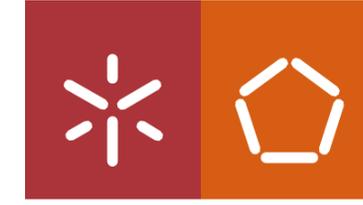




Implementação de Ferramentas da Qualidade em
Processos na Indústria do Frio

UMinho 2023 |

Bruno Alexandre Abelenda Amorim Castro



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Bruno Alexandre Abelenda Amorim Castro

**Implementação de Ferramentas da
Qualidade em Processos na Indústria
do Frio**

Dezembro de 2023



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Bruno Alexandre Abelenda Amorim Castro

**Implementação de Ferramentas da Qualidade
em Processos na Indústria do Frio**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão da
Qualidade

Trabalho efetuado sob a orientação dos
Professora Doutora Ana Cristina Silva Braga

Dezembro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositórioUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho

NOTA: A licença pode ser diferente! Ver despacho!



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação não seria possível sem o contributo e o apoio de algumas pessoas, às quais gostaria de agradecer.

Em primeiro lugar, o meu agradecimento à empresa Frigocon – Indústria de Frio E Congelação pela oportunidade de realizar este projeto, agradecendo especialmente ao meu supervisor, o Eng. Miguel Ferreira e à equipa de qualidade pelo apoio e disponibilidade demonstrados durante a realização do mesmo. Também agradecer aos colaboradores dos processos de chaparia e pintura pela simpatia e pela contribuição para o desenvolvimento desta dissertação.

À minha orientadora, a professora Ana Cristina Silva Braga, por ter aceitado orientar este projeto e disponibilidade e apoio demonstrado.

Por último e mais importante, à minha família e aos meus amigos mais chegados, que nunca me deixaram desistir e deram-me força nos momentos mais difíceis.

A todos o meu sincero OBRIGADO.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM PROCESSOS NA INDÚSTRIA DO FRIO

RESUMO

A busca pela excelência organizacional tornou-se uma prioridade para as organizações num ambiente que se está a tornar cada vez mais competitivo. A implementação de ferramentas da qualidade ganha cada vez mais importância nos dias de hoje como uma estratégia crucial para atingir e manter altos padrões de desempenho e satisfação do cliente.

Esta dissertação foi desenvolvida na empresa Frigocon-Indústria de Frio e Congelação S.A.. O objetivo principal consistia em implementar, nos processos de Chaparia e Pintura, ferramentas da qualidade para melhorar o controlo da qualidade nos mesmos. Assim, primeiramente, os processos precisavam de ser mais bem compreendidos, recorrendo-se ao uso de fluxogramas. Após conhecimento dos fluxos do processo, foram analisadas quais seriam as ferramentas da qualidade ideais para análise dos problemas dos processos. Para isso, foi feito um estudo teórico das 7 ferramentas básicas da qualidade, bem como de outras ferramentas, para perceção do seu impacto e de como implementá-las.

Para o processo de Chaparia foram utilizados Diagramas de Pareto e Diagramas de Causa-Efeito (*Ishikawa*). As ferramentas identificaram o principal problema do processo e analisaram as possíveis causa-raiz do mesmo.

Para o processo de Pintura foram utilizadas as seguintes ferramentas: Folhas de Verificação, Diagrama de causa-efeito, Diagrama de Pareto, Diagrama em Árvore, Gráficos de Controlo e Gráficos de dispersão. Estas ferramentas foram utilizadas, tal como no processo de chaparia, para obtenção e análise dos problemas principais e das suas possíveis causas-raiz.

Com o uso de ferramentas da qualidade nos processos, foi possível planear e apresentar ações que rumam à obtenção do objetivo principal desta dissertação, a melhoria do controlo de qualidade dos processos, podendo trazer no futuro melhorias mais significativas.

PALAVRAS-CHAVE: Ferramentas de Qualidade; Melhoria de Controlo de Qualidade

Implementation of Quality Tools on Process of the Cold Industry

ABSTRACT

The search for organizational excellence has become a priority for organizations in an environment that is becoming increasingly competitive. The implementation of quality tools is gaining more and more importance nowadays as a crucial strategy for achieving and maintaining high standards of performance and customer satisfaction.

This dissertation was developed at the company Frigocon-Indústria de Frio e Congelação S.A.. The main objective was to implement, in the Plating and Painting processes, quality tools with the main objective of improving quality control in them. Therefore, firstly, the processes needed to be better understood, using flowcharts. After understanding the process flows, the ideal quality tools for analyzing process problems were analyzed. To this end, a theoretical study was carried out on the 7 basic quality tools, as well as other tools to understand their impact and how to implement them.

For the Plating process, Pareto Diagrams and Cause-Effect Diagrams (Ishikawa) were used. The tools identified the main problem in the process and analyzed its possible root causes.

For the Painting process, the following tools were used: Check Sheets, Cause-Effect Diagram, Pareto Diagram, Tree Diagram, Control Charts and Scatter Charts. These tools were used, as in the Plating process, to obtain and analyze the main problems and their possible root causes.

With the use of quality tools in processes, it was possible to plan and present actions that aim to achieve the main objective of this dissertation, improving process quality control, which could bring more significant improvements in the future.

KEYWORDS: Quality Tools; Quality Control Improvement.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura de Investigação	2
2. Revisão Bibliográfica	4
2.1 Qualidade	4
2.2 Ferramentas da Qualidade	5
2.2.1 Fluxogramas.....	7
2.2.2 Diagramas causa-efeito (Diagramas de <i>Ishikawa</i>)	8
2.2.3 Diagramas de Pareto	10
2.2.4 Folha de Verificação.....	11
2.2.5 Histogramas.....	12
2.2.6 Gráfico de dispersão	13
2.2.7 Gráficos de Controlo	14
2.2.8 Outras Ferramentas da Qualidade.....	18
3. Apresentação da empresa.....	22
3.1 Identificação da empresa	22
3.2 Política de Qualidade.....	23
3.3 Missão, Visão e Valores	24
3.4 Descrição das Atividades Industriais exercidas	25

4. Trabalho Realizado.....	28
4.1 Descrição dos Processos analisados.....	28
4.1.1 Descrição do Processo de Chaparia	28
4.1.2 Descrição do Processo de Pintura.....	30
4.2 Chaparia.....	33
4.2.1 Análise de defeitos do processo de chaparia	33
4.2.2 Diagrama causa-efeito dos defeitos dimensionais do processo de chaparia	35
4.2.3 Ações planeadas e realizadas para melhoria de controlo dimensional.....	37
4.3 Pintura.....	42
4.3.1 Análise e levantamento de defeitos do processo de pintura.....	42
4.3.2 Análise dos defeitos de pintura de peças no processo de pintura.....	49
4.3.3 Cartas de controlo Espessura de camada de tinta no processo de pintura	57
4.3.4 Ações planeadas para melhoria de controlo de qualidade no processo de pintura	62
5. Conclusão	66
5.1 Considerações finais	66
5.2 Perspetivas de Trabalhos Futuros	67
Referências Bibliográficas	68
Anexo I- Tabela de Constantes Para Cartas de Controlo.....	70
Anexo II- Fluxograma do Processo de Chaparia	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Uso das ferramentas da qualidade na resolução de problemas(Sokovic et al., 2009).....	6
Figura 2- Utilização das ferramentas da qualidade na melhoria de um processo(Sokovic et al., 2009)..	7
Figura 3- Fluxograma(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).....	8
Figura 4- Diagrama Causa-Efeito(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).....	9
Figura 5- Diagrama de Pareto(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).....	11
Figura 6- Folha de Verificação(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).....	12
Figura 7- Histograma(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).....	13
Figura 8- Diagrama de Dispersão(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).....	14
Figura 9- Gráfico de controlo(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).....	18
Figura 10- Diagrama em Árvore.....	20
Figura 11- Organigrama Frigocon.....	23
Figura 12- Processos da UPA e da UPI da Frigocon— Indústria de Frio e Congelação S.A.....	27
Figura 13- Fluxograma Chaparia Secção da máquina de corte de chapa em rolo.....	28
Figura 14- Fluxograma Chaparia Secção Punçoadora.....	29
Figura 15- Fluxograma Chaparia Secção Quinadoras.....	29
Figura 16- Fluxograma Chaparia Secção Perfiladoras.....	30
Figura 17- Fluxograma Processo de Pintura.....	31
Figura 18- Diagrama de Pareto de Defeitos do processo de chaparia.....	34
Figura 19- Diagrama causa-efeito problemas/variações dimensionais chaparia.....	35
Figura 20- Folha de verificação de cotas- Chaparia.....	38
Figura 21- Formulário de Teste da Matriz das Puncionadoras.....	41
Figura 22- Diagrama causa-efeito peça rejeitada/retrabalho.....	43
Figura 23- Diagrama de Pareto dos defeitos no processo para o mês de março.....	47
Figura 24- Diagrama de Pareto de defeitos do processo de Pintura Total.....	49
Figura 25- Diagrama em Árvore defeitos de pintura na peça no processo de pintura (causas de 1º nível)	50
Figura 26- Diagrama em árvore defeitos de pintura de peças Causas de 2º e 3º nível da causa Problema na aplicação das tintas em pó.....	51

Figura 27-Diagrama em árvore defeitos de pintura de peças Causas de 2º e 3º nível da causa Problema na pistola eletrostática	52
Figura 28-Diagrama em árvore defeitos de pintura de peças Causas de 2º e 3º nível da causa Defeitos no filme curado	54
Figura 29- Diagrama de Pareto de causas de defeitos de pintura de peça	56
Figura 30- Diagrama de Pareto cores utilizadas no processo de pintura	57
Figura 31- Chapas amostra do processo de pintura	58
Figura 32- Gráfico de médias das amostras de espessura de camada de tinta	60
Figura 33- gráfico de amplitudes das amostras de espessura de camada de tinta	60
Figura 34- Gráfico de Dispersão Espessura de chapa Espessura de camada de tinta	62
Figura 35- Formulário de controlo de peças rejeitadas no processo de pintura	63
Figura 36- Espaço identificado para colocação da área da qualidade	64
Figura 37- Área da qualidade do processo de pintura	64
Figura 38- Etiqueta idealizada para as chapas amostra	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Limites de controlo dos gráficos de controlo por variáveis para Parâmetros não conhecidos	15
Tabela 2- Limites de controlo dos gráficos de controlo por variáveis para Parâmetros conhecidos	15
Tabela 3- Limites de controlo dos gráficos de controlo por atributos.....	16
Tabela 4 - Índices de capacidade	17
Tabela 5- Defeitos do processo de chaparia	33
Tabela 6- Análise de Pareto dos defeitos do processo de chaparia	33
Tabela 7- Legenda de Postos de Trabalho onde são verificadas as cotas de controlo.....	39
Tabela 8 - Defeitos encontrados no processo de pintura	42
Tabela 9- Defeitos definidos pelos colaboradores do processo de pintura	42
Tabela 10- Legenda numérica dos defeitos do processo de pintura.....	45
Tabela 11- tabela de verificação de defeitos do processo de pintura	46
Tabela 12- Análise de Pareto dos defeitos do processo de pintura para o mês de março.....	47
Tabela 13- Análise de Pareto de defeitos do processo de pintura	48
Tabela 14- Análise de Pareto das causas de defeitos de pintura de peças.....	56
Tabela 15- Cores das peças com defeitos de pintura de peça.....	57
Tabela 16- Amostras de construção de cartas de controlo espessura de camada de tinta	59

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

LIC- Limite Inferior de Controlo

LSC- Limite Superior de Controlo

LC- Limite Central

USL- Limite Superior de Especificação (*Upper Specification Limit*)

LSL- Limite Inferior de Especificação (*Lower Specification Limit*)

SGQ - Sistema de Gestão da Qualidade

UPA - Unidade de Produtos Acabados

UPI - Unidade de Produtos Intermédios

OF- Ordem de Fabrico

MP - Matéria-Prima

PF - Produto Final

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo inicial irá se apresentar um enquadramento ao tema desta dissertação, os objetivos da mesma, a metodologia de investigação utilizada e, também, como está estruturada a dissertação.

1.1 Enquadramento

Nos dias de hoje é de extrema importância que as organizações consigam reagir rapidamente aos problemas que enfrentam no seu dia a dia, sendo que só assim conseguiram garantir a sua permanência num mercado que se encontra com uma competitividade e exigência cada vez mais superior. Com isso em mente, a qualidade está a ganhar preponderância no sentido do alcance da satisfação do cliente, uma vez que cada vez menos esta perdoa falhas no produto/serviço que consome.

O tema desta dissertação de mestrado irá se focar nas ferramentas da qualidade, sendo que o seu uso é um componente essencial para qualquer melhoria com sucesso de um processo (Pacheco et al., 2011).

As ferramentas da qualidade são os meios que poderão ajudar na resolução de problemas que irão ser encontrados em processos, produtos ou serviços, e assim poderão permitir a uma organização alvejar a sua melhoria contínua. Estas conseguem possibilitar a identificação das causas dos problemas e ajudando na tomada de decisão para a resolução dos mesmos, podendo representar um ponto de partida para a melhoria do ambiente de trabalho e para a redução de custos operacionais (E Lins, 1993).

A literatura atual sobre as ferramentas da qualidade tem como foco, essencialmente, as ferramentas de qualidade mais utilizadas, bem como nas vantagens da sua utilização e nos fatores que implicam a correta implementação das mesmas.

A presente dissertação vai estar enquadrada na área do controlo da qualidade e gestão documental na empresa Frigocon-Indústria de Frio e Congelação S.A., com a mesma a focar-se na implementação de ferramentas da qualidade em certos processos da empresa.

1.2 Objetivos

Esta dissertação pretende fazer um estudo relativamente à implementação de ferramentas da qualidade em certos processos da empresa Frigocon-Indústria de Frio e Congelação S.A., sendo que o objetivo principal da mesma é conseguir melhorar o controlo de qualidade nos processos onde vão ser aplicadas as ferramentas. Para atingir este objetivo foram definidas as seguintes necessidades:

- Identificar que ferramentas da qualidade se adaptarão melhor aos processos em análise;
- Identificar os principais problemas que advêm de cada processo analisado;
- Identificar potenciais oportunidades de melhoria, de acordo com as ferramentas utilizadas, dos processos que estarão em análise.

1.3 Metodologia de Investigação

Tendo em conta as características deste projeto, realizado em ambiente de uma organização, a metodologia de investigação utilizada nesta dissertação é a metodologia de investigação-ação. Esta foi escolhida devido ao facto de se tratar de um tipo de investigação onde há envolvimento de colaboradores da organização, para desenvolver uma teoria fundamentada (Saunders et al., 2016). Esta metodologia terá sido a mais adequada para ser utilizada nesta dissertação pois trata-se de uma abordagem que permite a resolução de problemas, trazendo benefícios quer para o investigador, quer para a organização (Coughlan & Coughlan, 2002).

1.4 Estrutura de Investigação

Esta dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos. No primeiro capítulo é feita a introdução da dissertação, onde se apresenta o enquadramento da mesma, os objetivos, a metodologia de investigação utilizada e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o tema da dissertação, as ferramentas da qualidade, dado que estas vão ser expostas, serão um pouco mais aprofundadas.

No terceiro capítulo irá se apresentar a organização onde foi realizada esta dissertação.

No capítulo quatro, é apresentada uma descrição detalhada da implementação das ferramentas da qualidade nos processos da organização, bem como todo o trabalho desenvolvido ao longo da dissertação.

No quinto e último capítulo, vão ser apresentadas as conclusões retiradas do trabalho realizado, bem como sugestões para trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a revisão de literatura sobre as áreas abordadas nesta dissertação e que são aspectos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho realizado na empresa Frigocon-Indústria de Frio e Congelação S.A.

2.1 Qualidade

A Qualidade tem um importante papel na definição da estratégia de uma organização, mas o seu conceito é de difícil definição. A palavra qualidade está envolvida no dia a dia das vidas das pessoas, sendo que as mesmas associam níveis de qualidade aos produtos/serviços que utilizam, percebendo o nível à sua experiência, isto é, utilizando os seus requisitos. A qualidade tem dependência dos requisitos do cliente, mais especificamente as suas necessidades e expectativas que têm em relação a um determinado produto/serviço. Estes devem ter qualidade para satisfazer essas mesmas necessidades e expectativas.

O conceito de qualidade é uma definição que tem sido modificada e aprofundada ao longo dos tempos. No passado, o conceito de qualidade era definido pela conformidade de acordo com os requisitos do cliente, isto é, desde que o produto esteja dentro dos seus limites de especificação, considera-se o mesmo conforme (Fouad & Mukattash, 2010).

