão desse trabalho e também aos técnicos e a todo corpo docente do curso de Engenharia de Produção do UniFOA que sempre estiveram à disposição para nos auxiliar em todos os momentos.

RESUMO

Nos dias atuais, observa-se um grande crescimento na procura de embalagens recicláveis. Como o aço é um material 100 % reciclável, todo o processo ligado a ele é uma ótima oportunidade para o estudo de redução de refugo. O processamento do aço gera uma elevada quantidade de refugo que torna o processo dispendioso e poluente. Dessa forma este estudo teve como objetivo mapear os principais refugos do processo produtivo de uma empresa de embalagem metálica de aço localizada no estado do Rio de Janeiro propondo ações de melhoria. Esta empresa trabalha com o corte, litografia, envernizamento e estampagem de embalagens metálicas, e como não possui um controle eficaz de suas perdas, apresenta custos elevados com o processo. No desenvolvimento deste estudo foi utilizado o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Action*) em concomitância com outras ferramentas da qualidade. Durante o processo foi identificado o refugo de folhas com barba como o de maior índice de refugo, 25,9 %, o que representa uma perda de faturamento de aproximadamente R\$ 370.000,00 ao ano. Por meio do diagrama de causa e efeito foram indicadas as causas prováveis, e dentre essas foram definidas quatro causas principais, esquadro travando, folhas abauladas, falta de treinamento e pinças desreguladas. O método dos 5 Porquês foi utilizado para encontrar a causa raiz das principais causas, na qual, foi construído um plano de ação fim de mitigar ou eliminá-lo.

Palavras-chave: Impressão *offset*. Embalagem metálica. Folha de flandres.

ABSTRACT

Nowadays, there is a great growth in demand for recyclable packaging. As steel is a 100 % recyclable material, the whole process connected to it is a great opportunity for the scrap reduction study. The processing of steel generates a high amount of scrap which makes the process costly and polluting. Thus, this study aimed to map the main scrap from the production process of a steel packaging company located in the state of Rio de Janeiro, proposing improvement actions. This company works with the cutting, lithography, varnishing and stamping of metal packaging, and as it does not have an effective control of its losses, it presents high costs with the process. In the development of this study the PDCA cycle (Plan, Do, Check and Action) was used in concomitance with other quality tools. During the process, the scrap of bearded leaves was identified as the one with the highest scrap rate, 25,9 %, which represents a loss of invoicing of approximately R\$ 370.000,00 per year. Through the cause and effect diagram the probable causes were indicated, and among these four main causes were defined, blocking square, bulging leaves, lack of training and unregulated clamps. The method of the 5 Why was used to find the root cause of the main causes, in which an action plan was constructed in order to mitigate or eliminate it.

Keywords: Offset printing. Metallic packaging. Tinfoil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de produção do aço.....	15
Figura 2: Participação dos consumidores no produto final	17
Figura 3: Sequência de produção da folha de flandres	18
Figura 4: O processo de laminação (especificamente, laminação de planos)	19
Figura 5: Estrutura do revestimento da folha de flandres	20
Figura 6: Desenho esquemático em que uma folha de aço é revestida com uma fina camada de estanho por um processo eletrolítico em uma célula de estanhamento vertical	21
Figura 7: Estrutura do revestimento da folha cromada.....	23
Figura 8: Desenho esquemático de uma impressora <i>offset</i>	25
Figura 9: Gravadora de chapas <i>offset</i> – Chapa para impressão <i>offset</i> no interior de uma máquina do sistema <i>computer-to-plate</i> , antes do processamento.....	26
Figura 10: Fases do ciclo PDCA	29
Figura 11: Diagrama de causa e efeito	31
Figura 12: Desenho esquemático dos 5 Porquês.....	32
Figura 13: Etapas do desenvolvimento do estudo.....	34
Figura 14: Refugo folha com barda após impressão <i>offset</i>	38
Figura 15: Diagrama de causa e efeito do problema: folhas com barba	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Especificação do 5W1H	33
Quadro 2: 5 Porquês do problema – Esquadro travando	39
Quadro 3: 5 Porquês do problema – Folhas abauladas	40
Quadro 4: 5 Porquês do problema – Falta de treinamento.....	40
Quadro 5: 5 Porquês do problema – Pinças desreguladas	40
Quadro 6: 5W1H do problema – Esquadro travando.....	41
Quadro 7: 5W1H do problema – Folhas abauladas.....	41
Quadro 8: 5W1H do problema – Falta de treinamento.....	42
Quadro 9: 5W1H do problema – Pinças desreguladas.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Porcentagem máxima de cada elemento na composição do aço base	16
Tabela 2: Massa do revestimento normal em folhas de flandres eletrolíticas	22
Tabela 3: Características da folha de flandres	22
Tabela 4: Massa de revestimento para folhas cromadas para cada face	23
Tabela 5: Quantidade de refugo no processo litográfico na indústria de embalagens metálicas	27
Tabela 6: Refugos apresentados de julho de 2019 a junho de 2020	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Exemplo de diagrama de Pareto	30
Gráfico 2: Diagrama de Pareto dos refugos no período de julho de 2019 a junho de 2020 ..	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema abordado	14
1.2 Justificativa	14
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Geral.....	14
1.3.2 Específicos	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Produção da matéria prima	15
2.1.1 Folha de flandres	19
2.1.2 Folha cromada	22
2.1.3 Folha não revestida.....	24
2.2 Embalagem metálica	24
2.2.1 O processo de impressão <i>offset</i>	25
2.2.2 Principais refugos	26
2.3 Ferramentas da Gestão da Qualidade	27
2.3.1 Ciclo PDCA.....	28
2.3.2 Diagrama de Pareto	29
2.3.3 Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)	31
2.3.4 Método dos 5 Porquês	32
2.3.5 5W1H.....	32
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	33
4 ESTUDO DE CASO	35
4.1 Planejamento	35
4.2 Coleta de dados	35
4.3 Análise dos dados	36
5 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Devido a um extenso crescimento populacional e a urbanização crescente no planeta, o consumo de produtos industrializados aumentou significativamente, assim como o resíduo gerado como resultado de um processo produtivo massivo que demonstra de uma forma negativa um grande consumismo desenfreado da sociedade (MELLO; SATHLER, 2015).

Todo esse consumo excessivo gera resíduos provenientes das embalagens que ocasiona um impacto severo ao meio ambiente ao serem descartadas erroneamente. No caso das embalagens plásticas, o material descartado pode demorar 400 anos para a completa degradação contra 100 anos do metal (LANDIM *et al.*, 2016).

Perante um mercado cada vez mais competitivo e ecológico, as empresas estão buscando se adaptar e investir em melhorias no processo. Essa irritação da competição causa uma “pressão competitiva” que direciona as empresas para a busca de mais eficácia nas suas operações e nos procedimentos de gestão e o alto desempenho da manufatura (ANTUNES *et al.*, 2008).

Diante desta competição, a embalagem metálica é uma boa alternativa quando comparada aos polímeros, que são extremamente poluentes, pois confere uma embalagem atrativa e protetora, algo que é extremamente importante no mundo atual.

“A embalagem é ‘um’ item obrigatório nos produtos de consumo. Explorar ao máximo seu potencial é o melhor negócio que uma empresa pode fazer hoje em dia, sobretudo porque para o consumidor a embalagem é o produto” (MESTRINER, 2002, p.18).

Uma vez que a embalagem confere ao produto a sua identidade, a atratividade e a resistência conferida ao produto, pode ser um diferencial na escolha da compra.

O objetivo principal das embalagens metálicas é proteger de ações físicas, químicas e biológicas o alimento a ser comercializado. A resistência mecânica e a

resistência a corrosão são propriedades essenciais das embalagens metálicas, porém o produto enlatado deve ser adequadamente conservado para evitar alterações na cor e no sabor do alimento (BARÃO, 2011).

Explorando essa parte de embalagens metálicas e com base nos princípios das ferramentas da qualidade, o objetivo desse estudo é encontrar as principais causas que geraram as maiores perdas por refugo no processo litográfico elaborando um plano de ação a fim de reduzi-las.

1.1 Problema abordado

Como reduzir o percentual de refugo no processo de litografia de uma empresa fabricante de embalagens metálicas, a fim de aumentar sua lucratividade?

1.2 Justificativa

Este estudo se justificativa devido à necessidade que as empresas de embalagens metálicas têm em utilizar 100 % da matéria prima no processo de litografia e na dificuldade encontrada em controlar a geração de refugos neste processo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Elevar o rendimento metálico do processo de litografia em uma empresa metalgráfica, aplicando o método PDCA junto com outras ferramentas da qualidade, reduzindo o refugo.

1.3.2 Específicos

- Aplicar o método PDCA no processo de litografia.
- Aplicar as ferramentas da qualidade, diagrama de Pareto, diagrama de causa

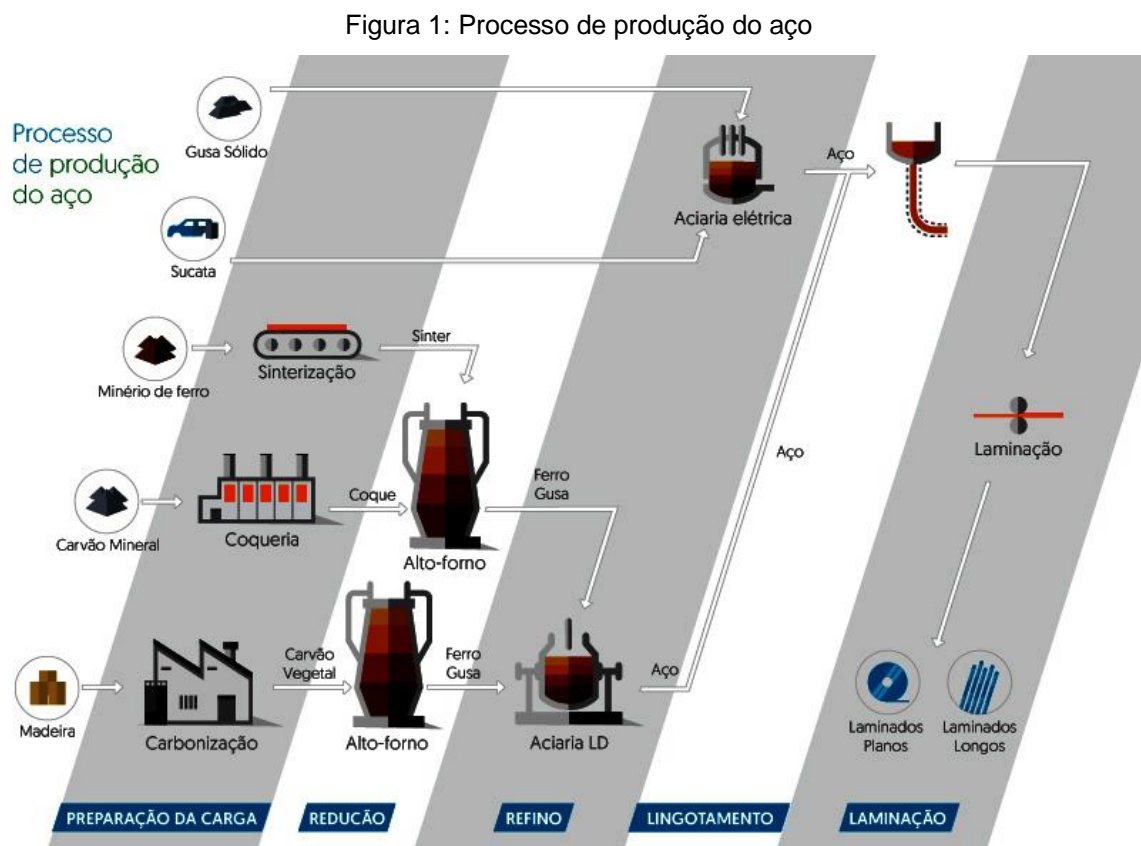
e efeito e os 5 Porquês.