A norma NP EN ISO 9000:2015 (ISO/IEC, 2015) define Qualidade como o “grau no qual um conjunto de características, propriedades diferenciadoras inerentes, satisfaz as necessidades ou expectativas expressas de forma implícita ou obrigatória”, enquanto a Associação Portuguesa para a Qualidade (APQ) tem como definição para a qualidade “a totalidade das características de um produto ou serviço que determinam a sua aptidão para satisfazer uma dada necessidade”. Para se chegar a esta definição de qualidade, algumas pessoas, os chamados “gurus” da qualidade, contribuíram com os seus estudos e ideias para a mesma, ficando com o seu nome na história na área da qualidade. De seguida estarão apresentadas as definições de qualidade dos seguintes “gurus”:

- *Joseph Juran* (1998) descreve Qualidade como “aptidão para o uso”, isto é, qualidade é a adequação que o produto tem para corresponder às necessidades dos clientes e dessa forma promover a satisfação dos mesmos;
- *Philip Crosby* (1979) define Qualidade como “conformidade com os requisitos”, sendo que este “guru” contribuiu para a teoria da qualidade com o conceito de “zero defeitos”, isto é, o produto tem que ser produzido bem à primeira;

- *Kaoru Ishikawa*, em 1985, define Qualidade como o “grau de satisfação dos requisitos dos utilizadores”. Este contribuiu para a história da qualidade ao criar uma das sete ferramentas básicas da qualidade, o diagrama de causa-efeito, que será aprofundado mais à frente nesta dissertação, bem como foi o responsável por desenvolver círculos da qualidade. Tal como *Juran* o conceito de qualidade de *Ishikawa* evolui no sentido dos requisitos do cliente (Gomes, 2004);
- *William Deming*, em 1986, define que “a qualidade de um produto ou serviço apenas pode ser definida pelo cliente”, isto é, a qualidade deve focar as necessidades presentes e futuras do cliente;
- *Genichi Taguchi*, em 1986, tem a definição que a “qualidade é a perda gerada pelo produto na sociedade”, isto é, este defende que a qualidade deve-se preocupar com os custos de qualidade na sociedade e não para a organização, elevando o conceito de falha externa de qualidade (Gomes, 2004). Este “guru” também contribuiu para a área da qualidade com a criação dos Métodos de Taguchi, defendendo que os processos devem-se centrar no valor nominal e na redução da variabilidade;
- *Armand Feigenbaum*, em 1983, define qualidade como a “filosofia de gestão e um compromisso com a excelência”, sendo que este propôs o conceito de controlo de qualidade total, que evolui mais tarde para a gestão da qualidade total.

Estes “gurus” contribuíram imensamente para o que define o conceito de qualidade nos dias de hoje, sendo que neste momento podemos definir qualidade como o grau de satisfação dos requisitos do cliente relativamente a um produto/serviço, podendo estes estar implícitos ou terem de ser definidos objetivamente (Cesar & Chagas, 2004).

2.2 Ferramentas da Qualidade

Ao longo dos tempos, vários “gurus” têm apresentado e identificado várias ferramentas e técnicas que são vitais no suporte para a melhoria dos programas de qualidade das organizações (Tari & Sabater, 2004).

As ferramentas da qualidade, na aplicação com sucesso de um programa de qualidade, são de extrema importância a sua aplicação correta no processo. As empresas têm utilizado estas ferramentas sem diagnosticar o processo antes, aplicando-as sem refletir a sua utilidade, sendo que esta ação leva à presença de obstáculos na aplicação das mesmas nos processos. Segundo Sokovi *et al.* (2009), as ferramentas da qualidade não conseguirão resolver todos os problemas de qualidade, mas poderão ser um meio para solucionar os mesmos.

Tal como referido anteriormente, diferentes “gurus” têm apresentado ferramentas e técnicas de qualidade, bem como a sua visão sobre a gestão da qualidade, mas as suas diferentes visões não implicarão que haja uma maior importância de uma ferramenta ou técnica em relação a outras, para que a sua implementação num processo seja eficaz. Para que haja uma implementação eficaz de uma ferramenta num processo, deve-se identificar os problemas e prever as dificuldades de implementação da mesma. Segundo Liang (2010), primeiramente deve-se desenvolver soluções para antecipar o problema e estabelecer a abordagem certa para se conseguir implementar com sucesso as ferramentas da qualidade.

Nos dias de hoje, pode-se identificar inúmeras ferramentas da qualidade (Sokovi *et al.*,2009), existindo as 7 ferramentas básicas de qualidade, que de acordo com Tari & Sabater (2004), citando Ishikawa (1985), são as seguintes: Fluxogramas, Diagramas de causa e efeito, Diagramas de Pareto, Folhas de Verificação, Histogramas, Gráficos de Dispersão e Gráficos de controlo. Mais à frente serão apresentados com maior pormenor.

Na Figura 1 e na Figura 2, respetivamente, pode-se ver o uso das ferramentas da qualidade na resolução de problemas de um processo e a sua utilização na melhoria da qualidade de um processo.

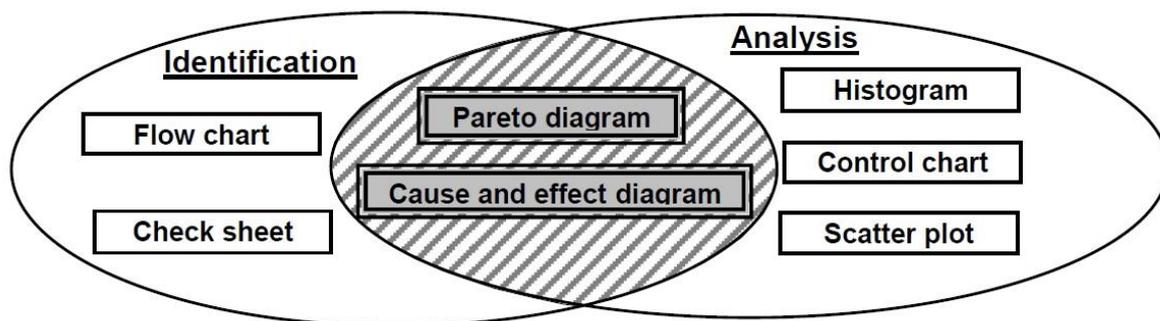


Figura 1- Uso das ferramentas da qualidade na resolução de problemas(Sokovic et al., 2009).

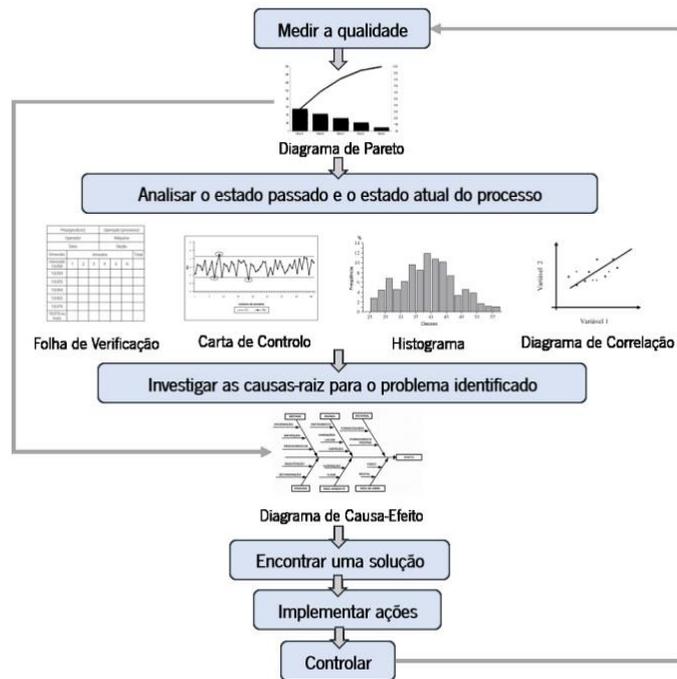


Figura 2- Utilização das ferramentas da qualidade na melhoria de um processo(Sokovic et al., 2009).

2.2.1 Fluxogramas

A primeira das 7 ferramentas básicas da qualidade é o fluxograma como exemplificado na Figura 3. Esta ferramenta é uma das primeiras a utilizar quando se pretende estudar um processo, uma vez que é uma representação gráfica que descreve esquematicamente um processo, contendo todos os elementos, componentes ou tarefas pertencentes ao mesmo, bem como as relações de dependência entre elas.

O fluxograma é geralmente utilizado em qualquer tipo de organização, conseguindo ilustrar de forma detalhada a sequência das várias etapas de um processo, incluindo as suas entradas e saídas. Esta ferramenta permite a realização de uma análise detalhada do processo, sendo que esta pode levar à melhoria do processo.

Para elaboração de um fluxograma, este contém simbologia própria que é constituída por três tipos de elementos:

- **Início/Fim:** Estes elementos identificam onde se inicia e se conclui um processo;
- **Atividades:** Estes elementos simbolizam a execução de uma tarefa no processo;
- **Decisão:** Estes elementos representam um ponto do processo onde uma decisão é levada a cabo, em relação ao valor de alguma variável ou da ocorrência de algum evento.

De seguida encontram-se listadas algumas vantagens da utilização do fluxograma:

- Define claramente os limites do processo;

- Utilização de uma simbologia simplificada;
- Útil no treino de novos colaboradores;
- Dá uma visão global do processo;
- Identifica ciclos de trabalho.

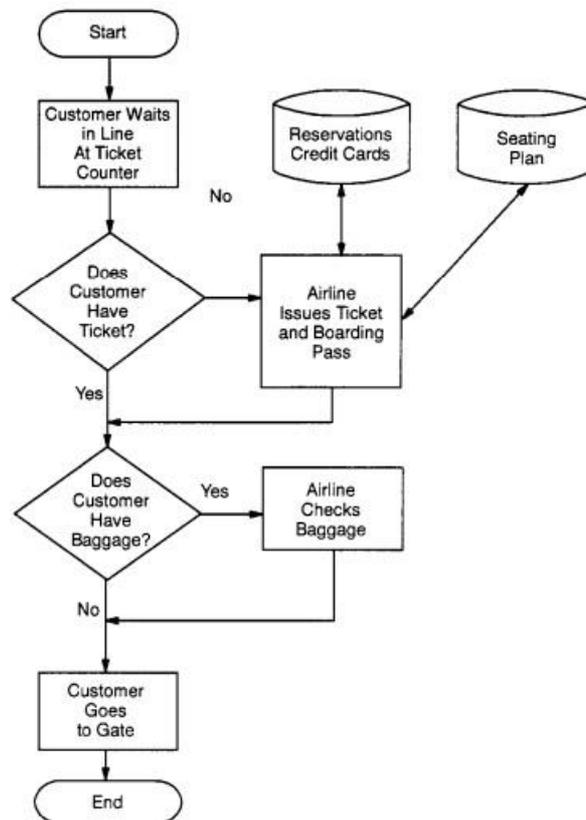


Figura 3- Fluxograma/JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).

2.2.2 Diagramas causa-efeito (Diagramas de *Ishikawa*)

O Diagrama causa-efeito, também conhecido como diagrama de *Ishikawa*, é uma ferramenta gráfica de melhoria de qualidade, que mostra a relação entre uma característica da qualidade (efeito) e os fatores que a influenciam (causas). Tal como o seu nome indica, esta foi desenvolvida por Kaoru Ishikawa em 1943.

Estes diagramas ilustram os fatores relacionados a um problema de qualidade, servindo como ferramenta de auxílio para a compreensão de como esses fatores causam o problema gerado (Montgomery, 2008)

Segundo Requeijo & Pereira (2012) a construção de um diagrama causa-efeito deve-se reger de acordo com os seguintes critérios:

- Definição do problema/efeito a ser analisado: O primeiro passo é saber qual é o problema/efeito, sendo que este deve ser o mais concreto possível, para que as causas associadas ao mesmo sejam também específicas.
- Identificação das causas que podem originar o efeito: A partir da geração de ideias sobre os grupos de causas possíveis para o problema em análise, através da técnica de *Brainstorming*, identificam-se as causas reais ou potenciais do mesmo, que serão analisadas com maior ou menor detalhe, desde as causas principais até às causas mais gerais, com cada categoria de causas a poder ser dividida as vezes que forem necessárias.
- Seleção das causas mais prováveis: Após conclusão do diagrama, decorre a análise das causas de modo a selecionar as causas mais prováveis de originar o problema/efeito.
- Definição e implementação de ações corretivas: Após a seleção das causas mais prováveis de originar o problema/efeito deve-se definir ações corretivas de modo a diminuir ou eliminar essas mesmas causas, bem como serão os responsáveis pela implementação das mesmas e prazos para a sua execução.
- Avaliação da eficácia das ações corretivas: Por último, avalia-se a eficácia da implementação das ações corretivas e deve-se proceder à divulgação dos seus resultados.

Na Figura 4 apresenta-se um exemplo de um Diagrama causa-efeito.

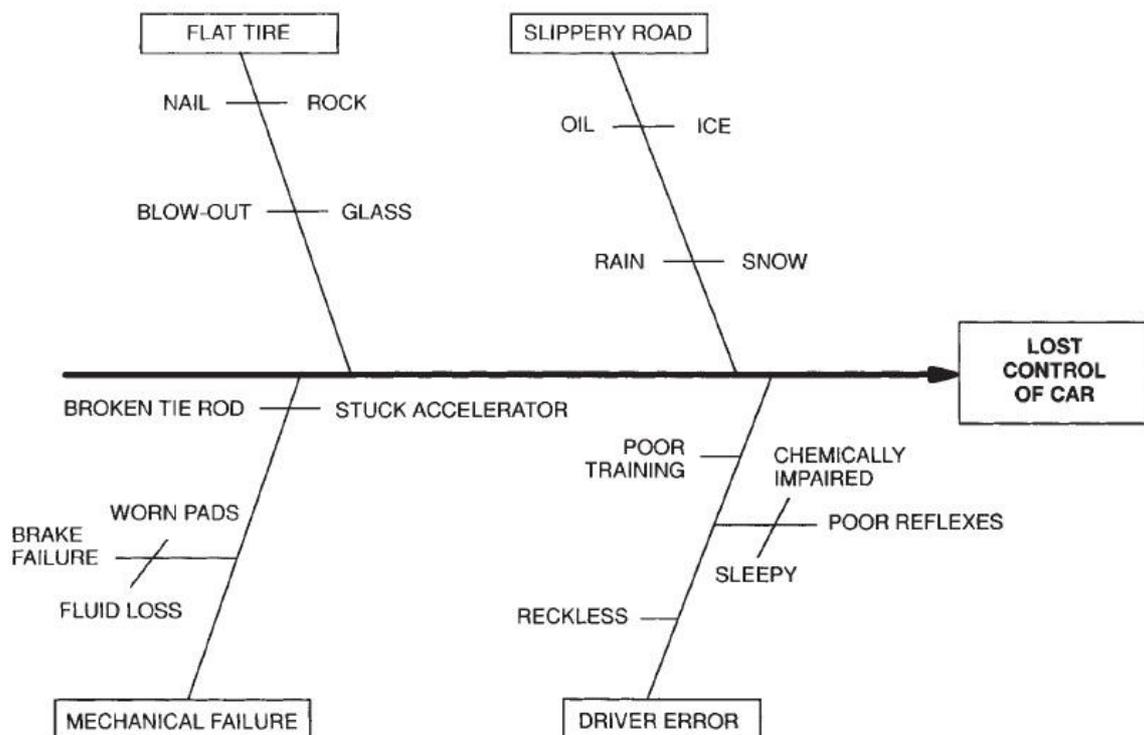


Figura 4- Diagrama Causa-Efeito(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).

2.2.3 Diagramas de Pareto

O diagrama de Pareto, desenvolvido por Vilfredo Pareto, consiste num método gráfico de análise que permite distinguir entre as causas mais importantes e menos importantes de um problema, isto é, distribui as frequências das causas agrupadas por categorias, da maior para a menor, ilustrando a contribuição de cada causa para o problema que está a ser analisado.

Este diagrama é utilizado para permitir uma maior facilidade na visualização das causas ou problemas mais relevantes, sendo possível, deste modo, priorizar os problemas mais críticos a resolver. Podemos então definir algumas vantagens deste diagrama, sendo as mesmas as seguintes:

- Destaca as causas que terão maior impacto em caso de ocorrerem;
- Possibilita uma visão simples e rápida da importância relativa dos problemas;
- Ajuda a evitar que aumentem algumas causas quando se tenta solucionar outras;
- O formato do diagrama proporciona um incentivo extra para a obtenção de melhorias.

Segundo Requeijo & Pereira (2012) a elaboração de um diagrama de Pareto deve-se orientar pelos seguintes passos:

- Definição dos dados a recolher e o período de recolha dos mesmos;
- Recolha dos dados;
- Classificação dos dados obtidos em categorias e quantificar as mesmas;
- Cálculo da percentagem relativa de cada categoria;
- Ordenação das percentagens obtidas por ordem decrescente;
- Representação das categorias e as suas percentagens relativas num gráfico de barras;
- Desenho da curva dos valores acumulados das frequências.

O diagrama de Pareto pode ser utilizado em duas categorias, sendo elas, o diagrama de Pareto por efeitos e o diagrama de Pareto por causas.

Na Figura 5 observa-se um exemplo desta ferramenta.

①	②	③	
Order-Form Item	Number of Errors	Percent of Total	Cumulative-Percent of Total
G	44	29	
J	38	25	29
M	31	21	54
Q	16	11	75
B	8	5	86
D	5	3	91
C	3	2	95
A	1	0.67	97
O	1	0.67	98
R	1	0.67	98
N	1	0.67	99
L	1	0.66	99
I	0	0	100
E	0	0	100
H	0	0	100
K	0	0	100
F	0	0	100
P	0	0	100
TOTAL	150	100	100

FIGURE V.13 Pareto table of errors on order forms. (Juran Institute.)

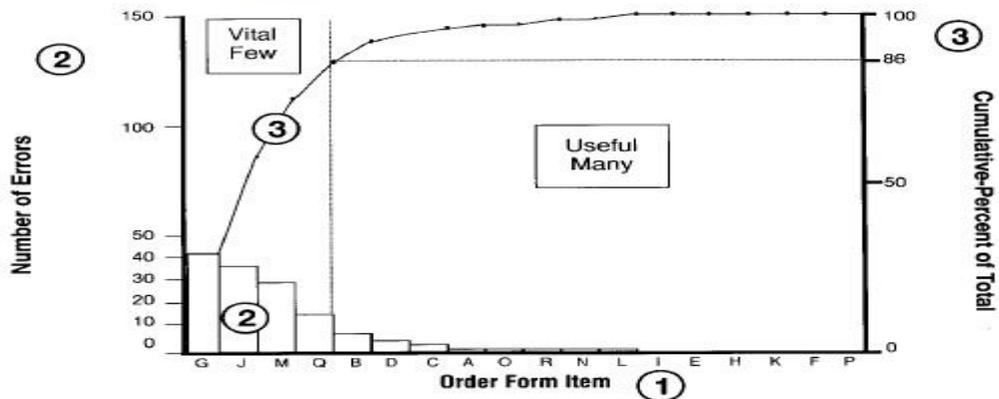


Figura 5- Diagrama de Pareto(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998).

2.2.4 Folha de Verificação

A folha de verificação (Figura 6) é uma ferramenta que tem como objetivo facilitar a recolha de dados e a análise dos mesmos. Esta tem uma utilidade elevada, devido à obtenção de dados históricos, atuais e operacionais do processo que se está a analisar, podendo deste modo, facilitar a caracterização desses dados levando a soluções com o objetivo de atingir melhorias no processo.

COMPONENTS REPLACED BY LAB	
Enter a mark for each component replaced. Mark like the following: / // /// //// <i>HHH</i>	
Time Period: 22 Feb to 27 Feb 1988	
Repair Technician: Bob	
TV SET MODEL 1013	
Integrated circuits	<i>HHH</i>
Capacitors	<i>HHH HHH HHH HHH HHH //</i>
Resistors	<i>//</i>
Transformers	<i>////</i>
Commands	
CRT	<i>/</i>
TV SET MODEL 1017	
Integrated circuits	<i>///</i>
Capacitors	<i>HHH HHH HHH HHH HHH //</i>
Resistors	<i>/</i>
Transformers	<i>//</i>
Commands	<i>HHH HHH HHH ///</i>
CRT	<i>/</i>

Figura 6- Folha de Verificação (JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998)

2.2.5 Histogramas

O Histograma é um gráfico de barras verticais que representa a variação de uma medida num grupo de dados através da distribuição de frequência dos mesmos. Os dados são classificados em categorias num intervalo definido ao longo de uma escala contínua, tendo como utilidade, observar a distribuição da ocorrência dos mesmos entre as várias categorias.

Esta ferramenta contém várias vantagens no seu uso, sendo as mesmas as seguintes:

- A construção do histograma ajuda a compreender a tendência central, a dispersão e as frequências relativas das categorias de dados obtidos;
- Obtém-se uma visualização rápida do comportamento da população dos dados obtidos;
- Mistura grande quantidade de dados alcançando uma visão clara da distribuição dos mesmos;
- Diminuí o custo e o tempo de análise ao trabalhar com amostras.

A Figura 7 mostra um exemplo desta ferramenta.

Number of observations	Recommended number of cells
20-50	6
51-100	7
101-200	8
201-500	9
501-1000	10
Over 1000	11-20

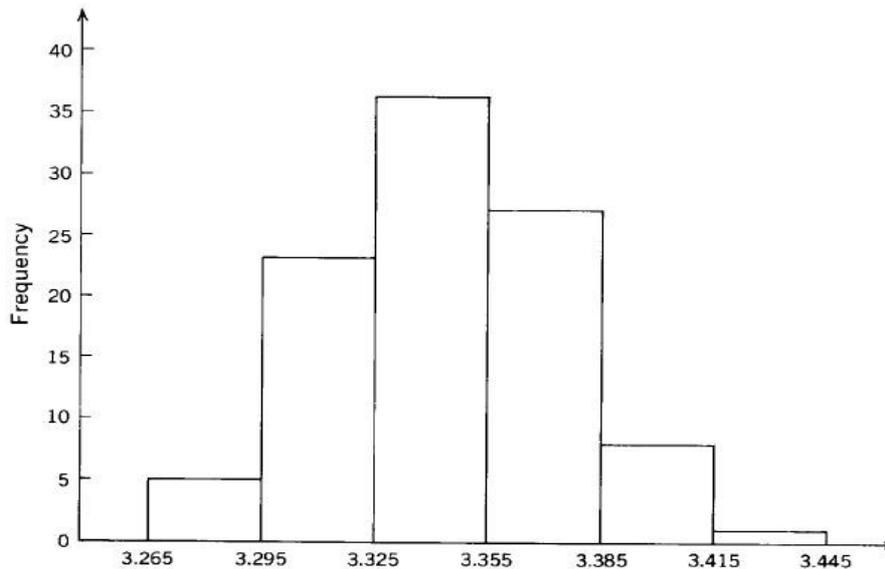


Figura 7- Histograma (JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998)

2.2.6 Gráfico de dispersão

O gráfico de dispersão (Figura 8) é uma ferramenta da qualidade cuja função é a representação de uma possível relação entre duas variáveis. Nesta são utilizados dados quantitativos das variáveis em estudo, sendo que, esta relaciona uma variável independente, que é a causa que provoca um efeito, e uma variável dependente, que é o efeito, permitindo visualizar o que acontece com uma variável quando se altera a outra, e saber se as variáveis se relacionam e que tipo de correlação elas têm uma com a outra.

Deste gráfico podem sair três tipos de correlações diferentes entre as variáveis que se está a estudar, podendo ser:

- **Correlação positiva:** Esta correlação acontece quando existe uma aglomeração dos dados com uma tendência crescente no gráfico, isto é, quando uma variável aumenta a outra também aumenta.
- **Correlação negativa:** Esta correlação, ao contrário da correlação positiva, acontece quando a aglomeração dos dados no gráfico apresenta uma tendência decrescente, significando que, quando uma variável aumenta a outra diminui.

- **Correlação nula:** Esta correlação acontece quando existe uma grande dispersão dos dados no gráfico ou quando não existe nenhuma tendência na aglomeração dos mesmos, significando que, as variáveis não apresentam uma correlação que se consiga visualizar.

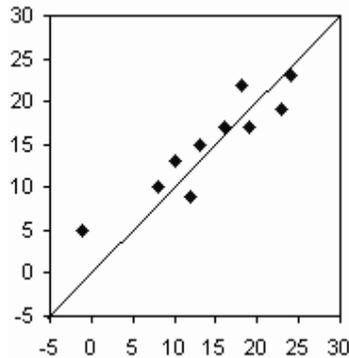


Figura 8- Diagrama de Dispersão (JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998)

2.2.7 Gráficos de Controlo

A última das sete ferramentas básicas da qualidade a ser apresentada é os gráficos de controlo. Os gráficos de controlo vão consistir, tal como o nome indica, em gráficos que vão conter limites superior e inferior, onde é marcada a evolução de valores estatísticos de medidas para séries de amostras ou sub-grupos. Estes também contêm uma linha central para ajuda na deteção de tendência dos valores marcados em relação a qualquer dos limites de controlo.

Esta ferramenta é importante no sentido de atingir controlo e melhorias do processo, pois, consegue separar duas causas de variação, e tem como objetivos mostrar evidências que o processo se encontra estatisticamente controlado, permitindo identificar a presença de causas especiais de variação. Após identificação dessas causas, há lugar para que haja ações corretivas para melhoria continuada da capacidade do processo em estudo, e para manter o controlo estatístico, utiliza-se os limites de controlo como forma de haver decisões em tempo real do andamento do processo.

Os gráficos de controlo seguem, então, os seguintes pressupostos fundamentais (Aliverdi et al., 2013):

- As amostras que são aplicadas nos gráficos de controlo devem ser estatisticamente distribuídas por uma distribuição normal, se não for o caso, pelo menos aproximarem-se da mesma.
- As medições devem ser estatisticamente independentes uma das outras, isto é, uma medição não deve afetar o valor de outra medição.

Nos gráficos de controlo identificam-se dois tipos diferentes de gráficos: os gráficos de controlo por variáveis e os gráficos de controlo por atributos.

Os **gráficos de controlo por variáveis** são usados quando os valores da amostra em estudo são expressos por um valor numérico, presumindo que os valores obtidos são estatisticamente independentes e a sua população segue uma distribuição normal. Os gráficos que são obtidos para efetuar o controlo do processo são: um gráfico das médias das amostras, Gráfico \bar{X} , que controla o nível médio do processo, e um gráfico das amplitudes das amostras ou desvio padrão das amostras, gráfico R ou gráfico s, que controla a dispersão do processo em estudo. Na Tabela 1 e Tabela 2 pode-se ver como se calculam os limites de controlo inferior, superior e central (LIC; LSC; LC) para estes gráficos.

No anexo I encontra-se a tabela com as constantes presentes nas tabelas.

Tabela 1- Limites de controlo dos gráficos de controlo por variáveis para Parâmetros não conhecidos

Tipo de Gráfico	Gráfico	LIC	LC	LSC
Gráficos \bar{X} , R	Gráfico \bar{X}	$\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$
	Gráfico R	$D_3 \bar{R}$	\bar{R}	$D_4 \bar{R}$
Gráfico \bar{X} , s	Gráfico \bar{X}	$\bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s}$
	Gráfico s	$B_3 \bar{s}$	\bar{s}	$B_4 \bar{s}$

Tabela 2- Limites de controlo dos gráficos de controlo por variáveis para Parâmetros conhecidos

Tipo de Gráfico	Gráfico	LIC	LC	LSC
Gráficos \bar{X} , R	Gráfico \bar{X}	$\mu - A \sigma_x$	μ	$\mu + A \sigma_x$
	Gráfico R	$D_1 \sigma_x$	$d_2 \sigma_x$	$D_2 \sigma_x$
Gráfico \bar{X} , s	Gráfico \bar{X}	$\mu - A \sigma_x$	μ	$\mu + A \sigma_x$
	Gráfico s	$B_5 \sigma_x$	$c_4 \sigma_x$	$B_6 \sigma_x$

Os **gráficos de controlo por atributos** são usados quando o resultado da inspeção da amostra em estudo é expresso a partir de uma contagem. Consequentemente, existem 4 tipos de gráficos de controlo por atributos, sendo os seguintes: p e np são gráficos por peças defeituosas, e c e u são gráficos por defeitos nas peças.

O gráfico p diz respeito á fração de produtos defeituosos que são produzidos no processo e o gráfico de controlo apresenta a fração de peças não conforme. O gráfico np corresponde ao número de peças

defeituosas na amostra. Estes dois gráficos apresentam o mesmo conteúdo informativo, sendo que se o n se apresentar constante, não existe nenhuma diferenciação no uso de um ou do outro gráfico.

Tal como foi referido anteriormente, os gráficos c e u utilizam o número de defeitos para se produzir o gráfico. A diferença entre eles é a seguinte: os gráficos c analisam o número de defeitos que ocorrem numa amostra, com os gráficos u a analisar o número de defeitos por peça produzida, isto é, o número médio de não conformidades por peça.

Tabela 3- Limites de controlo dos gráficos de controlo por atributos

Gráfico	LIC	LC	LSC
Gráfico np	$n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p} * (1 - \bar{p})}$	$n\bar{p}$	$n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p} * (1 - \bar{p})}$
Gráfico p	$\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}}$	\bar{p}	$\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}}$
Gráfico c	$\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$	\bar{c}	$\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$
Gráfico u	$\bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	\bar{u}	$\bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

Para se conseguir interpretar um gráfico de controlo, olha-se diretamente para os dados que se encontram fora dos limites de controlo ou exibem padrões não regulares, sendo esses dados transmitem que aconteceu uma causa especial no processo, isto é, aconteceu um evento que provocou essa variação. Apesar de todos os valores no gráfico se encontrarem aleatoriamente entre os limites de controlo, pode-se assumir que se está a observar a normalidade no processo, podendo esse não ser o caso. Por essa razão, existem regras que devem ser observadas na interpretação dos gráficos de controlo, para se perceber se o processo se encontra estatisticamente controlado ou não.

Segundo Benneyan & Lloyd (2003) apresentaram as seguintes regras para saber se houve uma variação de causa especial no processo:

- Um ponto encontra-se fora dos limites de controlo superior ou inferior;
- Dois dos três pontos consecutivos fora do limite de dois desvio-padrão, do mesmo lado da linha central;
- Quatro dos cinco pontos consecutivos fora do limite de um desvio-padrão, do mesmo lado da linha central;

- Oito pontos consecutivos do mesmo lado da linha central;
- Seis pontos consecutivos quer acima ou abaixo da linha central;
- Existe um comportamento cíclico de variação

Estudo de capacidade do Processo

Com os dados que se obtêm a partir dos gráficos de controlo, e para ajudar na análise estatística do processo, pode-se aplicar a análise de capacidade do processo. Esta análise é uma técnica de controlo estatístico do processo, que pode ser usada em muitas fases do ciclo do produto, que inclui processos de produção, planeamento e no design do produto. Esta análise vai fornecer informações sobre as mudanças e tendências de sistemas durante a produção e determina a capacidade de produção entre os limites de tolerância e especificações de engenharia.

Para fazer o estudo de capacidade do processo utiliza-se índices de capacidade do processo. Estes indicam se o processo é capaz de produzir dentro dos seus limites de especificação e são usados para assegurar a estabilidade do mesmo. Existem diversos índices de capacidade do processo, sendo os quatro principais, utilizados com distribuições normais, os seguintes:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad \text{(Equação 1)}$$

$$C_{pl} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \quad \text{(Equação 2)}$$

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \quad \text{(Equação 3)}$$

$$C_{pk} = \min \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right) \quad \text{(Equação 4)}$$

Nestas equações dos índices de capacidade do processo, USL é o limite superior de especificação, o LSL é o limite inferior de especificação, \bar{X} é a média do processo e σ o desvio padrão do processo.

A capacidade do processo, que será o resultado de todos os índices, é avaliada segundo a Tabela 4.

Tabela 4 - Índices de capacidade

Valor do Índice	Processo
<1	Incapaz
1 a 1,33	Aceitável
>1,33	Capaz

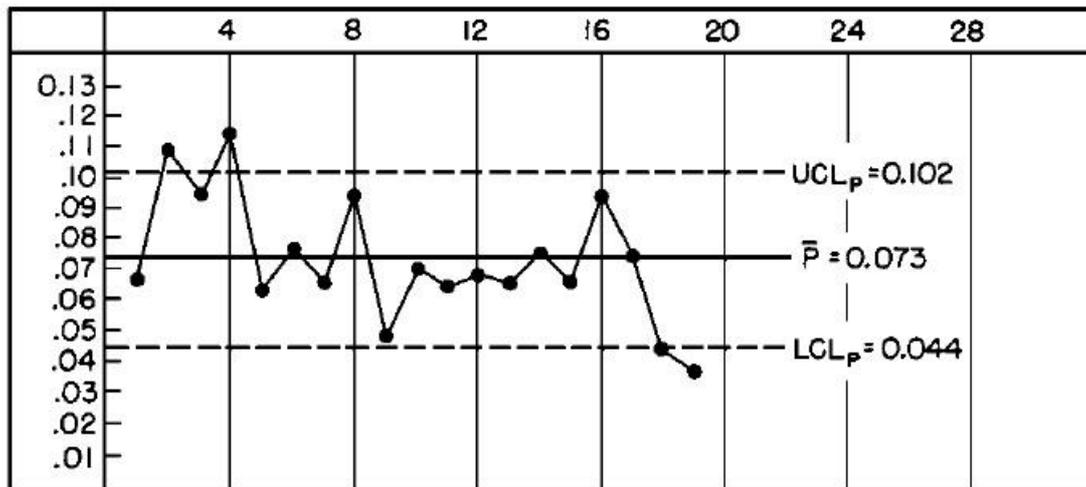


Figura 9- Gráfico de controle(JURAN'S QUALITY HANDBOOK, 1998)

2.2.8 Outras Ferramentas da Qualidade

Tal como já foi referido anteriormente, existem várias ferramentas da qualidade contando com as 7 ferramentas básicas de qualidade, já apresentadas. Nesta subsecção serão apresentadas ferramentas que foram utilizadas durante a realização desta dissertação, que serviram de apoio na aplicação das ferramentas básicas da qualidade.