- Construir o plano de ação baseado na ferramenta 5W1H.
- Propor ações para a redução do refugo no processo de litografia.
- Desenvolver estratégias para construir uma mentalidade de melhoria contínua baseada no método PDCA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção da matéria prima

O processo de produção do aço para uso em embalagens metálicas é composto pelas etapas demonstradas na Figura 1.



Fonte: Instituto Aço Brasil (IABR, 2018)

É importante frisar que o processo de redução e refino implementam a composição química do aço base, o qual é responsável por algumas propriedades

conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Porcentagem máxima de cada elemento na composição do aço base

Elemento	Tipo D	Tipo L	Tipo MC	Tipo MR
Carbono	0,12	0,13	0,13	0,13
Magnésio	0,60	0,70	0,60	0,60
Fósforo	0,02	0,015	0,15	0,02
Enxofre	0,05	0,05	0,05	0,05
Silício	0,02	0,01	0,01	0,01
Cobre	0,20	0,06	0,20	0,20
Níquel	-	0,04	-	-
Cromo	-	0,06	-	-
Molibdênio	-	0,05	-	-
Outros	-	0,02	-	-

Fonte: NBR NM 42 (ABNT, 2014)

A seguir estão descritos os tipos de cada aço utilizado na embalagem metálica, segundo a NBR NM 42 (ABNT, 2014):

Aços tipo D – metal base de aço resistente ao envelhecimento, acalmado com alumínio e tratado para adquirir excelentes características de embutimento. É usado principalmente para partes submetidas a embutimento muito profundo e para aplicações em que seja necessário evitar a formação de estrias e de marca superficiais ao deformar-se, ou onde sejam exigidas propriedades direcionais especiais.

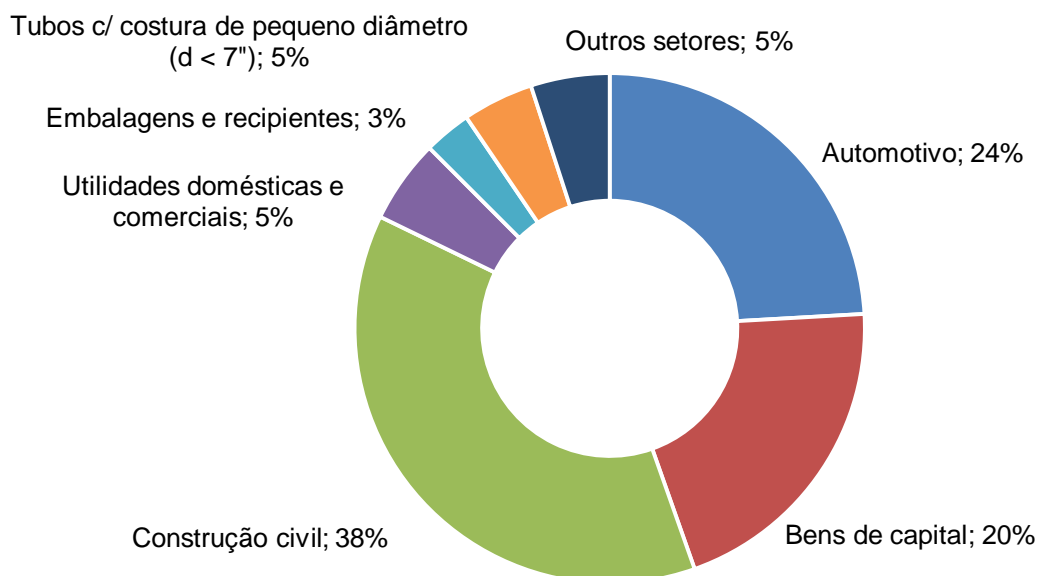
Aços tipo L – metal base de aço baixo em metaloides e elementos residuais que são selecionados frequentemente para a folha de flandres destinada a latas de produtos alimentícios fortemente corrosivos. Os elementos residuais como fósforo, silício, cobre, níquel, cromo e molibdênio são restritos aos limites mínimos praticamente possíveis.

Aços tipo MC – metal base de aço fosforizado para aumentar a resistência mecânica e corrosão. Destina-se a produtos pouco agressivos.

Aços tipo MR – metal base de aço, similar em teor de metaloides ao tipo L, mas com menos restrições quanto ao teor de elementos residuais como cobre, níquel e cromo, entretanto, o fósforo se mantém em nível baixo. É usado para maioria das aplicações de folhas de flandres para enlatar alimento moderadamente corrosivos.

Conforme apresentado na Figura 2, o percentual de aço, utilizado para embalagens metálicas no ano de 2019 correspondeu a 3 % do total. Em nossa sociedade moderna é impossível imaginar o mundo sem o aço, ele está presente em nossas vidas a todo instante, em um veículo, em um eletrodoméstico e em vários itens de consumo (FELÍCIO, 2012).

Figura 2: Participação dos consumidores no produto final

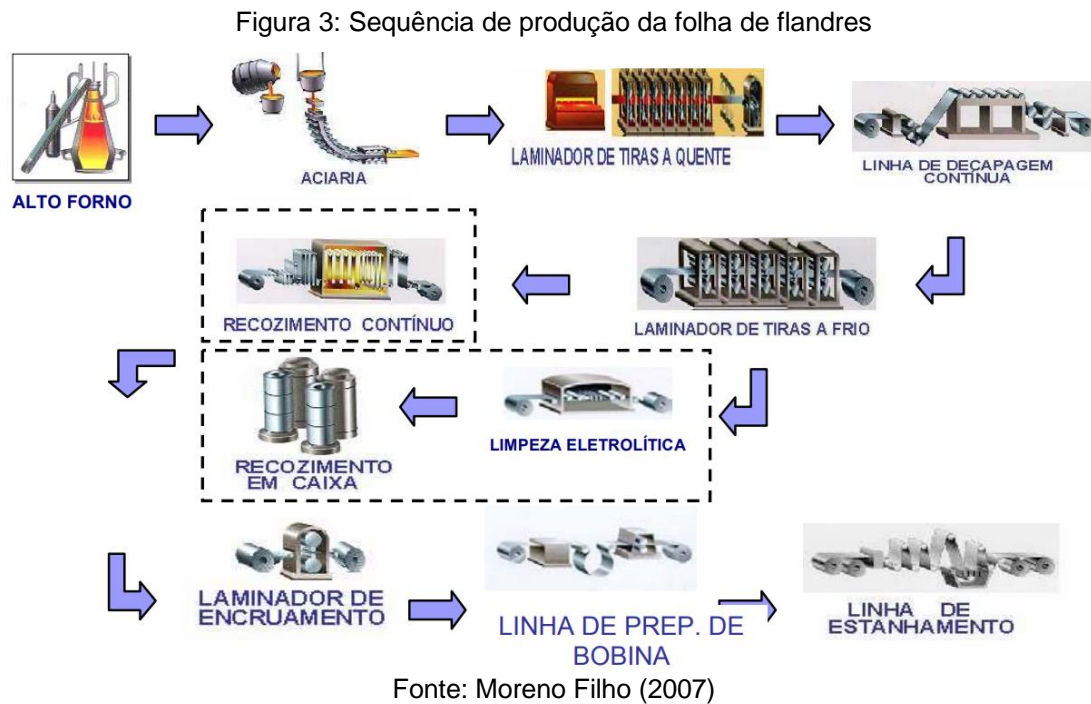


Fonte: Instituto Aço Brasil (IABR, 2020)

Classicamente, o aço é definido como uma liga ferro-carbono contendo geralmente 0,008 % até cerca de 2,11 %, em massa, de carbono (CHIAVERINI, 1998). Ele surgiu após o século XIV com desenvolvimento de fornos capazes de reduzir o óxido de ferro a ferro metálico permitindo corrigir as impurezas do ferro e adicionar propriedades como resistência ao desgaste, ao impacto, à corrosão, entre outros (SILVA; MEI, 2010).

A matéria prima destinada a produção de embalagens metálicas de aço é

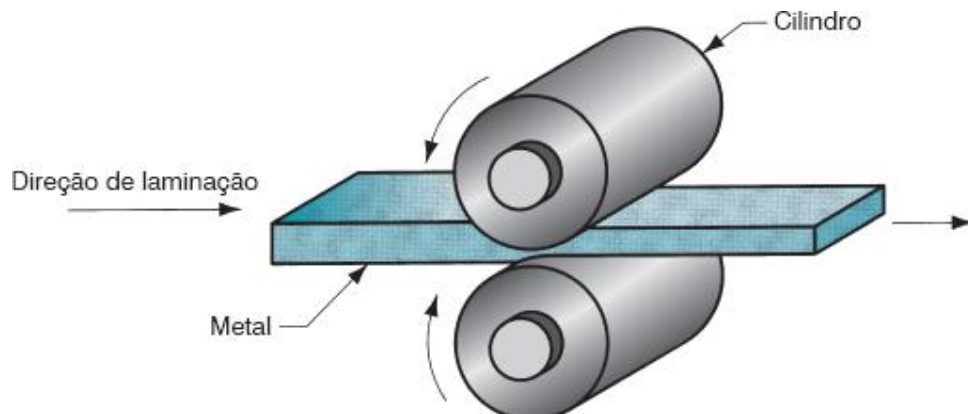
fornecida no formato de folha ou bobina, obtidas a partir do processo de conformação mecânica, isto é, laminação à quente e laminação a frio, conforme pode ser visto na Figura 3.



A espessura final da folha metálica é inicialmente reduzida na laminação a quente, continuando na laminação a frio e finalizando na laminação de encruamento, o processo de laminação atua diretamente nas propriedades mecânicas do material.

O processo de laminação consiste em conformar um metal reduzindo sua espessura por esforços compressivos exercidos por meio de dois cilindros. Conforme demonstrado na Figura 4, os cilindros giram para puxar e, ao mesmo tempo, comprimir o metal que está compreendido entre eles.