Brainstorming

O *brainstorming* é uma ferramenta complementar às ferramentas de qualidade, sendo na sua principal definição uma ferramenta de geração de ideias. Esta ajuda as ferramentas de qualidade a atingirem o seu potencial, exigindo que elas sejam utilizadas por uma diversidade de pessoas, cujas qualificações são diferenciadas, pertencendo a um grupo de trabalho. Esta ferramenta vai envolver a contribuição de todos os envolvidos no grupo de trabalho na procura de soluções para a resolução de problemas. Este envolvimento que o *brainstorming* gera vai assegurar que o grupo de trabalho tenha melhor qualidade nas decisões tomadas, exista um maior comprometimento e a responsabilidade é repartida por todos os elementos do grupo.

Esta ferramenta pode ser aplicada em qualquer fase do processo de resolução de problemas, sendo fundamental na identificação e seleção dos problemas a resolver e na geração de ideias para solucionar os mesmos. Existem diversas formas de aplicar esta ferramenta, porém destaca-se a seguinte, que compreende quatro fases (Bernillon & Cerutti, 1990):

- 1) Relembrar aos elementos do grupo de trabalho as regras a respeitar:

- Todas as ideias devem ser ditas, mesmo as mais extravagantes;
 - Devem ser produzidas o maior número possível de ideias;
 - Utilização das ideias dos outros para desenvolver as próprias ideias;
 - Não admissão de críticas ou comentários inibidores;
 - Cada um exprime por sua vez uma única ideia até que não haja mais nada a sugerir;
 - A participação deve-se fazer num bom ambiente;
- 2) Definição, registo e explicação do assunto a tratar;
 - 3) Fase de criação. Nesta fase cada um dos participantes deve exprimir-se quando for a sua vez, tornando mais fácil que pessoas tímidas tenham a sua palavra, devendo ser produzidas cinco a dez ideias;
 - 4) Fase de análise. Nesta fase as ideias devem ser agrupadas de acordo com a sua natureza, devendo ser rejeitadas as ideias que são pouco relacionadas com o problema em causa.

Diagrama em Árvore

O diagrama em Árvore é uma ferramenta que apresenta a definição dos meios que permitem atingir um objetivo estabelecido por um grupo de trabalho, permitindo o desdobramento do mesmo até se conseguir chegar a ações executáveis. Esta diagrama é muito versátil, devido ao facto de permitir o desdobramento de causas, recursos e ações de melhoria.

Segundo Requeijo & Pereira (2012), para elaborar um Diagrama em Árvore é necessário seguir os seguintes passos:

- Definição do tema ou objetivo a alcançar. Através da realização de uma sessão de *Brainstorming* existe a definição dos objetivos de nível 1, que constituem os ramos que se ligam ao objetivo final;
- Desdobramento dos níveis adjacentes, até não se conseguir um maior desdobramento;
- Revisão do diagrama com o objetivo de verificar se o conteúdo e a estrutura da árvore se apresentam coerentes e se permite atingir o objetivo final.

Para se fazer o desdobramento de causas que dão origem a efeitos ou situações que originam problemas, em cada passagem de nível deve-se levantar a questão “Porquê?” para se elaborar o diagrama, como se pode observar no exemplo da Figura 10.

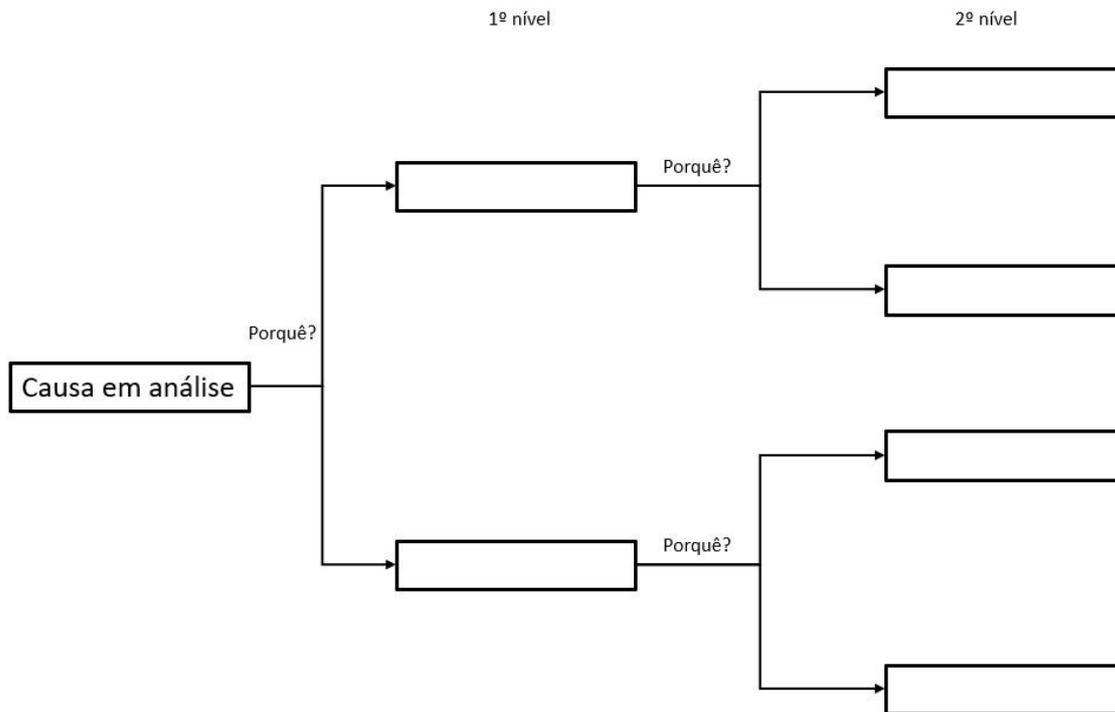


Figura 10- Diagrama em Árvore.

Técnicas de Amostragem

Esta ferramenta funciona como uma ferramenta intermediária na aplicação das ferramentas básicas de qualidade. Existem 2 abordagens para amostragem, sendo as mesmas apresentadas a seguir.

A primeira abordagem de amostragem, as amostras são retiradas essencialmente ao mesmo tempo ou numa sequência muito próxima, tendo como objetivo formar subgrupos. Com esta abordagem, obtém-se alvos do processo ao longo do tempo, sendo útil na monitorização do mesmo, para perceção de mudanças.

Na segunda abordagem, é feita uma seleção aleatória das amostras, com as amostras obtidas a serem produzidas durante um intervalo de amostragem, com os valores a serem atribuídos a um subgrupo. Esta abordagem vai ajudar na tomada de decisões sobre todo o conjunto de unidades ao longo de um período de tempo fixo, obtendo dificuldades com a perda de tempo na ordenação de dados e na deteção de certos tipos de alterações que podem ocorrer no processo(Jones-Farmer et al.,2014.).

Existem alguns problemas que são comuns as duas abordagens, sendo que existem dois grandes problemas que diz respeito à escolha de um subgrupo, com os mesmos a serem com o tamanho e a frequência de amostragem. Quanto menor for o subgrupo, menor será a oportunidade de se encontrar uma variação ou mudança no processo, mas quanto maior for o tamanho da amostra maior será a facilidade de se encontrar uma variação ou mudança no processo, podendo-se detetar a presença de causas especiais que podem estar a afetar o processo. Para a frequência de recolha de amostras não

existem nenhuma regras gerais, sendo que a frequência de amostragem diz respeito ao intervalo de tempo em que foram recolhidas as amostras da população(Jones-Farmer et al., 2014).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo será apresentada a empresa onde decorreu o trabalho que foi realizado nesta dissertação, começando pela sua identificação e expondo a sua política de qualidade, missão, visão e valores e a descrição as atividades industriais exercidas pela mesma

3.1 Identificação da empresa



Figura - Logotipo da empresa

A FRIGOCON – Indústria de Frio e Congelação S.A., iniciou a sua atividade em Portugal, Vila do Conde, Touguinha no ano de 1976. Desde então, a FRIGOCON expandiu-se, desenvolvendo o seu negócio tanto em território nacional como em mercados internacionais. Atualmente, o grupo Fricon encontra-se presente em mais de 115 países, sendo este detentor de 3 unidades produtivas, duas em Touguinha, Vila do Conde, Portugal e uma em Recife, Brasil. Em 2019, apresentava nos seus quadros mais de 1000 colaboradores sendo que 220 se encontram em Portugal, 800 no Brasil e 5 em Espanha. O volume de negócios em 2019 foi superior aos 100 M€. A sua gama de produtos espalha-se por 5 grandes grupos: bebidas, domésticos, gelados e congelados, mobile e supermercados. O grupo dedica-se à conceção, desenvolvimento, produção e comercialização de equipamentos de refrigeração, conservação e congelação. Desde o seu início que demonstrou grande agilidade empresarial, visto que os seus produtos passaram de equipamentos domésticos, como frigoríficos, para equipamentos comerciais. Para além disso, lidera o mercado das soluções horizontais no segmento dos gelados, no segmento vertical de bebidas, no retalho alimentar e, mais recentemente, nas soluções integradas para otimização de espaço em grandes superfícies. Estas mudanças estratégicas nos mercados foram sustentadas com o lançamento de novos produtos que responderam às necessidades existentes dos mercados. De facto, a FRIGOCON é uma empresa em expansão, sendo que em 2020 procedeu-se ao lançamento do plano estratégico de negócios 2020-2022, com o intuito de se realizar uma nova revolução para a projeção de novas soluções e tecnologias para o retalho alimentar (Fricon -

Departamento de RH, 2020). Este plano desenrola-se de acordo com a visão da organização, uma vez que tem como objetivo a liderança do grupo Fricon no desenvolvimento de soluções de refrigeração e conservação de alimentos e bebidas com vista à sustentabilidade, inovação e baixo consumo. Os seus valores são refletidos nos produtos oferecidos graças à orientação e customização disponibilizada ao cliente, sustentabilidade, confiança, inovação e qualidade que estes apresentam. Na Figura 11 está exposto o organigrama da empresa.



Figura 11- Organigrama Frigocon.

3.2 Política de Qualidade

De seguida será exposta a política de Qualidade da FRIGOCON – Indústria de Frio e Congelação S.A..(Fricon - Departamento de RH, 2020)

A política de Qualidade da empresa consiste na contínua satisfação dos clientes através do fornecimento de serviços e produtos de excelência. Esta política é assumida internamente na perspetiva de:

- Manutenção do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) Certificado segundo o referencial normativo NP EN ISO 9001;
- Garantir a total satisfação dos Clientes, cumprindo os requisitos do produto acordados nomeadamente em termos de prazos de entrega e apoio técnico;

- Contribuir para a melhoria da capacidade técnica e do desempenho através da formação e sensibilização dos colaboradores;
- Motivar e incentivar os colaboradores a participar na manutenção e na melhoria constante do SGQ;
- Consolidar uma cultura de inovação como uma das mais-valias organizacionais;
- Cumprir a totalidade dos requisitos estatutários e regulamentares inerentes ao âmbito do SGQ;
- Melhorar continuamente a eficácia dos Sistemas Implementados;
- Procurar o envolvimento de Fornecedores e outras partes interessadas.

Para que sejam alcançados os objetivos assumidos nesta política a organização promove o trabalho de equipa interno, bem como a satisfação dos seus colaboradores. A Gestão de Topo compromete-se a fornecer os recursos e meios necessários à prestação de serviços no âmbito da atividade da empresa.

3.3 Missão, Visão e Valores

Nesta secção são apresentados a missão, visão e valores da empresa.

- **Missão:** Conceção, desenvolvimento, produção e comercialização de equipamentos de refrigeração, conservação e congelação com reconhecida competência, de qualidade ímpar, que refletem uma orientação clara para a inovação, tecnologia e sustentabilidade. Os nossos produtos de excelência cumprem o nosso maior propósito a satisfação contínua dos nossos clientes, em todas as partes do mundo.
- **Visão:** Posicionar a Fricon como líder no desenvolvimento de soluções de refrigeração e conservação de alimentos e bebidas orientadas para a sustentabilidade, inovação e baixo consumo.
- **Valores:**
 - Orientação para o cliente;
 - Sustentabilidade;
 - Confiança;
 - Inovação;

➤ Qualidade.

3.4 Descrição das Atividades Industriais exercidas

Tal como foi indicado na identificação da empresa esta possui 3 unidades industriais, sendo que esta dissertação foi realizada nas 2 unidades industriais localizadas em Touguinha, Vila do Conde, Portugal, a Unidade de Produtos Acabados (UPA) e a Unidade de Produtos Intermédios (UPI), sendo que só vão ser descritas as atividades industriais exercidas nestas 2 unidades.

De uma forma geral, o processo inicia-se na **chaparia**, onde se cortam as chapas com as dimensões desejadas para todos os equipamentos produzidos. De seguida as chapas vão para a punçoadora, onde as chapas são furadas em diversos sítios para se poder fazer aplicação de acessórios. Após este estar finalizado, segue-se a fase da quinagem das diferentes peças, que consiste em efetuar quinias nas chapas de modo a permitir a união entre chapas que constituem o invólucro dos equipamentos.

Na **pré-montagem** é efetuada a montagem dos vários componentes dos tanques internos e externos. Nesta fase obtém-se o tanque interior pronto para o enrolamento do tubo de refrigeração, seguem-se operações de soldadura de acessórios no respetivo tubo, isolamento dos aros, emendas e cantos para evitar a perda de poliuretano na fase de enchimento. Os tanques externo e interno são montados e encaminhados para o enchimento.

Na **fase de enchimento**, coloca-se o tanque dentro do molde e procede-se ao enchimento do tanque com poliuretano.

Após ser feito o enchimento do tanque este passa para a **zona de montagem**, onde é efetuada a colocação dos diversos componentes, como por exemplo os *led's*, as calhas de esgoto, os suportes, os *bumpers*, os niveladores, etc. É colocada a base do motor, com os diversos componentes para de seguida ser carregado o gás respetivo. O equipamento entra então na fase de testes de fim de linha, onde é ligado à corrente, com a finalidade de garantir o cumprimento dos requisitos técnicos e de performance do mesmo.

Na **zona de embalagem** o produto é limpo e são colocados os aramados no interior, sendo depois embalado e colocado em paletes, seguindo depois para o armazém de produto acabado onde aguarda a sua expedição.

Estes processos são realizados todos na UPA, sendo que de seguida vão ser apresentados os processos que decorrem na UPI.

Na UPI o processo inicia-se na **serralharia** onde é fabricado o aramado e outros componentes necessários para aplicação nos equipamentos, tal como o condensador, a base para o compressor, etc. Em seguida essas peças passam para a secção de **pintura**, onde existem 2 processos de pintura distintos. Para o aramado interior o processo inicia-se com o encaminhamento das peças para uma estufa, sendo depois cada peça mergulhada num contentor para proceder ao processo de plastificação da peça, por intermédio de um operador. De seguida cada peça plastificada/pintada segue na linha e vai secando até ser recolhida. Para os restantes componentes, como por exemplo, o condensador ou as grelhas exteriores, neste caso o processo inicia-se por intermédio de uma correia que faz o encaminhamento das peças para o posto de pintura. O operador procede à pintura de cada peça individualmente, através de uma pistola por magnetismo, sendo que depois de esta operação estar concluída os componentes são dirigidos para uma segunda estufa, com o objetivo de secar e desta forma conferir brilho tornando a peça acabada. As peças são depois paletizadas e armazenadas para posterior envio para a UPA.

Na secção dos **plásticos**, existem 3 tipos de processos de fabrico, a injeção, a extrusão e a termoformação que fabricam a maioria dos componentes plásticos aplicados nos equipamentos. Depois de produzidos, estes são acondicionados em caixas de cartão canelado ou acondicionados em paletes e enviados para o armazém.

A secção de **assistência técnica** encontra-se também na UPI, onde é efetuada a manutenção e reparação aos equipamentos de clientes.

Tal como já foi referido anteriormente, o trabalho realizado nesta dissertação foi efetuado nos processos de chaparia, na UPA, e na pintura, na UPI, onde estes vão estar descritos com maior nível de detalhe.