Figura 4: O processo de laminação (especificamente, laminação de planos)



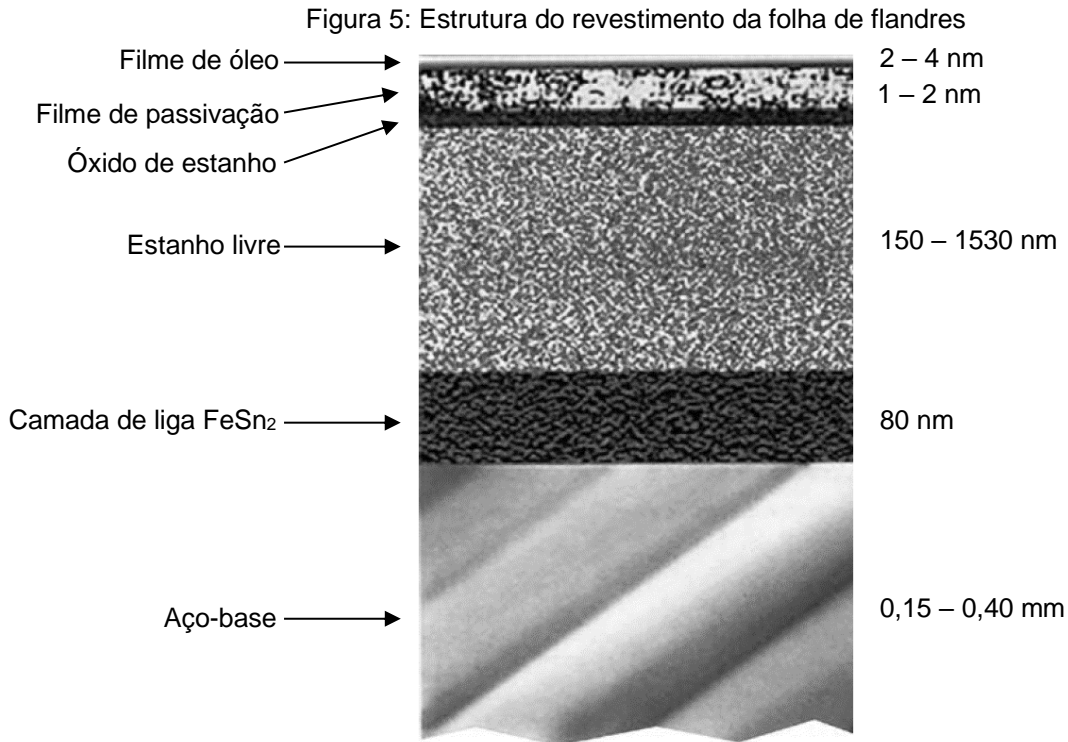
Fonte: Groover (2014)

2.1.1 Folha de flandres

Segundo a NBR 6665 (ABNT, 2014, p. 3), a folha de flandres é uma “folha laminada de aço-carbono, revestida em ambas as faces com estanho, pelo processo de eletrodeposição e passivação em compostos de cromo”. A lata em folha de flandres apresenta vantagens de uso tais como baixo peso, hermeticidade, opacidade, boa resistência mecânica, praticidade, conveniência de transporte e utilização pelo consumidor, e também se destaca pela fácil reciclagem e custo. Apesar do uso crescente de outros materiais na embalagem de alimento a folha de flandres continua sendo o produto mais utilizado no setor de embalagem metálica (FELIPE, 2008).

A folha de flandres (FF), ou *tinplate* é o material ferroso mais usado na fabricação de latas de conserva. Trata-se de um material heterogêneo de estrutura estratificada, constituída por uma chapa de aço (liga de ferro com baixo teor de carbono), revestida por estanho em ambas as faces (2,8 - 11,2 g/m²) e com espessura entre 0,15 e 0,40 mm (JORGE, 2013, p. 32).

Jorge (2013) afirma que o revestimento de estanho sobre a folha laminada de aço-carbono torna-a resistente a corrosão, classificada como muito boa. Conforme Figura 5, tem-se que sobre a folha laminada de aço é formada uma camada de liga FeSn₂ e sobre esta é depositado uma camada de estanho livre, recoberto por uma camada de passivação, uma fina camada de cromo metálico com óxido de cromo, e por último ela também recebe uma camada de óleo, que é útil para o manuseio e previne contra a corrosão atmosférica (JORGE, 2013).

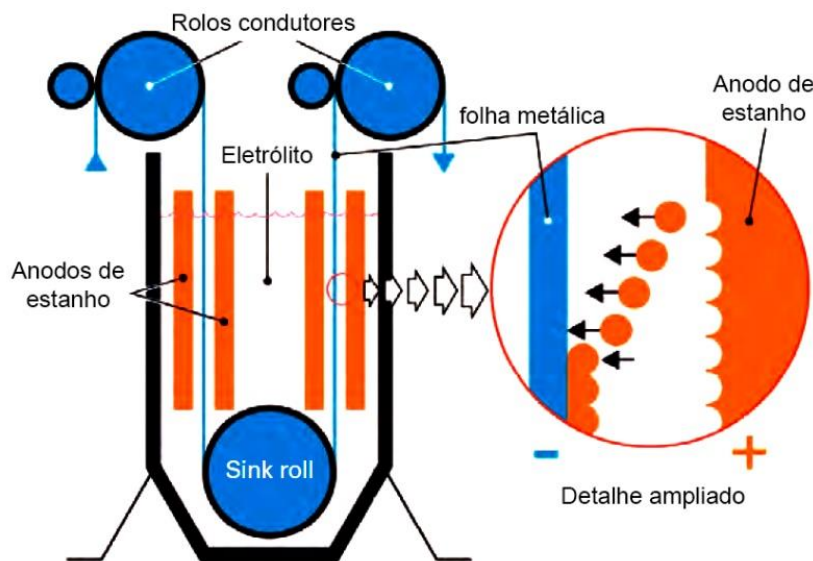


Fonte: Catálogo de folhas metálicas (CSN, 2019)

Na seção de estanhagem da Linha de Estanhamento Eletrolítico (LEE), o processo de estanhamento eletrolítico se baseia na aplicação da corrente elétrica contínua entre o anodo (barra de estanho puro) e o catodo (folha de aço) fazendo com que haja liberação íons estanhosos (Sn^{++}) do anodo, proporcional a Lei de Faraday, que movem através de uma solução ácida (H_2SO_4) sendo reduzidos na folha metálica a estanho metálico (Sn^0), as reações são demonstradas nas Equações 1 e 2 (SARKIS, 2006). A Figura 6 apresenta um processo de estanhamento eletrolítico.



Figura 6: Desenho esquemático em que uma folha de aço é revestida com uma fina camada de estanho por um processo eletrolítico em uma célula de estanhamento vertical



Fonte: Adaptado SMS Group (2015)

Após o processo de eletrodeposição vem o processo de fusão que forma a liga de ferro e estanho (FeSn_2) seguido de um resfriamento brusco, após a fusão vem a seção de tratamento eletroquímico que tem por finalidade reduzir a formação de óxidos de estanho depositando um filme de óxido de cromo estável de forma controlada na superfície da folha, protegendo-a contra corrosão e corrigindo as porosidades. As reações de passivação envolvidas são demonstradas nas Equações 3 e 4.



A última etapa na fabricação da folha de flandres é destinada à aplicação de um filme fino de óleo em ambos os lados da folha em uma oleadeira eletrostática, para evitar abrasões na folha durante o restante do processamento e no manuseio no cliente.

A Tabela 2 apresenta as especificações das folhas de flandres com revestimento normal, produzidas no mercado nacional. A letra E significa eletrolítico e os números separados por barra representam a camada de estanho em g/m^2 , em cada face.

Tabela 2: Massa do revestimento normal em folhas de flandres eletrolíticas

Código	Revestimento Normal (g/m ²)		Revestimento mínimo (g/m ²)
	Por face	Total	Total
E 2,8/2,8	2,8	5,6	4,9
E 5,6/5,6	5,6	11,2	10,5
E 8,4/8,4	8,4	16,8	15,7
E 11,2/11,2	11,2	22,4	20,2

Fonte: Adaptado da NBR 6665 (2014)

A espessura da folha varia de 0,15 a 0,38 mm, podendo ser de simples ou dupla redução, conforme aplicação ou solicitação do cliente. Na Tabela 3 estão apresentadas as principais características da folha de flandres, que a tornam atraente para o uso em embalagens metálicas.

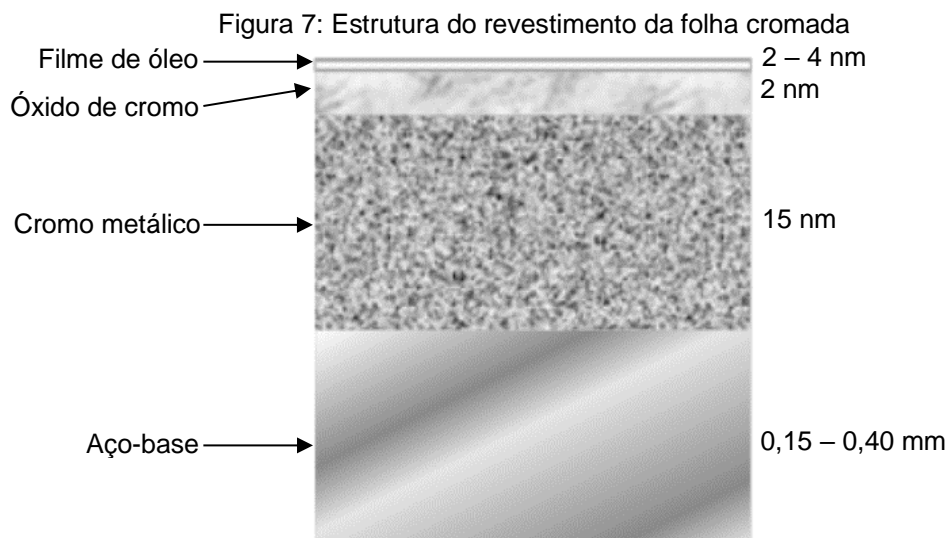
Tabela 3: Características da folha de flandres

Camadas	Espessura (µm)	Efeito	Fator Crítico
Aço	150 – 250	Resistência mecânica Resistência à corrosão	Composição química Uniformidade Rugosidade
Liga (FeSn₂)	0,07 – 0,15	Resistência à corrosão Aderência do estanho	Estrutura
Estanho livre	0,08 – 1,5	Resistência à corrosão	Espessura uniforme Porosidade Tamanho do grão
Passivação	0,02	Aderência ao verniz Resistência à sulfuração Resistência à corrosão	Composição Espessura
Óleo	0,0005	Proteção contra ação atmosférica	Tipo Compatibilidade Quantidade Distribuição

Fonte: Poças, Selbourne e Delgado (2003)

2.1.2 Folha cromada

Folha cromada é uma folha laminada de aço-carbono revestido em ambas as partes da face contendo revestimento de proteção com cromo de metal e óxido de cromo pelo desenvolvimento de eletrodeposição. A Figura 7 apresenta a estrutura do revestimento na folha cromada.



Fonte: Catálogo de folhas metálicas (CSN, 2019)

No processo de eletrodeposição de cromo metálico sobre a folha de aço em ambas as faces se realiza pela passagem da corrente elétrica em uma solução eletrolítica composta por óxido de cromo (CrO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4) mais aditivos (SOUZA, 2006).

A massa de cobertura de óxido de cromo e cromo metálico deve ser expressa em miligramas por metro quadrado. Já no revestimento das folhas cromadas, o ácido crômico deve ser usado e ter a pureza superior a 97,0 %. Na Tabela 4, a tolerância especificada é dada.

Tabela 4: Massa de revestimento para folhas cromadas para cada face

Item	Média mínima	Média máxima
Cromo metálico	50	140
Óxido de cromo	5	15

Fonte: NBR 6665 (ABNT, 2014)

Conforme a norma NBR 6665 (ABNT, 2014) no revestimento de cromo, o cromo total é obtido quando se soma os valores das camadas de óxido de cromo e cromo metálico.

As principais características da folha cromada são: boa aderência a vernizes; resistente à corrosão atmosférica; resistente à sulfuração superficial; resistente à temperatura superior a 32°C ; e custo inferior a folha de flandres.

2.1.3 Folha não revestida

A norma NBR 6665 (ABNT, 2014) afirma que a folha não revestida é considerada uma folha de aço-carbono que não contém revestimento de proteção, usualmente oleada e não contendo mais nenhum tratamento. Segundo Jorge (2013, p. 41) “a principal vantagem da folha não revestida é o seu baixo custo, enquanto as principais desvantagens são a baixa resistência à corrosão, a necessidade de se envernizar as duas faces e a não soldabilidade à liga”. Vale ressaltar que, conforme a legislação brasileira, o uso de folha não revestida só é permitido em produtos alimentícios desidratados, tipo leite em pó e farinhas, e em óleos comestíveis, cuja interação com o material de embalagem é praticamente nula.

2.2 Embalagem metálica

Dentre as várias embalagens existentes, as embalagens de aço têm comandado nos últimos vinte anos as áreas do mercado em que elas estão atualmente. Porém, a embalagem de aço sofreu perdas em algumas áreas, como por exemplo no setor de bebidas carbonatadas, nos quais foram adicionadas possibilidades para o envasador, e por consequência, para o consumidor final.

A escolha do material usado na embalagem caracteriza-se de diversas formas, como por determinação específica de cada país, de acordo com o desenvolvimento, com a condição socioeconômica da população, cultura, costumes da região, diretrizes relacionadas ao meio ambiente sobre preservação, matéria-prima mais comum de cada país e pelo avanço tecnológico. As variadas áreas de embalagem têm mostrado muitos desenvolvimentos tecnológicos tendo em vista o acréscimo das propriedades da embalagem, para o mais correto atendimento das especificações de proteção das bebidas e da preferência dos consumidores (PRIA, 2000).

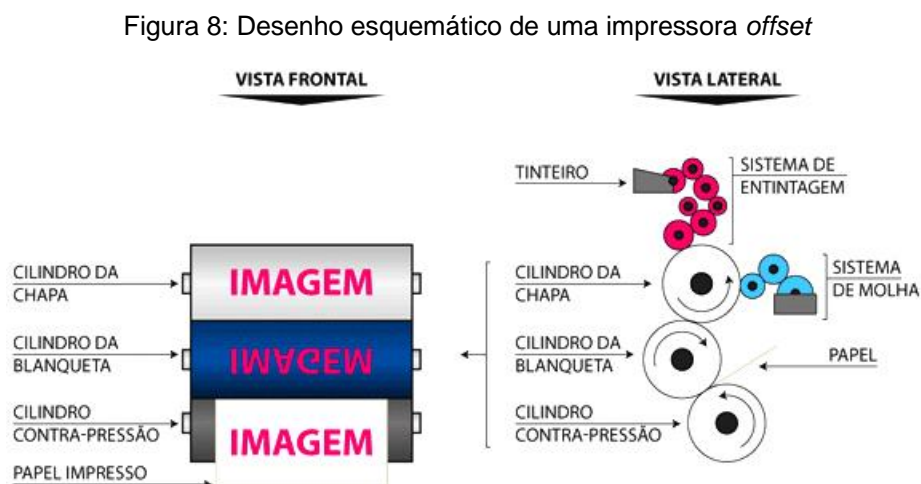
As embalagens metálicas para alimentos são classificadas em dois tipos: as embalagens de duas peças, que o fundo e o corpo são uma peça única vindo com a tampa, elas podem ser compostas de folhas de flandres, folha de alumínio e folha cromada. Já as embalagens de três peças, são formadas com corpo, tampa e fundo, são frequentemente feitas em folha de flandres (JORGE, 2013).

2.2.1 O processo de impressão *offset*

O sistema *offset* é atualmente o mais usado na reprodução gráfica de impressos, tanto para embalagens como para impressos publicitários e editoriais. Ele permite flexibilidade de imagens, agilidade e qualidade final, quanto a tiragem (número de cópias) é o melhor sistema de impressão. As máquinas para impressão *offset* produzem de 4 mil a 15 mil impressos por hora, quando a alimentação é folha a folha (impressão plana), e de 30 a 45 mil cópias por hora, quando a alimentação é por bobina, impressão rotativa (COLLARO, 2012).

A impressão *offset* é a principal tecnologia litográfica. É uma tecnologia litográfica indireta, na qual a tinta é primeira transferida da placa de impressão para um portador intermediário flexível – a blanqueta – e então transferida para a folha, metálica ou de papel (KIPPHAN, 2001).

Na impressão *offset* ocorre a passagem de tinta do cilindro da matriz (chapa) para outro cilindro da blanqueta (de borracha), que recebe a tinta, e esse cilindro transfere a tinta através de pressão mecânica para o folha metálica, demonstrado no desenho esquemático da Figura 8. O que caracteriza e faz funcionar o processo é a adição de solução de molha à chapa, produzindo o afastamento da tinta das zonas que não imprimem, pois a tinta e a água são naturalmente opostas, isto é, não se misturam, possibilitando a passagem da zona de grafismo para o cilindro da blanqueta que, por sua vez, vai imprimir no suporte (SILVA, 2011).



Fonte: Máquinas *offset* (2020)

Segundo Barbosa *et al.* (2009), o processo de impressão pode ser dividido nas seguintes etapas: pré-impressão, impressão e pós-impressão. A pré-impressão representa o início do processo gráfico e inclui uma sequência de operações que permitem a passagem da arte a ser impressa do seu original para o portador de imagem, também conhecido como forma (BARBOSA *et al.*, 2009). Na Figura 9 podemos observar uma impressora *offset*.

Figura 9: Gravadora de chapas *offset* – Chapa para impressão *offset* no interior de uma máquina do sistema *computer-to-plate*, antes do processamento



Fonte: Barbosa *et al.*, (2009)

Ainda Barbosa *et al.* (2009), define a impressora *offset* como chapa para impressão *offset* no interior de uma máquina do sistema *computer-to-plate*, antes do processamento.

A impressão é a principal etapa da indústria gráfica e consiste na transferência da imagem, contida na forma, para um substrato. Cada um destes sistemas de impressão possui um método de pré-impressão específico.

A terceira e última etapa do processo gráfico é a pós-impressão. Consiste no acabamento dos produtos impressos, de acordo com sua logística e os requisitos definidos pelo cliente. As operações de acabamento têm como finalidade criar, realçar e preservar as qualidades táteis e visuais do produto, bem como determinar seu formato/dimensões e viabilizar sua finalidade (BARBOSA *et al.*, 2009).

2.2.2 Principais refugos

A indústria de artes gráficas prefere controlar as operações por métodos mais empíricos do que científicos, o impressor ao enfrentar os numerosos pequenos problemas cotidianos e carecendo de cientistas ou engenheiros recorre tradicionalmente a soluções empíricas para resolvê-los. Essa falta de tratamento científico acaba ocasionando alguns problemas nas máquinas, como desgastes de peças, erros por parte do colaborador que acaba tornando rotineiro, o uso inadequado de ferramentas, desperdício da matéria prima (JURAN; GRAYNA, JR.; BINGHAM, JR., 2005).

Com um departamento de controle da qualidade, conseguimos converter os métodos empíricos em métodos científicos para um melhor controle desses problemas (JURAN; GRAYNA, JR.; BINGHAM, JR., 2005). Em sua pesquisa Martins (2011) utilizando a folha de verificação para identificar e quantificar as perdas em um processo de litografia em uma indústria de embalagens metálicas relacionou os refugos apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Quantidade de refugo no processo litográfico na indústria de embalagens metálicas

Refugo	1º Dia	2º Dia	3º Dia	Total
Mancha de impressão	4	3	7	14
Desencaixes nos dizeres	6	6	4	16
Tonalidade fora do padrão	10	7	8	25
Camada baixa de esmalte	-	-	-	0
Tinta na reserva	2	-	1	3
Esmalte na reserva	-	-	-	0

Fonte: Adaptado de Martins (2011)

2.3 Ferramentas da Gestão da Qualidade

Qualquer ocorrência que fuja das condições normais de operação de um processo é uma anomalia e precisa ser eliminada através de uma ação corretiva. Anomalia é definida como:

“São quebras de equipamento, qualquer tipo de manutenção corretiva, defeitos em produto, refugos, retrabalhos, insumos fora da especificação, reclamações de clientes, vazamentos de qualquer natureza, paradas de

produção por qualquer motivo, atrasos nas compras, erros em faturas, erros de previsão de vendas, etc. Em outras palavras: são todos os eventos que fogem do normal” (CAMPOS, 2013. p. 26).