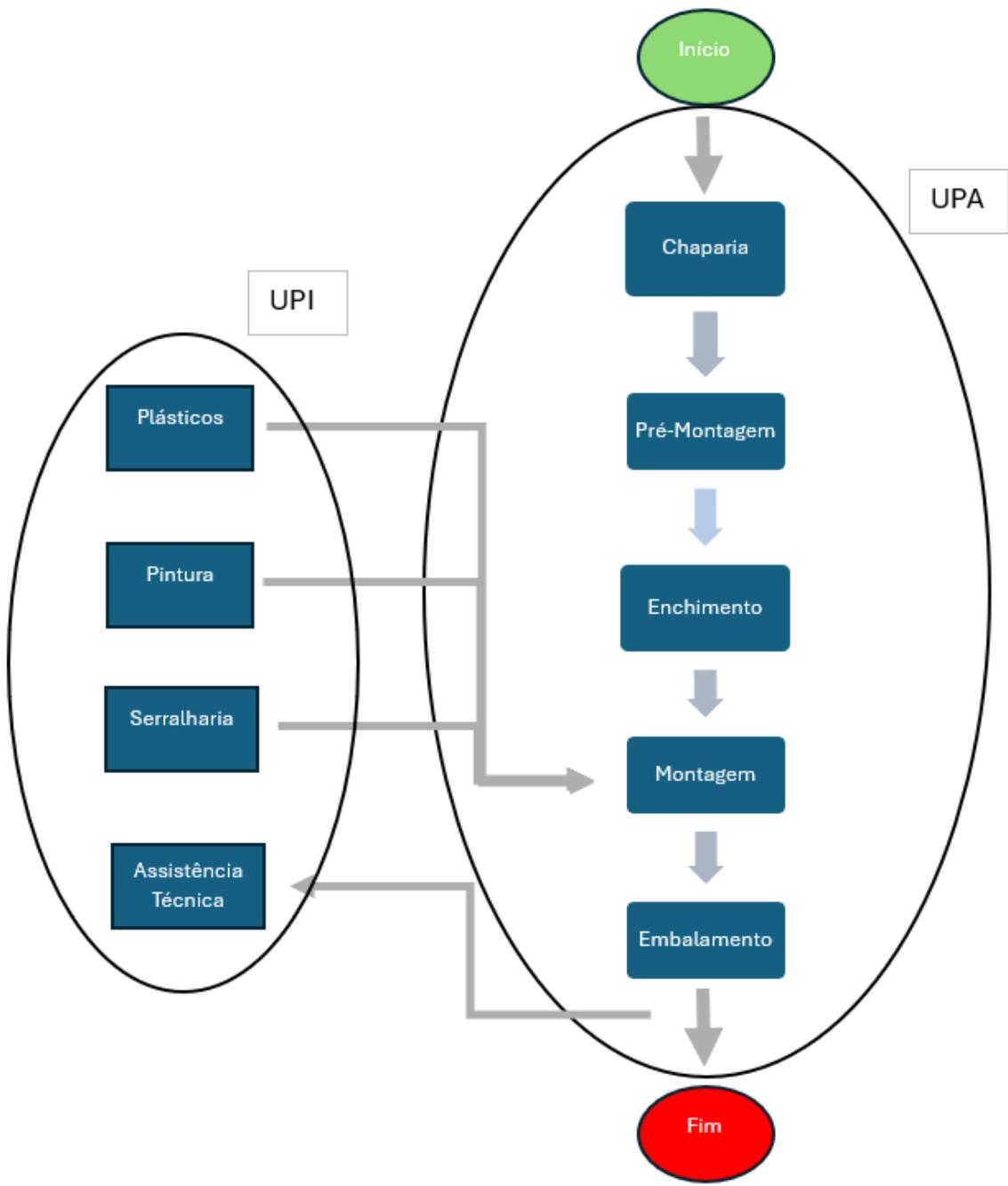


Figura 12- Processos da UPA e da UPI da Frigocon– Indústria de Frio e Congelação S.A.

4. TRABALHO REALIZADO

Neste capítulo vai ser exibido o trabalho realizado na empresa no âmbito desta dissertação. De seguida irá se apresentar as ferramentas de qualidade utilizadas nos processos que foram alvo de estudo, começando pela descrição dos mesmos, o objetivo da utilização das ferramentas e ações que foram implementadas nos processos na realização desta dissertação.

4.1 Descrição dos Processos analisados

Iniciar-se à pelas descrições dos processos que foram alvo de estudo desta dissertação. Os processos analisados foram a chaparia e a pintura, que foram descritos anteriormente, sendo que, vão ser descritos novamente com um nível de detalhe maior. Para elaborar esta descrição foi utilizada uma ferramenta básica da qualidade, o fluxograma. O fluxograma é utilizado neste momento pois permite obter a descrição mais pormenorizada destes processos, permitindo perceber melhor o que acontece nos mesmos, tornando-se numa ajuda indispensável na formação de novos colaboradores. Primeiramente irá ser apresentado o fluxograma do processo de chaparia, descrevendo o mesmo, e de seguida o fluxograma da pintura. Os fluxogramas foram idealizados em conjunto com os colaboradores de ambos os processos, e foi utilizado o programa *Bizagi Modeler* para a sua elaboração.

4.1.1 Descrição do Processo de Chaparia

Devido à complexidade do processo de chaparia, o fluxograma do mesmo foi dividido em 4 secções, com as mesmas a serem descritas uma a uma. O fluxograma completo encontra-se no anexo II.

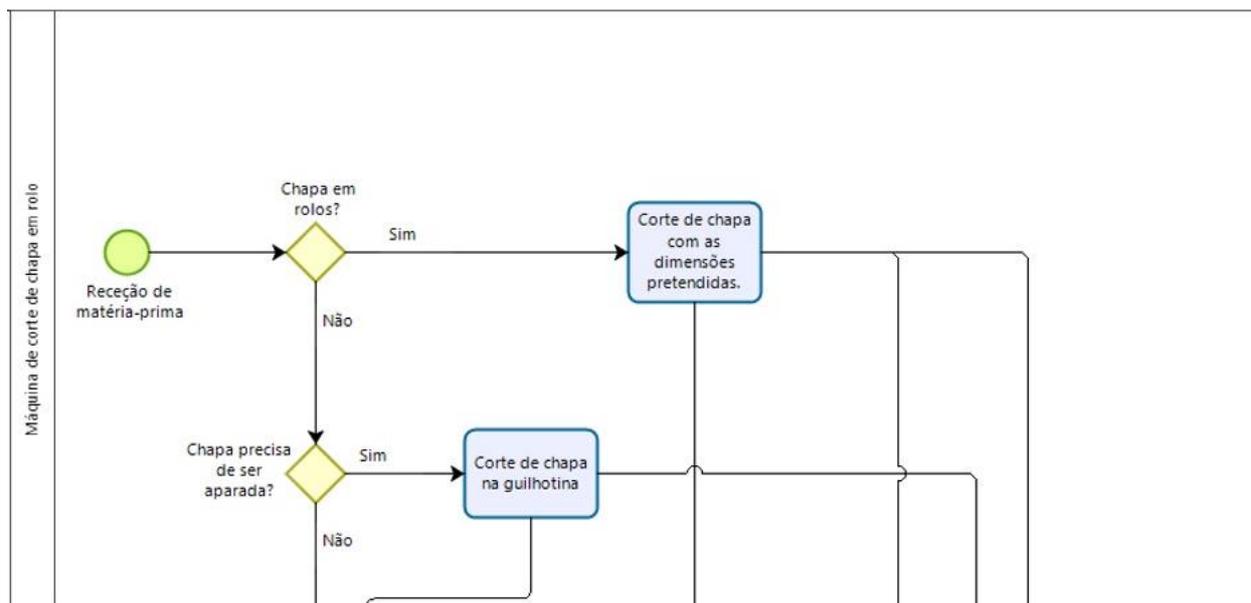


Figura 13- Fluxograma Chaparia Secção da máquina de corte de chapa em rolo

Começando pela secção da máquina de corte de chapa em rolo (Figura 13), na mesma é rececionada a matéria-prima, isto é, a chapa que vai ser utilizada para a produção de arcas. A chapa rececionada pode vir de duas formas distintas, em rolo ou chapa lisa. Se a chapa rececionada estiver em rolo obrigatoriamente a mesma vai ter que se cortada na máquina de corte, saindo cortada com as dimensões pretendidas para a ordem de fabrico em curso, sendo que, dependendo do seu modelo e do seu tipo avança para as outras secções do processo de chaparia. Se a chapa rececionada for lisa, pode ser rececionada diretamente para a secção da punçoadora (Figura 14), podendo passar na guilhotina se precisar de ser aparada.

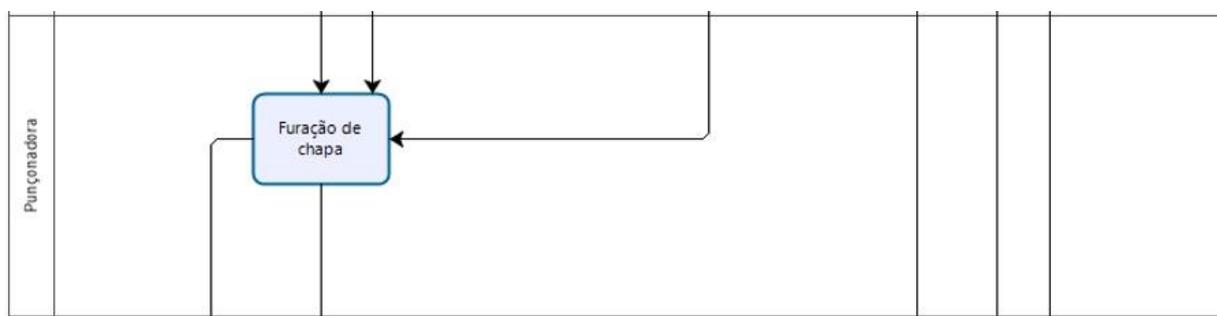


Figura 14- Fluxograma Chaparia Secção Punçoadora

A secção seguinte do processo de chaparia é secção da punçoadora. Neste processo existem duas punçoadoras, uma com maiores dimensões que normalmente trabalha com a chapa rececionada lisa, fazendo as furações necessárias para se poder fazer aplicação de acessórios, dependendo do tipo de modelo e da ordem de fabrico em curso, e a punçoadora de menores dimensões que trabalha maioritariamente com chapa que já sofreu alterações na sua passagem secção da máquina de corte de chapa em rolo, efetuando a mesma operação que a punçoadora de maiores dimensões.

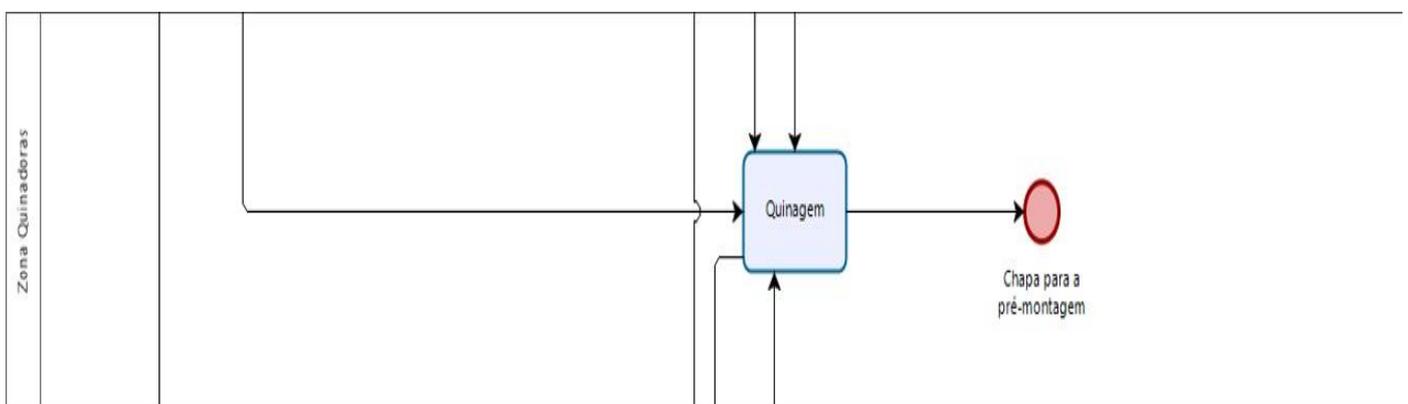


Figura 15- Fluxograma Chaparia Secção Quinadoras

Após passagem pelas duas primeiras secções descritas acima, a chapa pode seguir para a secção das quinadoras (Figura 15) ou para a secção das perfiladoras (Figura 16). Na secção das quinadoras, esta recebe a chapa que pode vir das outras três secções, efetuando a operação de quinagem nas chapas, que consiste em efetuar quinas nas chapas de modo a permitir a união entre chapas que constituem o invólucro dos equipamentos. Após esta operação a chapa segue para o próximo processo, a pré-montagem.

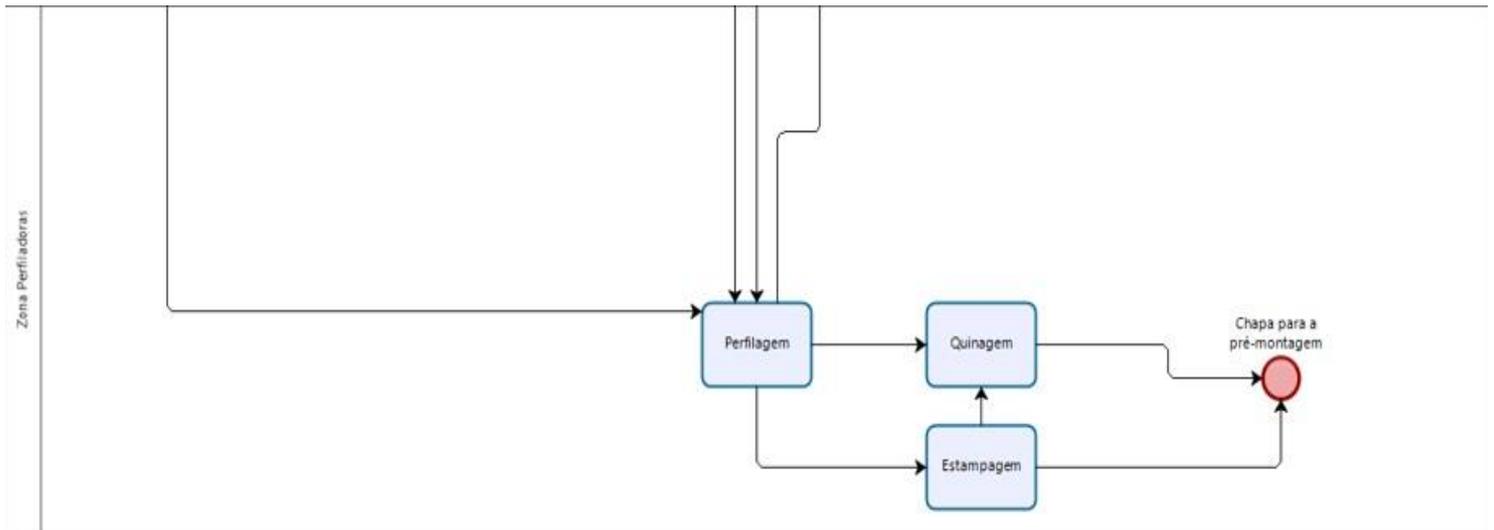


Figura 16- Fluxograma Chaparia Secção Perfiladoras.

A última secção do processo da chaparia a ser apresentada é a secção das perfiladoras. Nesta secção são realizadas três operações na chapa, sendo as mesmas a operação de perfilagem, estampagem e quinagem. Dependendo do modelo e da ordem de fabrico em curso, a chapa pode ser perfilada e de seguida acontecer a operação de estampagem ou quinagem, ou pode passar pelas três operações, sendo que se precisar de quinas com uma maior precisão a chapa pode passar pela secção das quinadoras. Após serem realizadas estas operações a chapa segue para a pré-montagem.

4.1.2 Descrição do Processo de Pintura

O processo de pintura, tal como foi referido acima na descrição das atividades industriais, apresenta 2 processos distintos para o mesmo, a plastificação e a pintura eletrostática, como se apresenta no fluxograma da Figura 17.