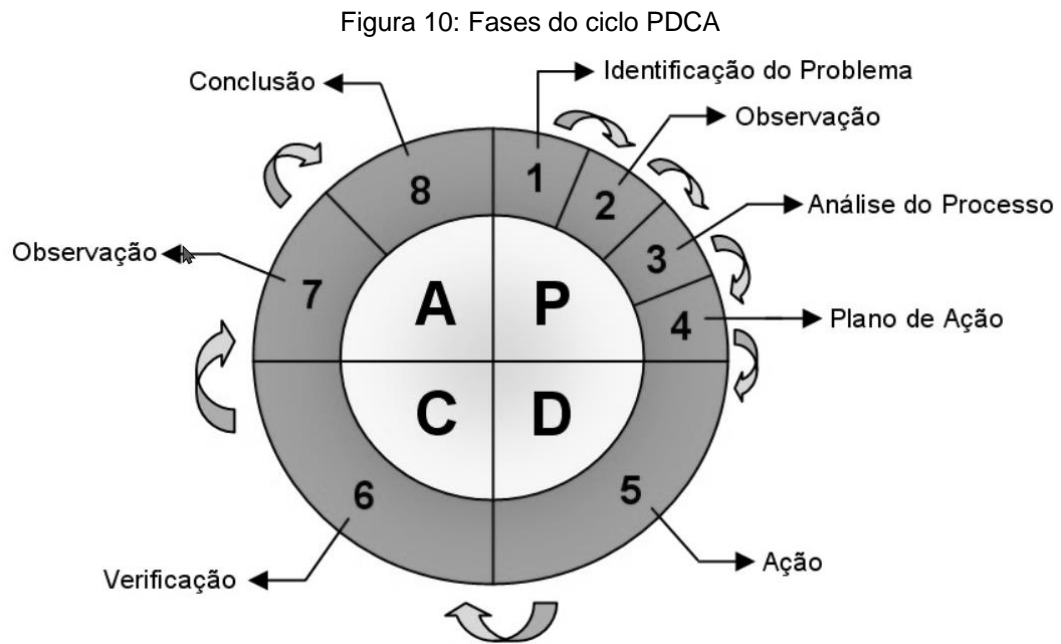
As anomalias consomem tempo dos colaboradores da empresa, não importa a posição que ocupa, isto é, o tempo que deveria ser aplicado em atingir metas e produzir crescimento é gasto em solucionar problemas. Portanto, para que essas anomalias não ocorram existem ferramentas da qualidade que ajudam no controle de um determinado processo, que se empregada corretamente, auxiliam a resolver problemas ou aumentar a eficácia do processo, bem como detectar problemas, suas causas e chegar a uma solução, possibilitando melhorias no processo (SANTOS; SILVA NETO; RODRIGUES, 2014).

Além disso, as ferramentas da gestão da qualidade concedem que o empreendedor examine a incapacidade e os pontos negativos de um processo ou produto em questão. Embora sejam tradicionais, podem retratar uma grande mudança na forma de atuação de sua empresa.

2.3.1 Ciclo PDCA

Essa ferramenta pode ser vista como uma grande ferramenta para os programas e processos da qualidade. Ela foi criada por Shewhart (1891-1967) na década de 20, como uma metodologia de gerenciamento da qualidade e dada a sua simplicidade pode ser utilizada em quase todos processos de uma empresa, porém só foi vista e considerada depois de Deming (1900-1993), que a levou para o Japão no ano de 1950, e uma das grandes características da ferramenta é a resiliência a alterações (BRITTO, 2016).

Segundo Britto (2016, p. 82) “essa metodologia consta de quatro etapas contidas em um círculo e que se inicia após a observação de alguma não conformidade (resultado indesejado)”. Esta não conformidade pode tratar uma ação preventiva, corretiva ou processos de melhoria (CAMPOS, 2004). Na Figura 10, Campos (2013) fraciona as quatro etapas do ciclo PDCA em oito fases.



A seguir estão relacionadas as etapas do ciclo PDCA conforme Deming (1990):

- Planejamento (*Plan*): estabelecer missão, visão, objetivos (metas), procedimentos e processos (metodologias) necessárias para atingir os resultados.
- Execução (*Do*): realizar, executar as atividades.
- Verificação (*Check*): monitorar e avaliar periodicamente os resultados, avaliar processos e resultados, confrontando-os com o planejado, objetivos, especificações e estado desejado, consolidando as informações, eventualmente confeccionando relatórios.
- Ação (*Action*): Agir de acordo com o avaliado e de acordo com os relatórios, eventualmente determinar e confeccionar novos planos de ação, de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, aprimorando a execução e corrigindo eventuais falhas.

2.3.2 Diagrama de Pareto

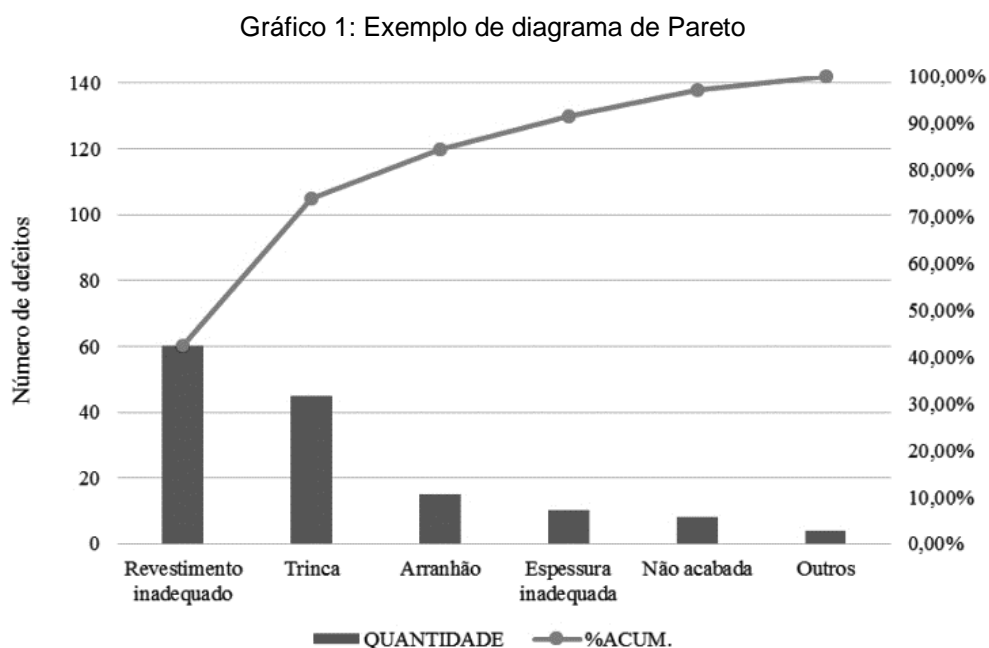
O gráfico ou diagrama de Pareto foi proposto por Joseph Juran tomando como base o princípio de Vilfredo Pareto (1843-1923), um economista que observou em seus estudos que 80 % da riqueza estava concentrada em 20 % da população,

estabelecendo uma relação 80/20, isto é, em uma organização essa relação se traduz da seguinte forma: 20 % das causas principais são responsáveis por 80 % dos problemas (BARROS; BONAFINI, 2014).

Seleme e Stadler (2012) entendem que o diagrama de Pareto permite identificar e classificar os problemas conforme seu grau de importância indicando quais deles precisam ser mitigados ou eliminados prioritariamente.

Os passos para elaborar o diagrama de Pareto são (SILVA; SILVA, 2017): levantar os dados sobre as reclamações, os defeitos e os desvios; classificar os defeitos por categoria; lançar a quantidade de defeitos por categoria; colocar em ordem de ocorrência; criar uma tabela considerando a categoria e sua quantidade e criar o gráfico com base na tabela.

De forma resumida, conforme pode ser visto na Gráfico 1, o diagrama de Pareto é a representação gráfica expressada pela estratificação e coleta de dados relativos a um problema na organização, que revelam de forma única, com o objetivo de priorizar quantitativamente os itens mais importantes. O diagrama de Pareto quando combinado ao Método de Solução de Problemas, define a solução dos problemas de forma prioritária (CAMPOS, 2004).



Fonte: Adaptado de Menezes *et al* (2017)

2.3.3 Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)

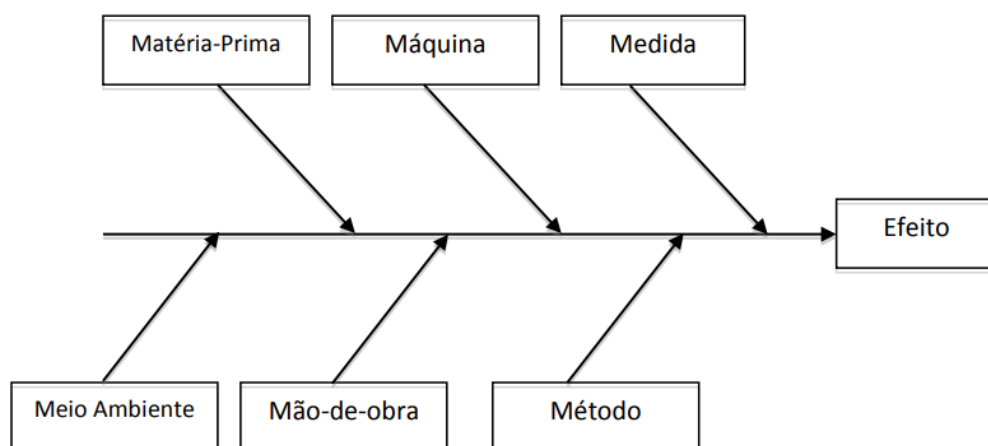
“O diagrama causa-efeito, identificado também como gráfico de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa (nome de seu criador), destina-se à análise de operações e situações típicas do processo produtivo” (PALADINI, 2019, p. 183). Kaoru Ishikawa o criador, em 1943 usava para verificação do desvio na qualidade dos produtos e processos em ambientes industriais.

O diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para representar as relações existentes entre um problema ou o efeito indesejável do resultado de um processo e todas as possíveis causas desse problema, atuando como um guia para a identificação da causa fundamental desse problema e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas (CARPINETTI, 2016 p. 82).

Por se tratar de uma ferramenta simples tornou-se uma importante ferramenta para o controle da qualidade de processos ou produtos. Maximiano (2009, p. 141) afirma que “o diagrama que tem a forma de uma espinha de peixe é um gráfico cuja finalidade é organizar o raciocínio e a discussão sobre as causas de um problema prioritário de qualidade”.

Conforme Magri (2009), o diagrama de causa e efeito é utilizado para identificar a relação entre as causas e os efeitos de um processo buscando as circunstâncias e analisado aquilo que se convencionou chamar de 6 M's: método, mão-de-obra, materiais, medidas, máquinas e meio ambiente, conforme apresentado na Figura 11.

Figura 11: Diagrama de causa e efeito

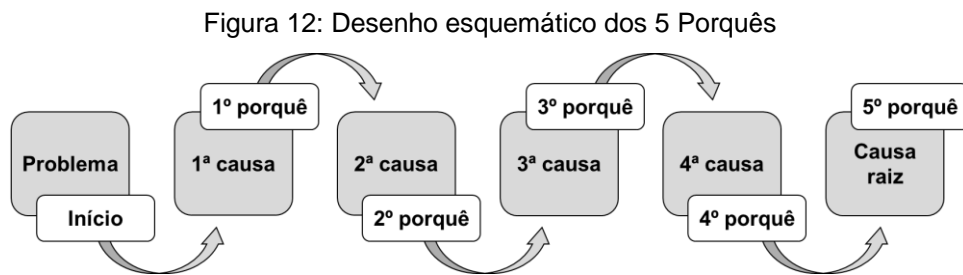


Fonte: Campos (2013)

2.3.4 Método dos 5 Porquês

O método dos “5 Porquês” originou-se na Toyota no Japão, na década de 30, e foi proposto para apoiar a identificação da causa raiz de um problema por meio de cinco porquês consecutivos de sobre o porquê ocorrem determinados eventos (OHNO, 1997).