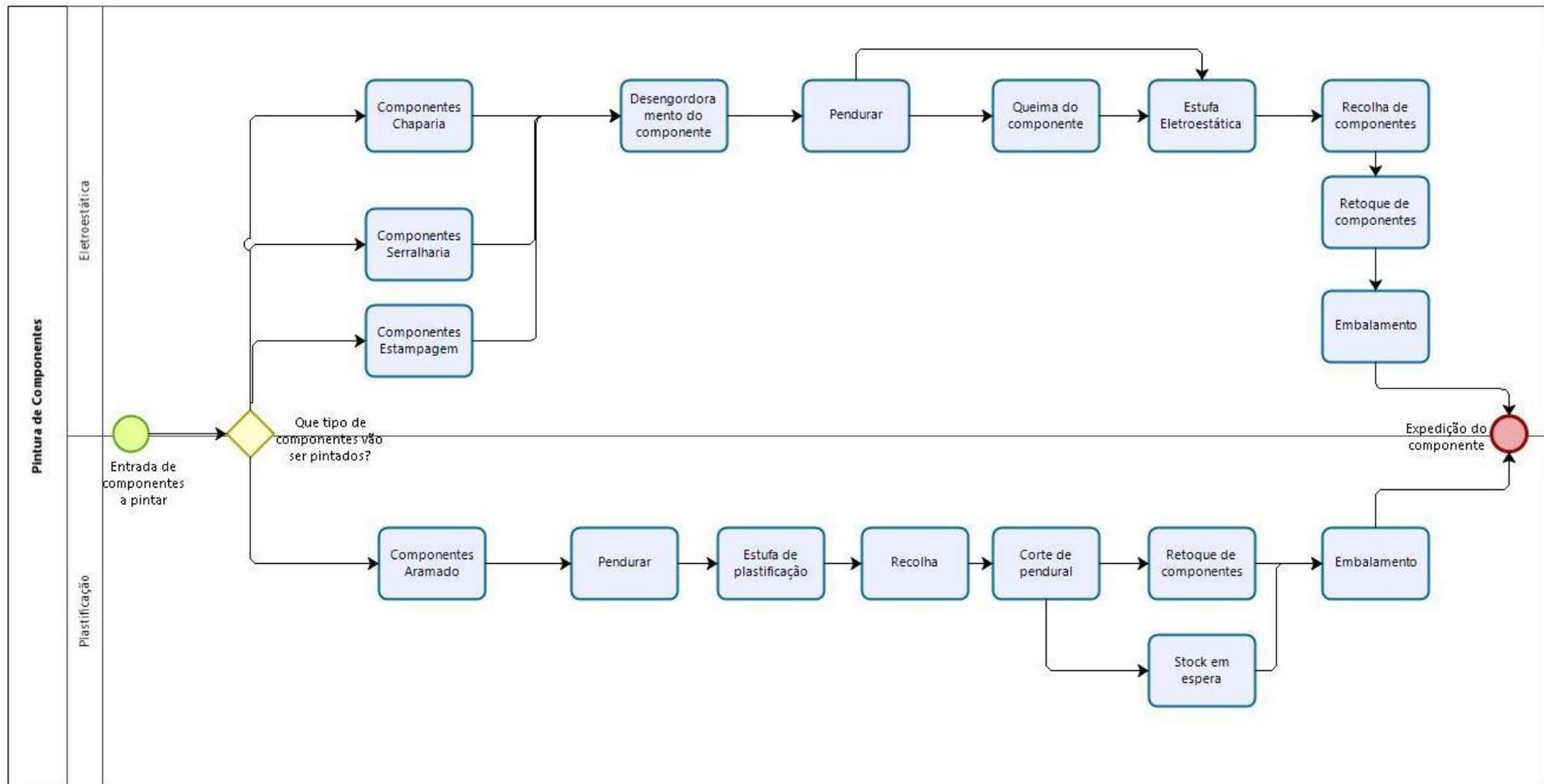


Figura 17- Fluxograma Processo de Pintura

Este processo começa com a chegada de componentes à pintura, com a sua origem a ser importante pois dependendo da mesma, a peça será plastificada ou é pintada com recurso à pistola eletrostática. Os componentes do aramado são os únicos componentes que passam pela plastificação. A plastificação maioritariamente é realizada numa linha automática da estufa de plastificação, onde, por intermédio de um operador, as peças são penduradas seguindo para a estufa de plastificação, sendo queimadas e mergulhadas numa tina e secam, acontecendo todas as operações dentro da estufa de plastificação. Após estas operações as peças são recolhidas por outro operador que também efetua o corte do pendural da peça do aramado. A peça pode ser retocada ou enviada para stock em espera. Antes de ser realocada para a expedição para serem enviadas para a UPA, as peças são cuidadosamente embaladas, com as peças plastificadas a serem embaladas em gaiolas. Os componentes do aramado também podem passar por uma plastificação manual se for necessário, com a única diferença em relação à passagem pela estufa automática de plastificação, é a existência de um operador a mergulhar a peça numa tina, sendo que a peça antes passa numa estufa para queimar impurezas e após mergulho para secar, não havendo mais nenhuma diferença para a passagem da peça na estufa automática de plastificação.

Os componentes com origem na chaparia, serralharia e estampagem são pintados por pintura eletrostática. As peças precisam de ser limpas e desengorduradas antes de serem penduradas na linha que passa na cabine de pintura eletrostática. Esta operação é efetuada por um operador, que também engalha as peças para as conseguir pendurar na linha. Se for necessário garantir que a peça não tem impurezas, a mesma pode fazer uma primeira passagem na estufa para ser queimada antes de ocorrer a sua pintura. Com as peças penduradas na linha, elas passam pela cabine de pintura eletrostática, onde está um operador pronto para pintar as peças por meio de uma pistola por magnetismo, seguindo para a estufa, cujo objetivo da mesma é secar a peça e garantindo brilho na peça acabada. As peças são depois recolhidas pelo mesmo operador que efetua o desengorduramento e pendura as peças, retocando as mesmas se for necessário. Estas são recolhidas para uma palete onde serão embaladas e de seguida são enviadas para a expedição, onde serão armazenadas até ao seu envio para a UPA.

4.2 Chaparia

4.2.1 Análise de defeitos do processo de chaparia

Na análise do processo de chaparia foi necessário perceber que eventuais problemas poderiam estar a ocorrer no mesmo. Para este efeito foi organizada uma sessão de brainstorming com elementos do departamento técnico, sendo que dessa sessão identificou-se que o principal problema do processo de chaparia eram problemas dimensionais das chapas que saíam do mesmo.

Surgiu então o problema da falta de evidências históricas de que existiam de facto problemas dimensionais, sendo que foram identificados os seguintes defeitos que podem ocorrer ao longo do processo, como podemos ver na Tabela 5.

Tabela 5- Defeitos do processo de chaparia

DEFEITOS
Dimensões incorretas
Mossas
Riscos
Perfilagem incorreta
Quinagem incorreta
Estampagem incorreta

Obtendo os defeitos que poderão ocorrer neste processo foi então efetuada uma recolha de dados para ser realizada uma análise de Pareto dos defeitos, sendo que esta análise tem como grande objetivo determinar os defeitos mais frequentes e, também, para obter evidências que os defeitos mais preocupantes deste processo seriam defeitos dimensionais das chapas.

A recolha de dados foi efetuada junto com os colaboradores do processo de chaparia, no período de um mês. Na Tabela 6 encontram-se os dados recolhidos.

Tabela 6- Análise de Pareto dos defeitos do processo de chaparia

Defeitos	Nº defeitos	% defeitos	Frequência Acumulada	% acumulada
Dimensões incorretas	160	62,99%	254	100%
Mossas	42	16,54%	94	37%
Riscos	33	12,99%	52	20%

Perfilagem incorreta	8	3,15%	19	7%
Quinagem incorreta	7	2,76%	11	4%
Estampagem incorreta	4	1,57%	4	2%

No levantamento dos dados que deu origem à tabela 6, podemos ver que foram encontrados no total 254 defeitos. Com os dados da tabela foi possível construir o diagrama de Pareto apresentado na Figura 18.

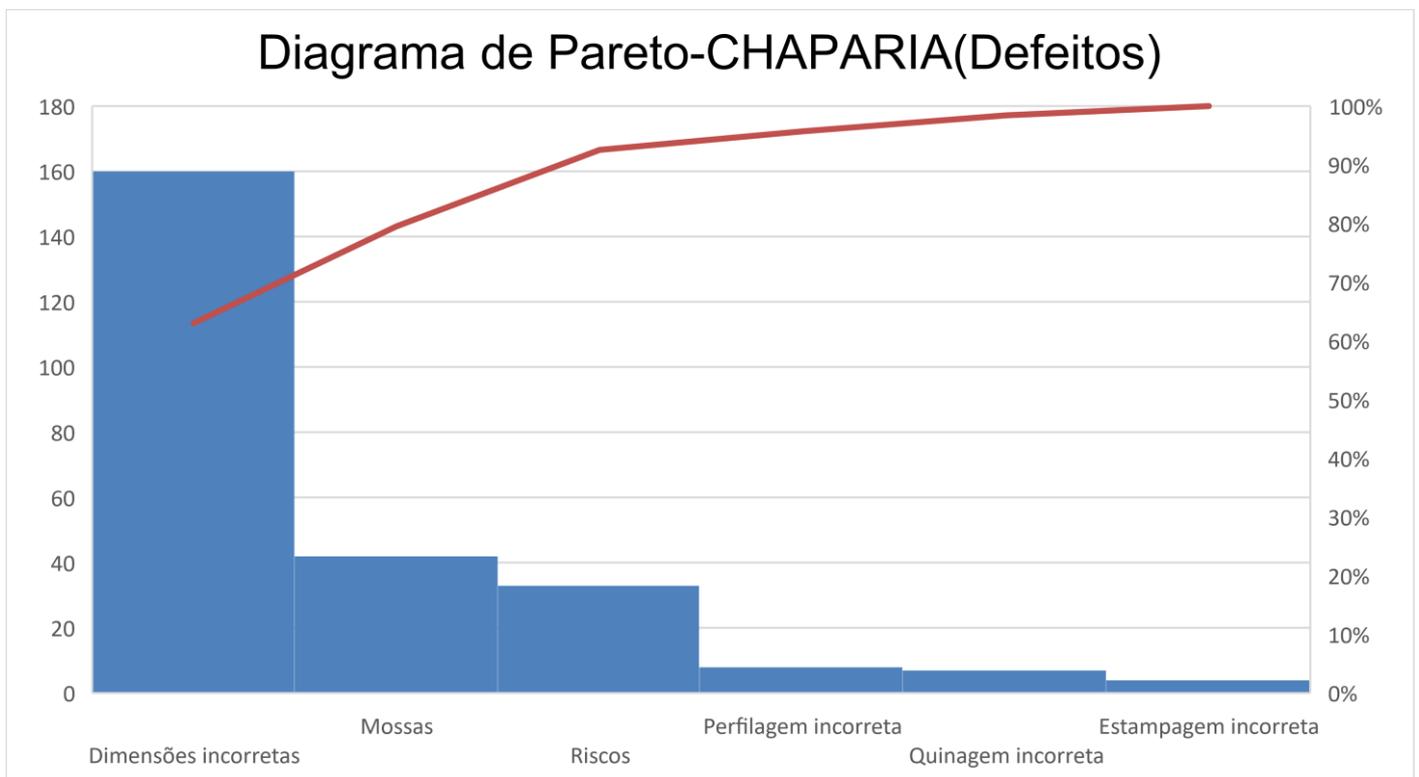


Figura 18- Diagrama de Pareto de Defeitos do processo de chaparia.

Assim, de acordo com este diagrama, pode-se concluir que os defeitos que afetam um maior número de peças na chaparia são os defeitos dimensionais, representando aproximadamente 63% dos defeitos que foram encontrados durante a recolha de dados.

Deste modo, confirmou-se o que tinha sido discutido na sessão de *brainstorming* que ocorreu em conjunto com o departamento técnico, que tinha afirmado que o principal problema no processo da chaparia era os defeitos dimensionais que estavam a ocorrer nas peças que saíam do mesmo. Deste modo os defeitos dimensionais foram analisados mais profundamente, planeando e realizando ações para obter melhor controlo dimensional.

4.2.2 Diagrama causa-efeito dos defeitos dimensionais do processo de chaparia

Definido que os defeitos dimensionais são os defeitos que acontecem com mais frequência no processo de chaparia, é necessário perceber o porquê da sua ocorrência. Para análise do mesmo, foi então usada a seguinte ferramenta básica da qualidade, o Diagrama causa-efeito. Usando esta ferramenta, pode-se identificar as eventuais causas que levam a problemas dimensionais nas peças produzidas no processo, levando a ações que tentam diminuir ou eliminar as causas que serão apontadas no diagrama. Apresenta-se então o Diagrama causa-efeito na Figura 19.



Figura 19- Diagrama causa-efeito problemas/variações dimensionais chaparia

Para construção do diagrama causa-efeito, as causas apresentadas no mesmo foram divididas nas seguintes categorias: Matéria-prima, Mão de obra, Máquinas, Métodos, Meio Ambiente e Medição. Começando pela categoria **Matéria-prima** as causas que foram identificadas são:

- Material da chapa a cortar, tendo que ser levado em conta quais são as características mecânicas da chapa que vai sofrer alterações durante o processo;
- Dimensões da chapa: esta causa poderá causar defeitos dimensionais, com as dimensões da chapa antes de sofrer alterações tem que ser adequado à peça que se irá produzir.

Na categoria **Mão de obra** assinalaram-se as causas apresentadas abaixo:

- Desinteresse do colaborador na tarefa que este se encontra a realizar;
- Concentração do colaborador na tarefa que se encontra a realizar, com a diminuição da mesma a poder ser causada pela fadiga do colaborador;
- Experiência que o colaborador tem na realização da tarefa, esta causa poderá estar relacionada com a formação que o colaborador teve para efetuar a tarefa em curso.

Seguindo com a categoria **Máquinas** as causas assinaladas foram as seguintes:

- Deformações que as máquinas poderão ter, esta causa é afetada pelo desgaste por abrasão das ferramentas, que ao longo do tempo pode provocar defeitos dimensionais, principalmente no corte e na punção de chapas;
- Manutenção das máquinas/equipamentos, se não houver manutenção adequada dos mesmos irão se desenvolver um maior número de defeitos dimensionais;
- Estabilidade e calibração dos equipamentos e máquinas, mais uma vez, os equipamentos de corte e de punção têm que estar devidamente calibrados e estáveis pra garantir que a chapa produzida tem as dimensões pretendidas.

A categoria **Métodos** identificaram-se as seguintes causas:

- Velocidade do corte de chapa, se a velocidade de corte de chapa não for ideal pode passar despercebido pelo colaborador a existência de defeitos dimensionais e aparecerão chapas com dimensões que não são pretendidas;
- Programa utilizado para o corte/puncionamento da chapa, esta causa pode provocar defeitos dimensionais se não for utilizado o programa correto para a chapa em produção, tendo que se ter em atenção se o programa não está desatualizado;
- Alinhamento das chapas com as ferramentas de corte, puncionamento, quinagem, perfilagem e estampagem, com o desalinhamento das mesmas a levar que as dimensões da chapa não estejam de acordo com as dimensões pretendidas.

Na categoria **Meio Ambiente** foram assinaladas as causas seguintes:

- Temperatura ambiente, esta causa irá estar relacionada com a produtividade dos colaboradores, sendo que se a temperatura ambiente não for ideal ou estar perto do ideal, afetará a concentração dos colaboradores e surgir problemas dimensionais;

- Luminosidade, esta causa poderá afetar a visão dos colaboradores levando a que não se consigam identificar problemas dimensionais;
- Poeiras existentes, esta causa, tal como a temperatura ambiente, poderá afetar a concentração dos colaboradores.

Por último, a categoria **Medição** foi identificada a seguinte causa:

- Erro de leitura na medição de cotas, isto é, a medição das dimensões pretendidas da chapa é realizada por meio de uma fita métrica por parte do colaborador, tendo que se contar com o erro de medição da fita, e a utilização errada da fita métrica pode fazer com que existam problemas dimensionais nas chapas produzidas.

4.2.3 Ações planeadas e realizadas para melhoria de controlo dimensional

Como já foi referido anteriormente, após uma sessão de *brainstorming* com o departamento técnico, os defeitos dimensionais tinham sido identificados como o principal problema do processo de chaparia, e apesar de não haver evidências da situação, foram planeadas ações para haver um melhor controlo dimensional no processo.

Foi então planeada a idealização de uma folha de verificação de cotas, com o objetivo desta folha a ser obter uma melhoria no controlo dimensional, mas, também perceber se podia haver variações existentes nas máquinas/equipamentos do processo de chaparia. Esta folha de verificação foi realizada, primeiramente, para um modelo de arcas, com o objetivo de no futuro, poder ser utilizada em todos os modelos de arcas produzidas. O modelo de arcas escolhido foi as arcas HCE SG, mais precisamente as arcas HCE 7SG. Na Figura 20 encontra-se ilustrado um exemplo da folha de verificação elaborada.

A folha de verificação elaborada irá conter a seguinte informação:

- A data de fabrico da chapa;
 - A ordem de Fabrico (OF) da chapa produzida;
 - Código do desenho da chapa que é produzida;
 - As cotas de controlo que serão medidas;
 - As medições das cotas de controlo- Serão retiradas 3 amostras;
 - O número do operador que efetuou a operação;
 - Observações que o colaborador pense essencial indicar;
 - Rubrica do colaborador.

A informação com maior importância que irá ser retirada desta folha de verificação de cotas são as medições das cotas de controlo, estas que serão definidas pelo departamento técnico, que também, através de uma sessão de *brainstorming*, foi decidida a escolha de medição de cotas de 3 amostras por ordem de fabrico. Para facilitar também onde é que deveriam ser controladas as cotas de controlo foram legendados os postos de trabalho da chaparia.