Por se tratar de uma ferramenta de fácil aplicação, esse método é considerado uma tarefa-chave de muita importância na Toyota pois, procura encontrar as causas reais dos problemas e perdas. Ele baseia-se em perguntar repetidas vezes, cinco vezes ou mais, até que a causa raiz seja encontrada (SHINGO, 2007). Esse método pode ser visto na Figura 12.



Fonte: Adaptado de Shingo (2007)

2.3.5 5W1H

Para processos complexos e sem definição, a identificação das causas dos defeitos detectados se torna difícil. Ferreira (2013) afirma que “a partir dos dados obtidos de análises anteriores, relaciona-se as causas mais significativas (ocorrências, volume e importância) com planos de ações corretivas através da ferramenta 5W1H”.

Essa ferramenta é utilizada para auxiliar o planejamento do desdobramento de ações a fim de bloquear (eliminar, aprisionar) as causas fundamentais identificadas. Por sua simplicidade, objetividade e orientação à ação, essa ferramenta também pode ser usada na elaboração de planos de ação em: gestão de projetos, análise de negócios, elaboração de planos de negócio, planejamento estratégico e em outros

ramificações de gestão (CAMPOS, 2013).

Conforme Ferreira (2013), o objetivo básico desta ferramenta é permitir que todas as atividades que serão implementadas sejam debatidas em grupo, antes de serem oficialmente integradas no plano de ações para a solução de problemas. Ela permite identificar as origens de um problema e estipular uma iniciativa a curto, médio e longo prazo com o intuito de anular o que está a prejudicar o correto funcionamento de um processo.

Conforme Martins (2011) é considerada uma das ferramentas da qualidade mais utilizadas para o planejamento de ações corretivas para processos que já apresentam problemas, este plano de ação torna viável a execução das ações planejadas, assim de forma organizada facilita sua implementação. Cada ação deve ser enquadrada conforme a especificação desta ferramenta. No Quadro 1 tem-se o esquema básico da especificação do plano de ação.

Quadro 1: Especificação do 5W1H

WHAT	O quê?	O que deve ser feito? (etapas)
WHO	Quem?	Quem são os responsáveis pela execução?
WHERE	Onde?	Setor/local em que deve ser executado?
WHEN	Quando?	Ocasão em que deve ser executado
WHY	Por quê?	Por que deve ser executado? (justificativa)
HOW	Como?	De que maneira deve ser executada? Qual o método?

Fonte: Adaptado de Martins (2011)

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

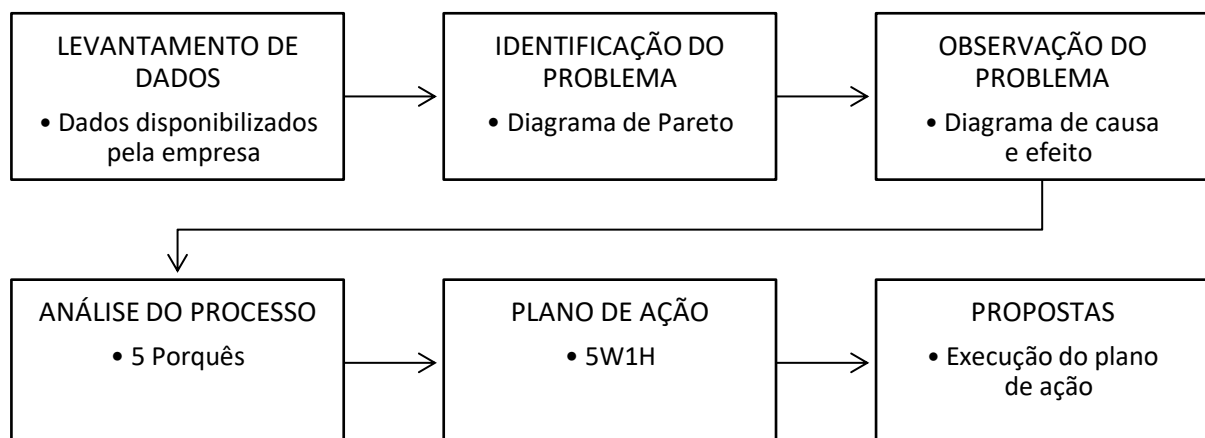
Este estudo foi desenvolvido em uma empresa de embalagens metálicas de aço, o levantamento dos dados ocorreu entre julho de 2019 a junho de 2020. As folhas metálicas utilizadas por esta empresa são bobinas de folhas de flandres, bobinas de folhas cromadas e bobinas de folhas não revestidas. A empresa disponibilizou os dados históricos e informações para que a pesquisa fosse realizada.

A abordagem desta pesquisa foi quantitativa, pois foram utilizados dados

numéricos da quantidade de refugos gerados no processo de litografia, o que possibilitou a aplicação das ferramentas da qualidade. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa quantitativa é centrada na objetividade e norteadas pelo positivismo, considerando que a realidade só pode ser compreendida por meio na análise de dados brutos. Assim, recorre à análise de dados numéricos através de procedimentos estatísticos. Quanto à natureza da pesquisa a mesma foi aplicada, pois visou gerar conhecimentos de aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos da empresa que é a proposição da redução do refugo durante o processo de litografia. Em relação ao objetivo da pesquisa a mesma foi explicativa, pois buscou identificar os fatores que provocaram a elevada quantidade de folhas refugadas durante o processo de litografia procurando explicar o porquê de sua elevada ocorrência. Gil (2018, p. 26) afirma que as pesquisas explicativas “são as que mais aprofundam o conhecimento da realidade, pois têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas”. Quanto aos procedimentos, este estudo foi considerado um estudo de caso, que visa conhecer em profundidade o como e o porquê um determinado fenômeno ocorre (YIN, 2015).

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizada a etapa do planejamento (*Plan*) do ciclo PDCA. Segundo Campos (2013), o segredo do gerenciamento é o planejamento, quanto melhor for esta etapa, melhores resultados serão alcançados. A Figura 13 apresenta as etapas do desenvolvimento deste estudo e as ferramentas utilizadas.

Figura 13: Etapas do desenvolvimento do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

4 ESTUDO DE CASO

O presente estudo foi estruturado em uma empresa de embalagens metálicas de aço, especializada em corte de bobinas, envernizamento, litografia e transporte de folhas metálicas que tem como referência uma rigorosa política de qualidade e eficiência e possui como principal meta a satisfação do cliente e engloba grandes fornecedores de alimentos enlatados, galões de tintas e produtos químicos.

A empresa busca sempre estar investindo em tecnologia, como a recente compra de uma câmera de alta performance para uma inspeção rígida e inteligente do processo, a capacitação e treinamento dos colaboradores também são preocupação da empresa, garantindo uma mão de obra qualificada e eficiente.

O uso de sistemas de gestão integrado ERP garante um melhor controle do processo e possibilita em tempo real o monitoramento e a melhoria contínua do processo, para isso a empresa possui um robusto *Data Center* e equipe especializada em Tecnologia da Informação para o suporte.

4.1 Planejamento

Primeiramente, nesta etapa foi determinado o objetivo para a elaboração do estudo. O objetivo foi estabelecer o refugo crítico da operação e elaborar um plano de ação para o controle, garantindo assim uma produção mais enxuta em relação a quantidade de refugos.

Para encontrar o refugo crítico, foram analisados os meios disponíveis para a obtenção dos dados e, através disto, foi verificado que a empresa estudada possuía um *software* de gestão ERP (*Enterprise Resource Planning*) que, através de sensores contabilizava em tempo real a quantidade de folhas processadas nas máquinas de litografia (impressora *offset*), todos os dados que são coletados pelo *software* são conectados com o banco de dados da empresa, o que auxiliou no processo de coleta dos dados a serem analisados.

4.2 Coleta de dados

1º Passo: Foi solicitado ao setor de Tecnologia de Informação a criação de uma *View* no sistema de banco de dados da empresa que utiliza SQL (*Standard Query Language*), que é uma linguagem de programação utilizada para manipulação de dados.

2º Passo: Utilizando a tecnologia de conexão de dados *Power Query* foi importada a *View* para então programar os dados a serem analisados acrescentando os filtros pertinentes para selecionar as máquinas de litografia à serem analisadas, no caso as impressoras *offset* e excluindo colunas com informações que não serão aproveitadas para assim então salvar e exportar os dados tratados para o Excel.

4.3 Análise dos dados

3º Passo: Após a extração dos dados, referentes as linhas de litografia da empresa, no período de julho de 2019 a junho de 2020, foram contabilizados um total de 77 (setenta e sete) tipos de refugos distintos em um total de 89.704 folhas refugadas, para uma melhor visualização foram escolhidos os dez maiores percentuais de refugos para serem dispostos em uma planilha (Tabela 6). Na Tabela 6 a primeira coluna representa o tipo de refugo gerado nas linhas de litografia, a segunda coluna representa a quantidade em folhas refugadas por tipo de refugo, e a terceira coluna o valor em percentual da relação da quantidade de folhas refugadas por refugo e o total de folhas refugadas. Comparando o total de folhas refugadas com a quantidade de folhas produzidas, no período estudado, o percentual de refugo é de aproximadamente 0,3 %. Entretanto, considerando o preço médio de uma folha metálica litografada, a receita total aproximada perdida por refugo é de R\$ 1,4 milhões ao ano, e desse total a folha com barba representa 25,9 %, isto é, R\$ 370.00,00 ao ano.