Tabela 7- Legenda de Postos de Trabalho onde são verificadas as cotas de controlo

Legenda de Postos de Trabalho	
A	Máquina de corte DIMECO
B	Guilhotina
C	Puncionadoras
D	Perfilagem
E	Quinadoras
F	Linha de Estampagem/Quinagem
G	Linha Perfilagem/Quinagem
H	Quinagem Pré-montagem SMR 's

Também para conseguir um melhor controlo dimensional e para tentar evitar que haja falhas na saída de chapas das puncionadoras foi elaborado outro formulário, o formulário dos testes de matriz das puncionadoras. O departamento técnico elaborou uma matriz para garantir o alinhamento das chapas que são produzidas pelas puncionadoras. Estes testes serão realizados a cada troca de turno, sendo que se for detetada uma variação de uma chapa amostra produzida pelas puncionadoras, o colaborador terá

que chamar o técnico de manutenção para calibrar a puncionadora. De seguida pode-se observar o formulário criado.

Data	Hora	Tipo de teste		OK	NOK	Descrição de anomalia	Responsável resolução de anomalia	Assinatura Operador
		Rotina	Intervenção					
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Figura 21- Formulário de Teste da Matriz das Puncionadoras

4.3 Pintura

4.3.1 Análise e levantamento de defeitos do processo de pintura

Para perceber quais os principais e eventuais problemas que se originam no processo de pintura, foi realizado uma análise ao mesmo. Com esta análise identificou-se que ferramentas devem ser aplicadas neste processo, havendo depois um planeamento de ações para se conseguir melhorar o controlo de qualidade e atingir melhorias.

Com base na documentação existente na organização, foram identificados os defeitos que as peças podem apresentar no processo de pintura. Esses defeitos dividem-se em duas categorias, com as duas categorias a serem a peça apresenta defeito antes da sua pintura (matéria-prima-MP) ou depois da sua pintura (Produto final-PF).

Tabela 8 - Defeitos encontrados no processo de pintura

TIPO DE DEFEITO
Dimensões incorretas - MP
Superfície danificada - PF/MP
Riscos - MP
Rebarba - MP
Contaminação material/impurezas - PF
Empenamento - MP
Descascamento da tinta - PF
Sujidade/gordura - MP
Brilhos - PF
Deformação/vincos - MP

Foi organizada uma sessão de *brainstorming* com os colaboradores do processo, para haver uma melhor perceção de quais são os defeitos que se podem encontrar no processo de pintura, com a identificação dos defeitos que estão destacados Tabela 9.

Tabela 9- Defeitos definidos pelos colaboradores do processo de pintura

Defeitos
Pintura de peça

Corte de peça incorreto
Quinagem incorreta
Dimensões incorretas
Punção incorreta
Soldadura incorreta
Embalamento inapropriado
Superfície de peça danificada
Avaria na Máquina

Com a identificação dos defeitos e para obter uma análise mais compacta do processo procedeu-se ao uso de uma das ferramentas básicas da qualidade, o diagrama causa-efeito. O diagrama causa-efeito é utilizado aqui para perceber o porquê da ocorrência dos defeitos anunciados acima, analisando as suas causas, com o efeito a ser a rejeição ou retrabalho na peça. Este diagrama foi criado, mais uma vez, em

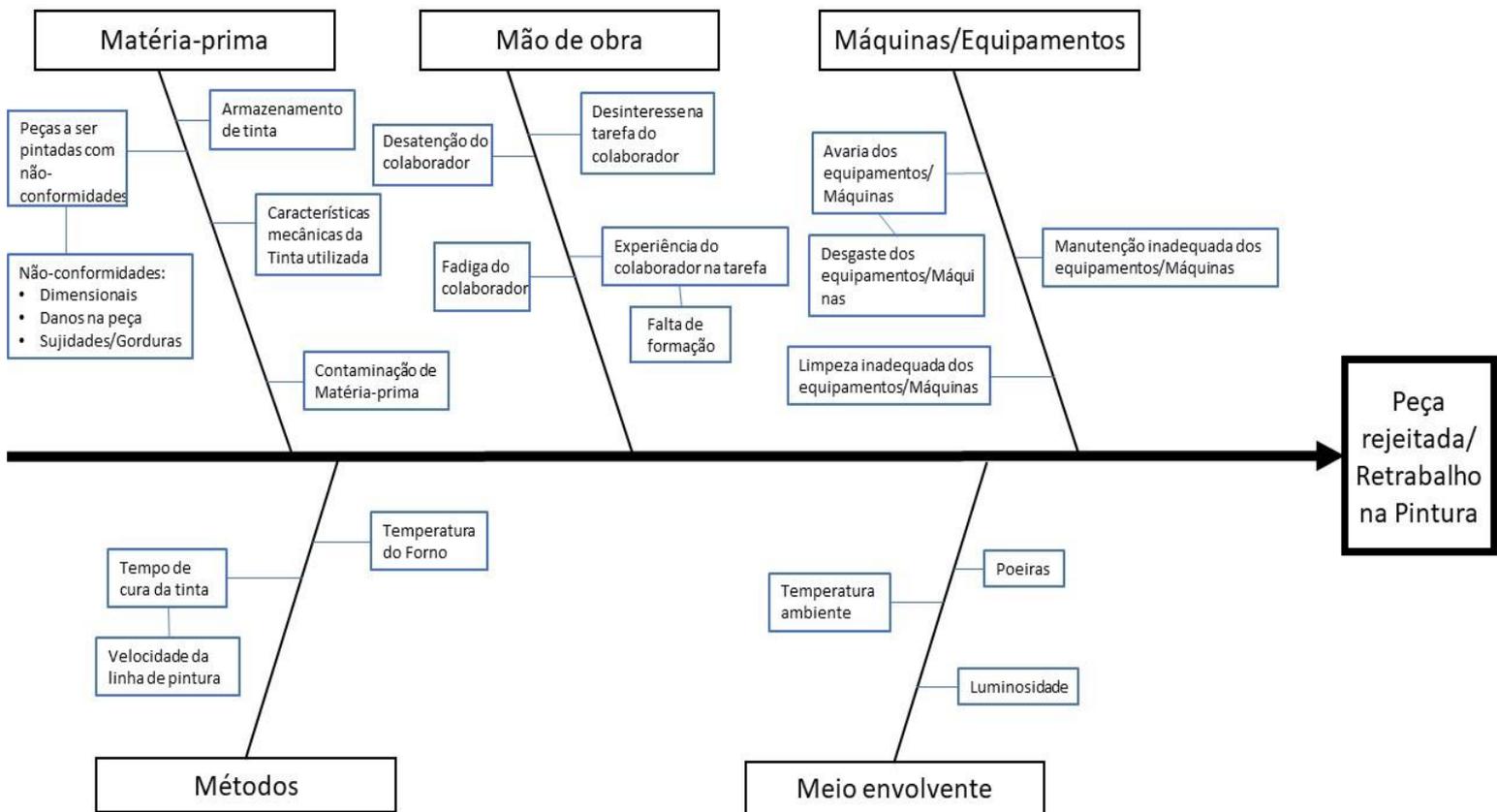


Figura 22- Diagrama causa-efeito peça rejeitada/retrabalho

sessões de *brainstorming* com os colaboradores envolvidos no processo de pintura, com o resultado dessas sessões a ser apresentado na Figura 22.

De acordo com a Figura 22, na análise deste diagrama causa-efeito, as causas que levam ao efeito foram divididas segundo as seguintes categorias: Matéria-Prima utilizada no processo, Mão de obra, Máquinas/Equipamentos utilizados no processo, Métodos utilizados no processo e o Meio Envolvente.

- Na categoria da **Matéria-Prima** utilizada no processo foram identificadas as seguintes causas:
 - Peças a ser pintadas apresentam não conformidades, tais como não conformidades dimensionais, danos e sujidades/gorduras nas peças;
 - Armazenamento da tinta, isto é, tanto a tinta utilizada para a plastificação e para a pintura eletrostática não estiver armazenada corretamente levará a que ocorra defeitos na peça pintada ou plastificada levando a defeitos na peça;
 - Características mecânicas da tinta utilizada, por outras palavras, se as mesmas não forem levadas em conta durante o processo levará inevitavelmente a defeitos na peça;
 - Contaminação de matéria-prima, tanto na peça a ser pintada e na tinta terá como consequência a rejeição ou retrabalho da peça.
- Na categoria da **Mão de obra** as causas identificadas foram:
 - Desatenção do colaborador ao efetuar a sua tarefa;
 - Fadiga do colaborador na realização do seu trabalho;
 - Desinteresse na realização da tarefa por parte do colaborador;
 - Experiência do colaborador na tarefa que o mesmo se encontra a realizar, podendo este não ter a formação necessária para realizar a mesma.
- Na categoria **Máquina/Equipamentos** foram assinaladas as causas que são apresentadas:
 - Avaria das máquinas/equipamentos que estão a ser utilizados no processo, ocorrendo devido a desgaste dos mesmos;
 - Limpeza inadequada das máquinas/equipamentos pode causar funcionamento incorreto dos mesmos e causar contaminação das peças;
 - Manutenção inadequada das máquinas/equipamentos, isto é, se a manutenção não for efetuada corretamente, os equipamentos não estarão otimizados para realizar o seu funcionamento no processo.
- Na categoria dos **Métodos** do processo de pintura as causas assinaladas são:
 - Tempo de cura da tinta, esta causa é influenciada pela velocidade da linha de pintura, tanto como para a plastificação de peças ou para a pintura eletrostática, sendo que se

a velocidade não for a requerida pode levar a defeitos como o descascamento da tinta da peça e brilhos na peça;

- Temperatura do forno, tal como o tempo de cura da tinta aplicada na peça, se a temperatura do forno não estiver na temperatura especificada irão ocorrer defeitos no produto final levando a retrabalho ou rejeição da peça.

➤ Na categoria **Meio Envolvente** identifica-se as seguintes causas:

- Temperatura ambiente, esta causa irá afetar os colaboradores, pois se a temperatura não for ideal aumentará a probabilidade das causas anunciadas na categoria mão de obra e poderá causar choques térmicos nas peças nas passagens pelas estufas, podendo levar a defeitos;
- Poeiras, esta pode levar a contaminação das peças a serem pintadas enquanto se encontram na linha ou armazenadas antes de serem pintadas;
- Luminosidade, se não for ideal, mais uma vez, pode aumentar a probabilidade de ocorrerem causas da categoria de mão de obra.

Para ter uma melhor percepção de quais seriam os defeitos que aparecem com maior frequência no processo de pintura, foi necessário recolher dados para efetuar uma análise de Pareto dos mesmos. Para uma maior facilidade de recolha dos dados por parte dos colaboradores do processo os defeitos foram legendados por uma ordem numérica (Tabela 10), com os dados a serem recolhidos diariamente com a ajuda de uma tabela de verificação de defeitos (Tabela 11) distribuída semanalmente.

Tabela 10- Legenda numérica dos defeitos do processo de pintura

Defeitos	Legenda
Pintura de peça	1
Corte de peça incorreto	2
Quinagem incorreta	3
Dimensões incorretas	4
Punção incorreta	5
Soldadura incorreta	6
Embalamento inapropriado	7
Superfície de peça danificada	8

Avaria na Máquina	9
-------------------	---

Tabela 11- tabela de verificação de defeitos do processo de pintura

Tipo de Defeito	Dia de semana					Total
	2ªfeira	3ªfeira	4ªfeira	5ª feira	6ªfeira	
Defeito 1						
Defeito 2						
Defeito 3						
Defeito 4						
Defeito 5						
Defeito 6						
Defeito 7						
Defeito 8						
Defeito 9						
Total						

Após a recolha destes dados foi elaborado o diagrama de Pareto, primeiramente para o mês de março (Tabela 12), para atingir o objetivo proposto de perceber quais são os defeitos que aparecem com maior frequência no processo.

Tabela 12- Análise de Pareto dos defeitos do processo de pintura para o mês de março

Defeitos	Nº defeitos	% defeitos	Frequência Acumulada	% acumulada
Defeito 1	123	85,42%	144	100%
Defeito 8	13	9,03%	21	14,58%
Defeito 3	5	3,47%	8	5,56%
Defeito 9	2	1,39%	3	2,08%
Defeito 7	1	0,69%	1	0,69%
Defeito 2	0	0%	0	0%
Defeito 4	0	0%	0	0%
Defeito 5	0	0%	0	0%
Defeito 6	0	0%	0	0%

Durante o mês de março foram identificados no total 144 defeitos. Usando os dados da tabela acima foi possível a construção do seguinte diagrama de Pareto (Figura 23).

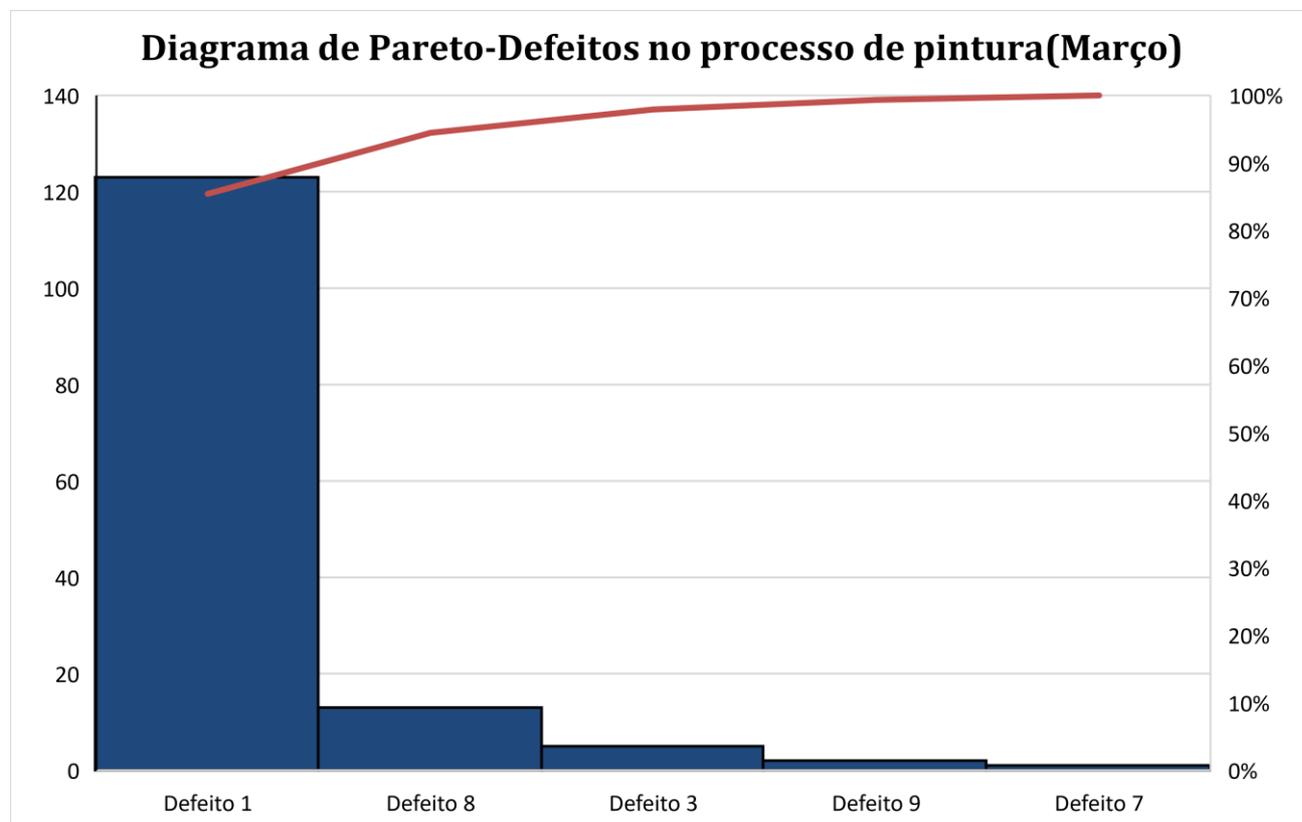


Figura 23- Diagrama de Pareto dos defeitos no processo para o mês de março

De acordo com o diagrama da Figura 23 podemos concluir que os defeitos que ocorrem com maior frequência no processo de Pintura, no mês de março, são os defeitos na pintura de peças, que correspondem a cerca de 85% dos defeitos que ocorrem neste processo. Sabendo que os defeitos de pintura de peças são os que ocorrem mais frequentemente no processo será apresentada mais à frente uma análise com maior profundidade a estes defeitos.

Também foram retirados dados nos meses de abril e maio, também para perceber se havia uma continuação da maior ocorrência dos defeitos de pintura de peças, e juntando todos os dados recolhidos obtemos a seguinte tabela.