Tabela 6: Refugos apresentados de julho de 2019 a junho de 2020

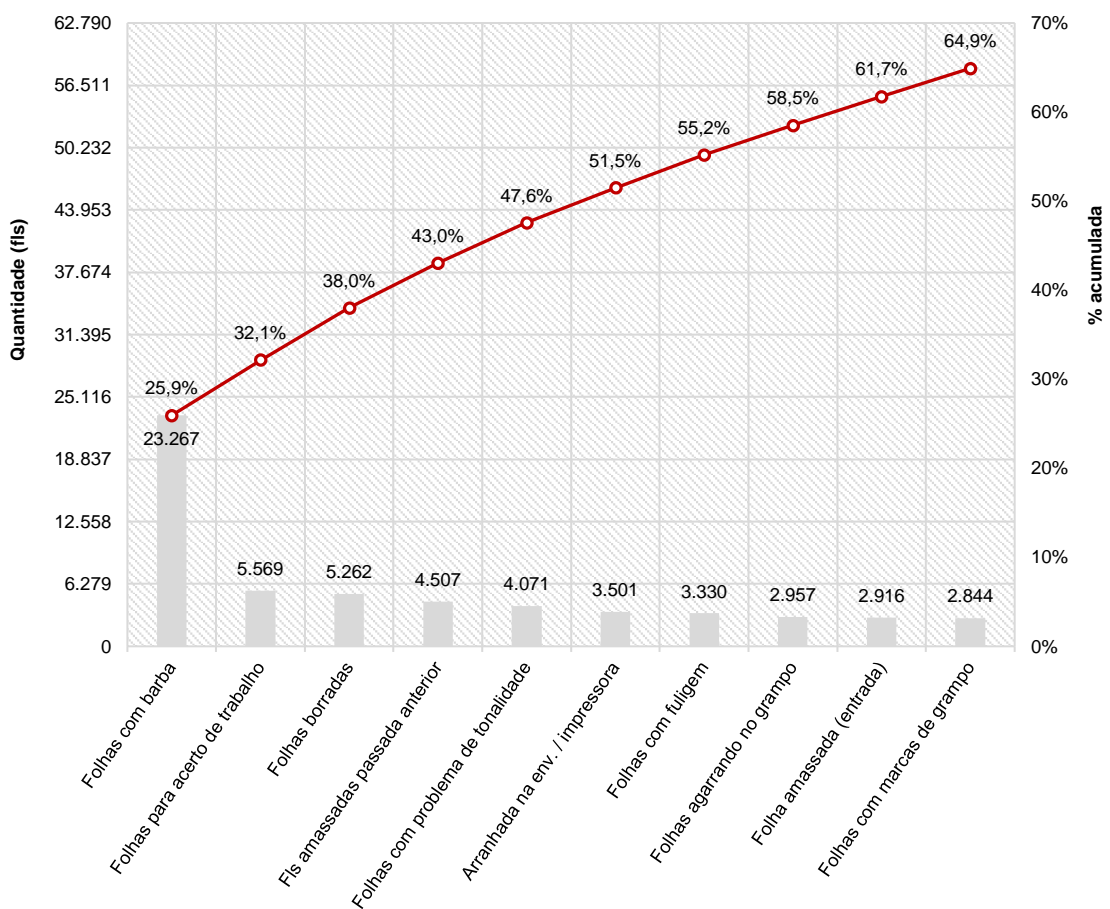
Refugo	Quantidade (folhas)	% Refugado
Folhas com barba	23.267	25,9
Folhas para acerto de trabalho	5.569	6,2
Folhas borradas	5.262	5,9
Folhas amassadas passada anterior	4.507	5,0

Folhas com problema de tonalidade	4.071	4,5
Arranhada na env. / impressora	3.501	3,9
Folhas com fuligem	3.330	3,7
Folhas agarrando no grampo	2.957	3,3
Folha amassada (entrada)	2.916	3,3
Folhas com marcas de grampo	2.844	3,2

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

4º Passo: A partir da Tabela 6 e utilizando o *software* Excel foi construído o diagrama de Pareto (Gráfico 2), para a análise dos dados e identificação do refugo mais representativo para a empresa. Analisando a Tabela 6 em consonância com o Gráfico 2 foi estabelecido a partir deste ponto do trabalho que o refugo que será estudado é o folhas com barba, pois o mesmo detém o maior percentual de refugo em relação ao total de refugo, isto é, 1/4 (um quarto) de todas as folhas refugadas.

Gráfico 2: Diagrama de Pareto dos refugos no período de julho de 2019 a junho de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A Figura 14 mostra o aspecto visual, após a impressão *offset*, da folha refugada, folha com barba. A folha é refugada pois as informações contidas no produto não são nítidas.

Figura 14: Refugo folha com barba após impressão *offset*

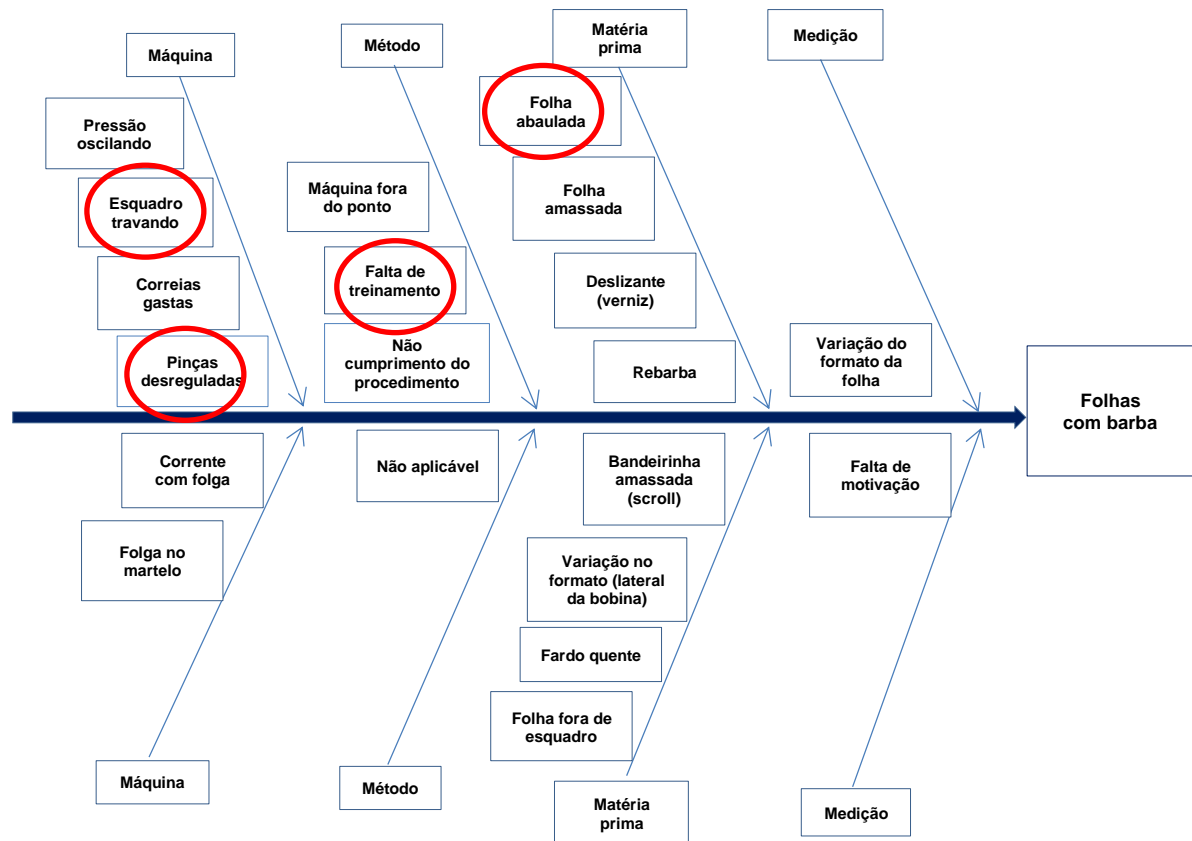


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

5º Passo: Os dados contabilizados através do Gráfico 2 foram apresentados ao Coordenador de Produção e ao Analista de Melhoria Contínua para que através do conhecimento dos mesmos a rota para este estudo fosse validada. Os dados foram validados pois os mesmos estão coerentes, visto que no cotidiano da empresa foi relatado o problema pelos operadores inúmeras vezes durante o processo de litografia.

6º Passo: Através da validação dos dados foi agendada uma reunião com o Coordenador de Produção junto com o setor de Melhoria Contínua e o setor de Gestão da Qualidade, para que o diagrama de causa e efeito fosse construído a fim de organizar os dados e identificar as causas do problema prioritário em questão, tudo que porventura pudesse ocasionar o refugo. A partir dessa reunião, o diagrama de causa e efeito foi construído e é apresentado na Figura 15, dentre todas as causas levantadas para a ocorrência do refugo folhas com barba, as mais impactantes foram esquadro travando, folhas abauladas, falta de treinamento, e pinças desreguladas, conforme destacadas na Figura 15.

Figura 15: Diagrama de causa e efeito do problema: folhas com barba



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

7º Passo: Utilizando a ferramenta dos 5 Porquês foram elaboradas 5 perguntas sobre os principais problemas para o refugo folhas com barba, essa etapa foi fundamental no processo de encontrar a causa raiz do problema, pois levou às ações que poderiam ser implementadas na empresa a fim de sanar os problemas levantados. Na utilização desta ferramenta participaram os membros da equipe do setor de Melhoria Contínua, da equipe do setor da Gestão da Qualidade e o Coordenador de Produção. Todos os participantes expuseram suas respostas, e por consenso foram construídos os Quadros 2, 3, 4 e 5 para os problemas de esquadro travando, folhas abauladas, falta de treinamento e pinças desreguladas, respectivamente.

Quadro 2: 5 Porquês do problema – Esquadro travando

Por quê?	Resposta
Por que o esquadro estava travando?	Porque existiam sujeiras do esquadro
Por que existiam sujeiras no esquadro?	Porque havia um acúmulo de partículas sólidas de esmalte
Por que havia um acúmulo de partículas	Porque faltava limpeza e lubrificação

sólidas de esmalte?	
Por que faltava limpeza e lubrificação?	Porque faltava procedimento para esse fim
CAUSA RAIZ ⇒	Falta de procedimento para execução da limpeza e lubrificação por parte dos operadores

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 3: 5 Porquês do problema – Folhas abauladas

Por quê?	Resposta
Por que a folha estava abaulada?	Porque a matéria prima apresentava este defeito
Por que a matéria prima apresentava este defeito?	Porque o fornecedor enviou com este defeito
CAUSA RAIZ ⇒	Envio de folhas ou bobinas pelo fornecedor com o defeito de abaulamento

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 4: 5 Porquês do problema – Falta de treinamento

Por quê?	Resposta
Por que há falta de treinamento?	Porque não foi avaliada a necessidade
Por que não foi avaliado a necessidade?	Porque não havia procedimento para treinamento
Por que não havia procedimento para treinamento?	Porque o setor da Litografia não desenvolveu
Por que o setor da Litografia não desenvolveu	Porque o operador possui um <i>checklist</i> e não utilizou
Por que o operador possui um <i>checklist</i> e não utilizou	Porque o mesmo não possuía conhecimento sobre o <i>checklist</i>
CAUSA RAIZ ⇒	Desconhecimento por parte da operação a necessidade da aplicação do <i>checklist</i>

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 5: 5 Porquês do problema – Pinças desreguladas

Por quê?	Resposta
Por que as pinças estão desreguladas?	Porque houve desgaste
Por que houve desgaste?	Porque não foi feita uma verificação periódica
Por que não foi feita uma verificação periódica?	Porque o mecânico não seguiu com a programação da preventiva
Por que o mecânico não seguiu com a programação da preventiva?	Porque a disponibilidade de tempo para a manutenção preventiva não foi o suficiente para cumprir todas as atividades
CAUSA RAIZ ⇒	Não cumprimento do programa de manutenção preventiva.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

8º Passo: Para finalizar, por meio do planejamento e análise de dados apresentados nos passos anteriores foi elaborado, utilizando a ferramenta 5W1H, o plano de ação de cada problema. Na utilização desta ferramenta participaram os membros da equipe do setor de Melhoria Contínua, da equipe do setor da Gestão da Qualidade e o Coordenador de Produção. Os planos de ação são mostrados nos Quadros 6, 7, 8 e 9 para os problemas de esquadro travando, folhas abauladas, falta de treinamento e pinças desreguladas, respectivamente.

Quadro 6: 5W1H do problema – Esquadro travando

What? (O que será feito?)	Inserir no <i>checklist</i> de início de produção o procedimento de limpeza de esquadros
When? (Quando será feito?)	15/11/2020
Who? (Quem irá fazer?)	Assistente de Litografia
Why? (Por quê?)	Porque os operadores não estavam verificando a condição do esquadro
Where? (Onde será feito?)	Na sala da supervisão
How? (Como será feito?)	Criando uma revisão no documento de <i>checklist</i> atual

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 7: 5W1H do problema – Folhas abauladas

What? (O que será feito?)	Marcar uma reunião com o fornecedor para conscientização sobre as consequências do defeito de abaulamento na impressão <i>offset</i> , para que o material não seja fornecido com este defeito
When? (Quando será feito?)	03/11/2020
Who? (Quem irá fazer?)	Responsável da qualidade da linha de corte
Why? (Por quê?)	Pelo alto índice de folhas com barba geradas por abaulamento na matéria prima
Where? (Onde será feito?)	Na sala da Qualidade da linha de corte
How? (Como será feito?)	Enviar e-mail solicitando a presença do assistente técnico na empresa para a criação de um plano de ação a fim de bloquear o envio de bobinas ou fardos com abaulamento

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 8: 5W1H do problema – Falta de treinamento

What? (O que será feito?)	Criar um cronograma atualizado do plano de treinamento do procedimento de regulagem de máquina destacando a importância do cumprimento do <i>checklist</i> , realização do treinamento, para a mitigação do refugo
When? (Quando será feito?)	09/11/2020 – 13/11/2020
Who? (Quem irá fazer?)	Coordenador de Produção e Setor de Melhoria Contínua
Why? (Por quê?)	Último treinamento foi realizado em 2018
Where? (Onde será feito?)	Sala de treinamento
How? (Como será feito?)	Serão convocados todos os líderes de máquina através de uma ata de comunicação a fim de sensibilizá-los quanto a realização do treinamento conforme planejado

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 9: 5W1H do problema – Pinças desreguladas

What? (O que será feito?)	Orientar o manutentor quanto a importância de seguir o programa de manutenção preventiva e corretiva, de forma a priorizar a troca se necessário e a regulagem das pinças
When? (Quando será feito?)	03/11/2020 – 01/01/2021
Who? (Quem irá fazer?)	Coordenador de manutenção.
Why? (Por quê?)	Foi verificado que a última manutenção nas pinças foi realizada há dois meses atrás
Where? (Onde será feito?)	Em todas as máquinas de impressão <i>offset</i> da empresa
How? (Como será feito?)	Reunindo com o coordenador de manutenção e os manutentores para sensibilizá-los que o não cumprimento do plano de manutenção (preventiva ou corretiva) nas pinças provoca o refugo de folhas com barba

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Após a análise deste estudo, os dados foram divulgados à gerência da empresa para a avaliação e programação dos planos de ação apresentados para que os mesmos sejam realizados, isto é, para que a próxima etapa do ciclo PDCA que é o *Do* (fazer) seja executada. Será de fundamental importância para o sucesso do estudo, que a empresa aplique corretamente todas as etapas descritas.

Foram apresentados para o setor de Melhoria Contínua todas as fases da etapa

de planejamento (*Plan*) do ciclo PDCA para que as outras etapas desse método (*Do*, *Check* e *Action*) possam ser cumpridas. A parte da checagem será realizada após todos os planos de ação forem concluídos, para que então seja feita uma nova extração de dados que possa comprovar a efetividade do estudo. Se comprovada a efetividade, a próxima etapa será a padronização e a fiscalização de todas as tarefas padronizadas.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se através deste estudo que a aplicação do ciclo PDCA é eficaz na identificação de problemas, pois através dele fica evidente que o maior índice de refugo na etapa de litografia, impressão *offset*, é o refugo folhas com barba. Através do diagrama de causa e efeito é identificado as principais causas que provocam o refugo folhas com barba, que são: esquadro travando, folhas abauladas, falta de treinamento e pinças desreguladas. Para encontrar a causa raiz das principais causas é utilizado os 5 porquês, o que permite a construção do plano de ação, 5W1H, a fim de mitigar o refugo folhas com barba. Portanto, pode-se afirmar que a fase do planejamento do ciclo PDCA é relevante para identificação do problema (refugo folha com barba), observação, análise do processo e plano de ação.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. *et al.* **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6665: folhas laminadas de aço-carbono revestidas eletroliticamente com estanho ou cromo ou não revestidas – especificação.** Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 42: folhas laminadas de aço-carbono revestidas eletroliticamente com estanho ou cromo ou não revestidas – especificação.** Rio de Janeiro, 2014.

BARÃO, Mariana Zanon. **Dossiê Técnico: Embalagens para produtos alimentícios.**

Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2011.

BARBOSA, Daniele de Oliveira. *et al.* **Guia técnico ambiental da indústria gráfica.** 2ª ed. São Paulo: CETESB: SINDIGRAF, 59p., 2009. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wpcontent/uploads/sites/20/2013/11/guia_ambiental2.pdf>. Acesso em 17 de outubro de 2020.

BARROS, Elsimar; BONAFINI, Fernanda. **Ferramentas da qualidade.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

BRITTO, Eduardo. **Qualidade total.** São Paulo, SP: Cengage, 2016.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da qualidade total (no Estilo Japonês).** Nova Lima: FALCONI, 2004.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho dia a dia.** 9ª ed. Nova Lima: FALCONI, 2013.

CARPINETTI, Luiz Cesar R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas.** 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos.** 7ª ed. ampl. e rev. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1998.

COLLARO, Antônio Celso. **Produção gráfica: arte e técnica na direção de arte.** 2ª ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL – CSN. **Folhas Metálicas.** 25p., 2019. Disponível em: <http://www.csn.com.br/conteudo_pti.asp?idioma=0&tipo=61368&conta=45&id=231898>. Acesso em 21 de julho de 2020.

DEMING, William Edwards. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FELÍCIO, Eduardo Alves. **Estudo da implementação de conceito da produção enxuta para a redução de resíduos em uma manufatura do ramo siderúrgica**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

FELIPE, Augusta Maria Paulain Ferreira. **Estudo da interação produto embalagem em folha-de-flandres aplicada à polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2008.

FERREIRA, Gustavo José Correia Fernandes. **Análise e melhoria de um processo produtivo de uma empresa do ramo automóvel**. 2013. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal, 2013.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GROOVER, Mikell P. **Introdução aos processos de fabricação**. 1ª ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2014.

INSTITUTO AÇO BRASIL (IABR). **Relatório de sustentabilidade 2018**. 2018

INSTITUTO AÇO BRASIL (IABR). **Mercado brasileiro de aço**. 2020

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-reitora de Graduação, 2013, 194p.

JURAN, J. M.; GRZYNA Jr., Frank M.; BINGHAM Jr., R. S. **Manual de control de la calidad – Volume 2**. 2ª Ed. España: Editorial Reverté, S. A., cap. 40, p. 1211-1224, 2005. ISBN 84-291-2652-X.

KIPPHAN, Helmut. **Handbook of print media: technologies and production methods**. New York: Springer, 2001. ISBN 978-3-540-67326-2.

LANDIM, Ana Paula Miguel *et al.* **Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil**. *Polímeros*, São Carlos, v. 26, n. spe, p. 82-92, 2016.

MAGRI, Juliana Maria. **Aplicação do método QFD no setor de serviços: estudo de caso em um restaurante**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

MÁQUINAS *OFFSET*. **O que é impressão offset?** Catálogo de máquinas *offset*. Disponível em: <<http://catalogo-senai.blogspot.com/2015/04/o-que-e-impressao-offset.html>>. Acesso em: 29 de novembro de 2020.

MARTINS, Rodrigo Xavier. **Um modelo para estruturação do problema das perdas e retrabalhos no processo de litografia em uma indústria de embalagens metálicas em Pernambuco**. (2011) Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Recife, 2011.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MELLO, Leonardo Freire de; SATHLER, Douglas. **A demografia ambiental e a emergência dos estudos sobre população e consumo**. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 32, n. 2, p. 357-380, 2015.

MENEZES, Vitor Nascimento de; FRASAO, Solana Carlos; ARAUJO FILHO, Francisco das Chagas Marques de; SOUSA, Kasciano Pires de; LIMA, Yuri Claudio Cordeiro de. **A aplicação de ferramentas da qualidade em uma indústria metalúrgica de produtos de aço**. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de

Produção. Joinville, Santa Catarina, 2017.

MESTRINER, Fábio. **Design de embalagem – Curso Básico**. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

MORENO FILHO, Valdimir. **Avaliação de folhas-de-flandres na fabricação de latas expandidas a partir do processo *stretching***. 2007. Dissertação (Mestrado em engenharia de embalagens) – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2007.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

POÇAS, M. F.; SELBOURNE, M. C.; DELGADO, T. **A embalagem para produtos alimentares**. Porto: ESB/UCP, 2003.

PRIA, Marcelo Dalla. **Tendências de embalagem para bebidas**. Revista: BRASIL ALIMENTOS, n. 5. São Paulo, 2000.

SANTOS, Anderson Barbosa dos; SILVA NETO, João Alves da; RODRIGUES, Luiz Fernando Meira. **Gestão da qualidade da embalagem metálica easy open: um estudo de caso na JBS Divisão Latas de Lins – SP**. 2014. Monografia (Bacharel em Administração) – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – UNISALESIANO, Lins-SP, 2014.

SARKIS, Alfredo Moisés. **Investigação sobre o defeito madeira em folhas de Flandres produzidas em linhas industriais de estanhamento eletrolítico**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2006.

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade: as ferramentas**

essenciais. Curitiba: InterSaber, 2012.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção: o ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 2007.

SILVA, André Luiz V. Da Costa e; MEI, Paulo Roberto. **Aços e ligas e especiais.** 3ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

SILVA, João David Botelho. Caracterização Físico-Química de Sistemas de Molha em Impressão offset – Influência de Aditivos. 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Gráficas) – Instituto Superior de Educação e Ciências, 2011.

SILVA, Rosinda Ângela da; SILVA, Olga Rosa da. **Qualidade, padronização e certificação.** Curitiba: InterSaber, 2017.

SOUZA, Vilmar Alves. **Estudo da deterioração do rolo terra da seção de limpeza alcalina na linha de cromagem eletrolítica da Companhia Siderúrgica Nacional – Projeto, construção e simulação em planta piloto.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2006.

SMS GROUP. **Efficient production of tinsplate packaging material out of cold strip:** Product Portfolio, Technology & References. Printed in Germany, 2015.

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