Tabela 13- Análise de Pareto de defeitos do processo de pintura

Defeitos	Nº defeitos	% defeitos	Frequência Acumulada	% acumulada
Defeito 1	198	81,5%	243	100,0%
Defeito 8	25	10,3%	45	18,5%
Defeito 3	8	3,3%	20	8,2%
Defeito 9	6	2,5%	12	4,9%
Defeito 7	5	2,1%	6	2,5%
Defeito 2	1	0,4%	1	0,4%
Defeito 4	0	0,0%	0	0,0%
Defeito 5	0	0,0%	0	0,0%
Defeito 6	0	0,0%	0	0,0%

Com os dados que se encontram na Tabela 13, foram identificados 243 defeitos no total. Transformando os dados da tabela num diagrama de Pareto, obtemos o seguinte diagrama. Olhando para o diagrama de Pareto (Figura 24), conclui-se que os defeitos na pintura de peças, continuaram a ser os defeitos que mais ocorrem no processo, correspondendo a cerca 82% dos defeitos identificados.

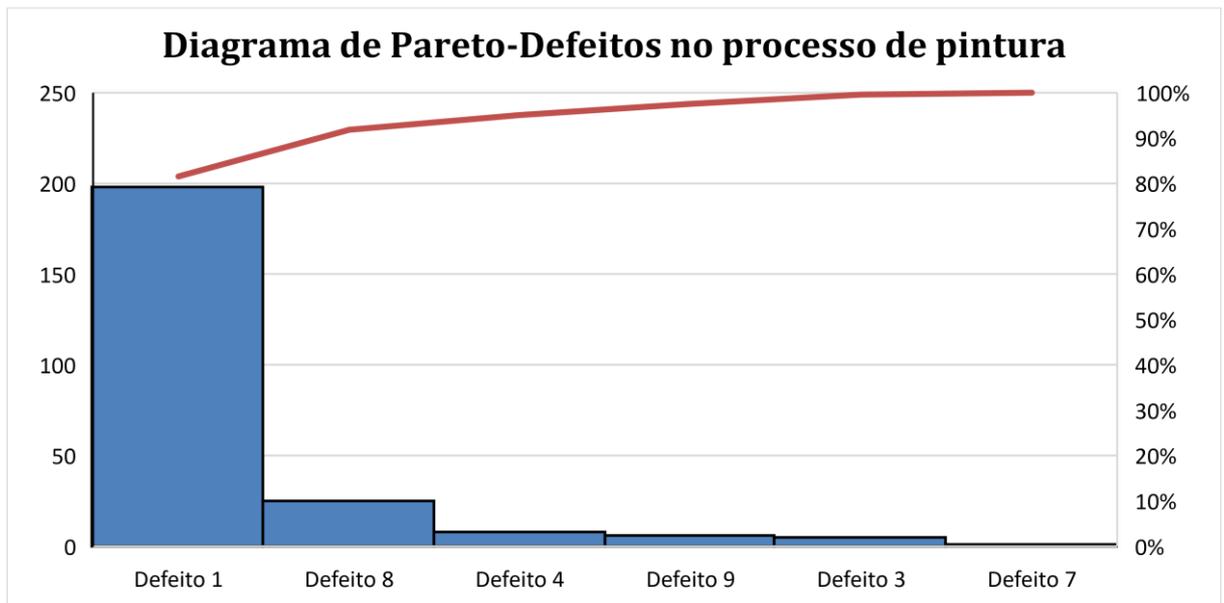


Figura 24- Diagrama de Pareto de defeitos do processo de Pintura Total

4.3.2 Análise dos defeitos de pintura de peças no processo de pintura

Após a utilização da ferramenta de qualidade, Análise de Pareto, para identificar quais seriam os defeitos que apareciam com maior frequência no processo de pintura, conclui-se que os defeitos de pintura de peças era o problema com maior ocorrência. Então, analisou-se estes defeitos.

Para perceber quais seriam as causas que criavam este defeito pensou-se na realização de um diagrama causa-efeito, sendo esta uma ferramenta útil para a análise das causas. Apesar da utilidade do diagrama causa-efeito, optou-se pela utilização de um diagrama em árvore, pois esta ferramenta conseguiu apresentar um maior nível de detalhe no encontro das causas que causavam os defeitos na pintura de peças. Este diagrama foi realizado em conjunto com os colaboradores do processo e também foi baseado em documentação já existente. Devido ao nível de detalhe encontrado, o diagrama foi dividido em 4 partes.

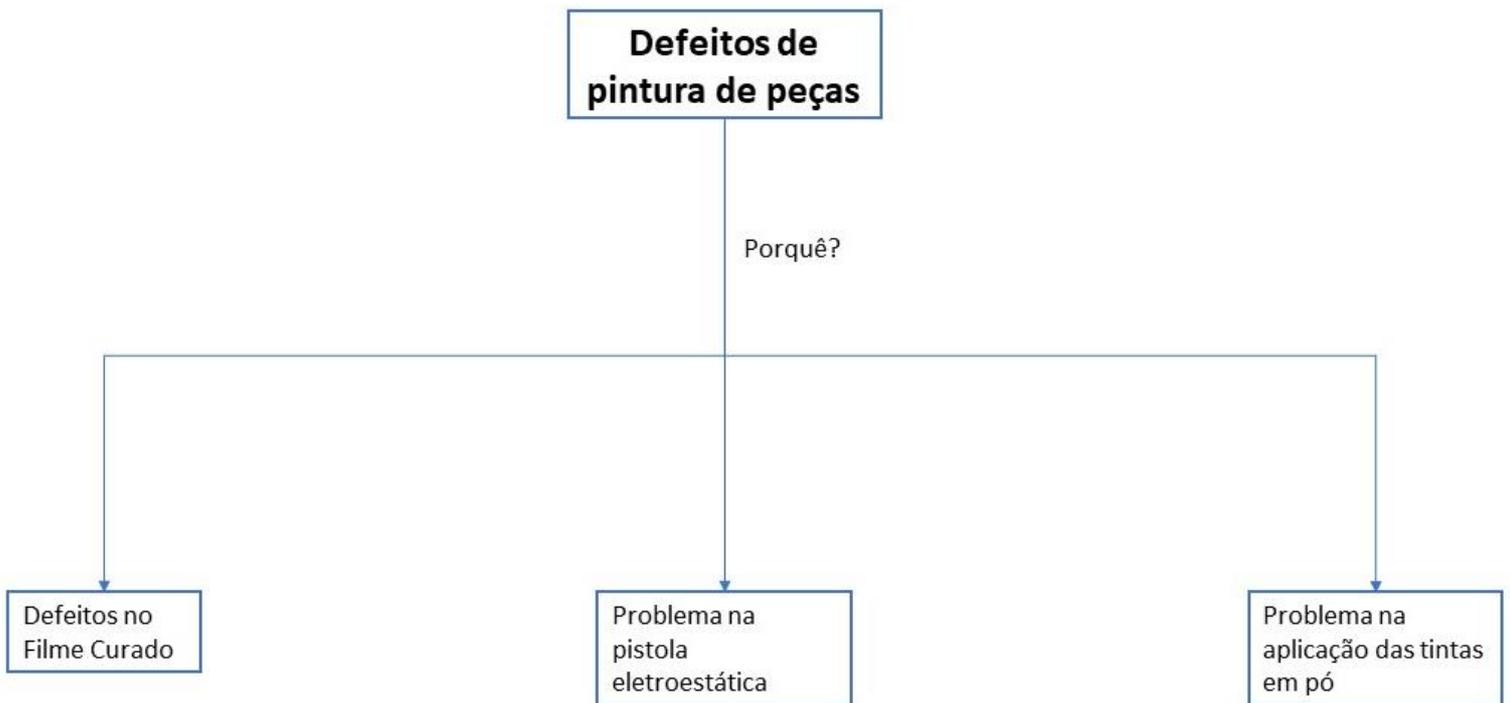


Figura 25- Diagrama em Árvore defeitos de pintura na peça no processo de pintura (causas de 1º nível)

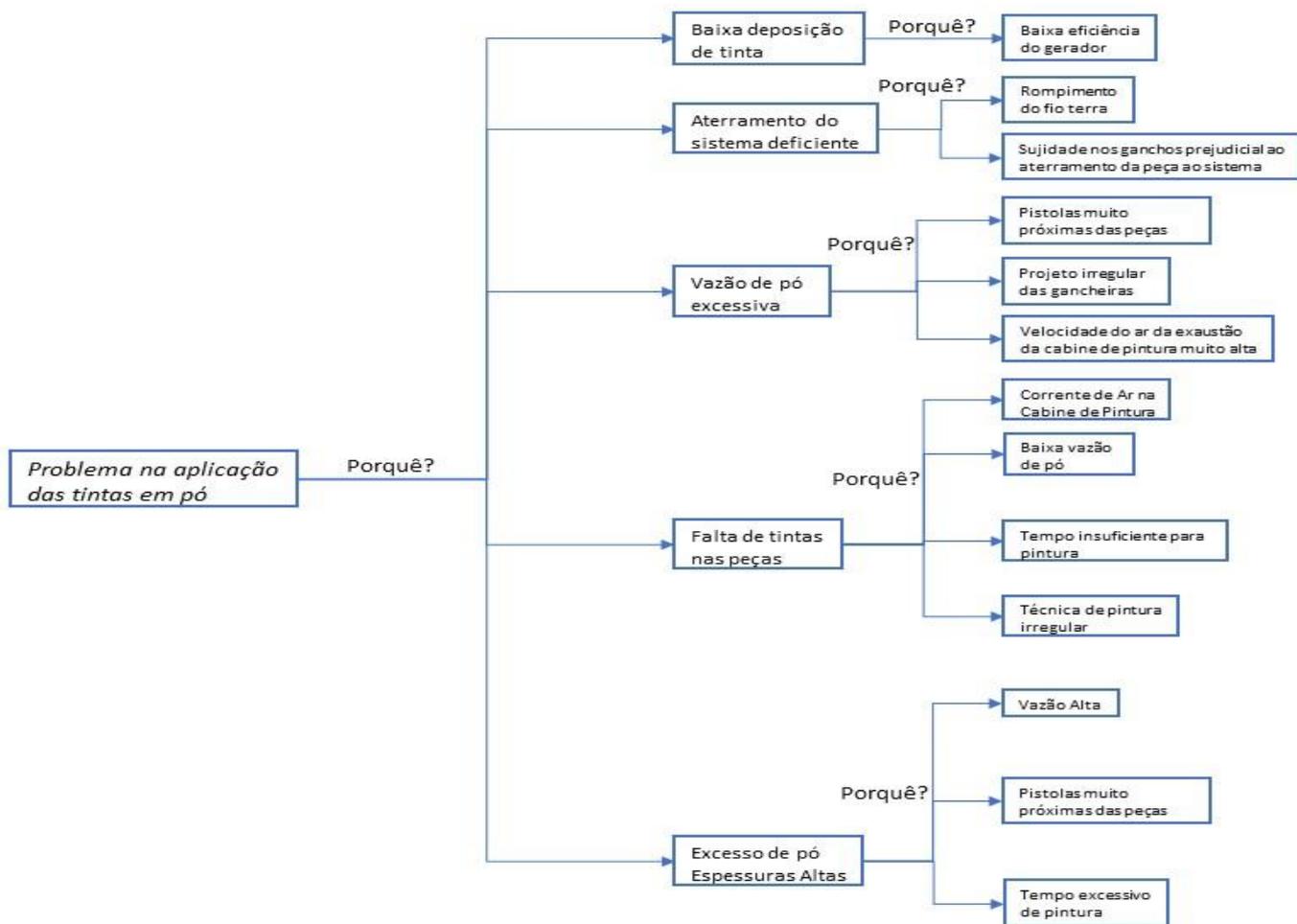


Figura 26- Diagrama em árvore defeitos de pintura de peças Causas de 2º e 3º nível da causa Problema na aplicação das tintas em pó

Primeiro, para construção do diagrama em Árvore, identificaram-se as causas de primeiro nível, colocando a questão “Porquê?” da ocorrência de defeitos de pintura de peças, sendo as mesmas defeitos no filme curado, problema na pistola eletrostática e problema na aplicação das tintas em pó. Como foi referido acima o diagrama de árvore foi dividido em mais 3 partes.

Para continuação do diagrama em árvore, pergunta-se porquê a razão da existência da causa de primeiro nível, problema na aplicação das tintas em pó, sendo identificadas as seguintes causas de segundo e terceiro nível:

- Causas de **segundo nível**:
 - Baixa deposição de tinta;
 - Aterramento do sistema deficiente;
 - Vazão de pó excessiva;
 - Falta de tinta nas peças;

- Excesso de pó/Espessuras Altas.
- Causas de **terceiro nível**:
 - Baixa eficiência do gerador;
 - Rompimento do fio terra;
 - Sujidade nos ganchos prejudicial ao aterramento da peça ao sistema;
 - Pistolas muito próximas da peça;
 - Projeto irregular das gancheiras;
 - Velocidade do ar de exaustão da cabine de pintura muito alta;
 - Corrente de ar na cabine de pintura;
 - Baixa vazão de pó;
 - Tempo insuficiente para pintura da peça;
 - Técnica de pintura irregular;
 - Vazão alta;
 - Tempo excessivo de pintura.

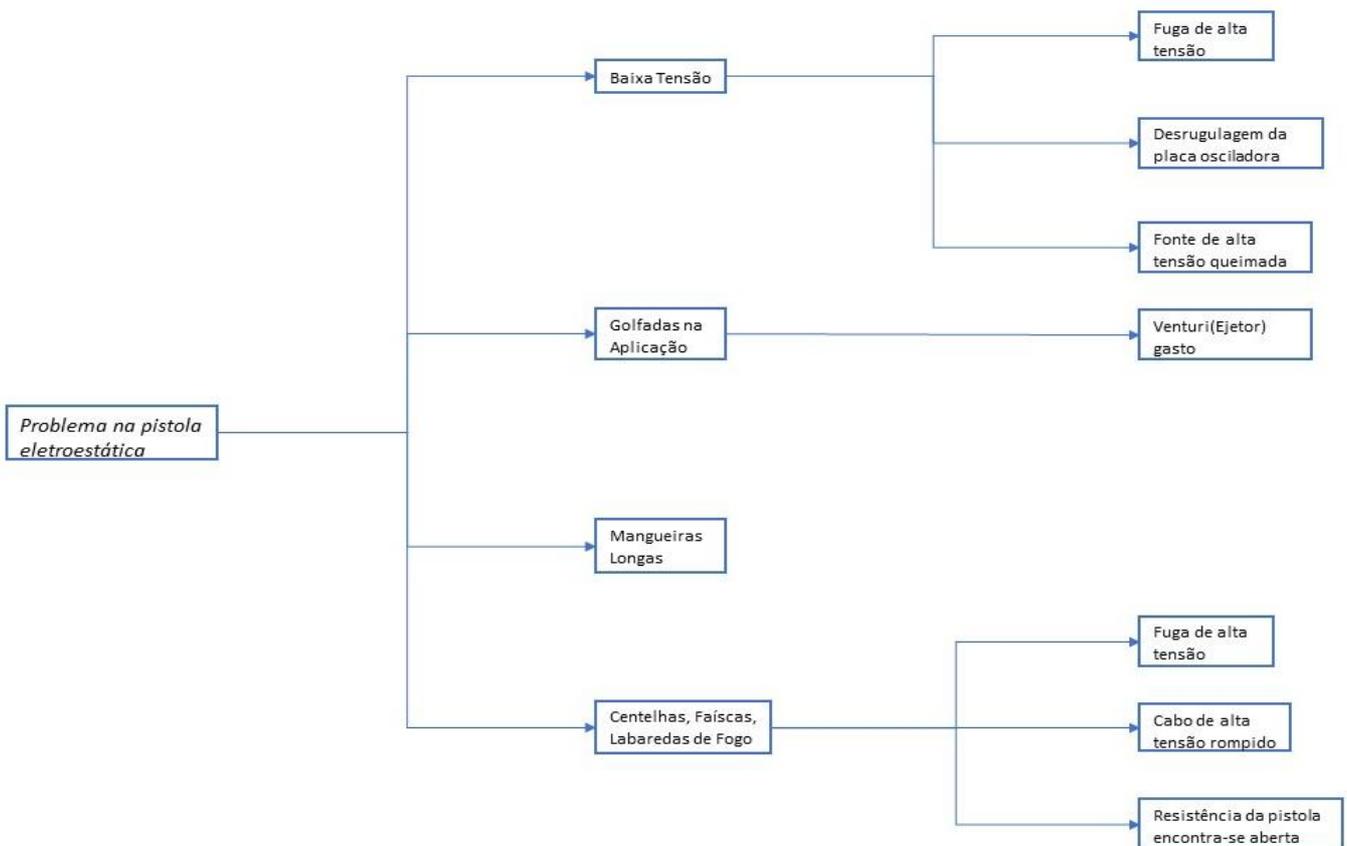


Figura 27-Diagrama em árvore defeitos de pintura de peças Causas de 2º e 3º nível da causa Problema na pistola eletroestática

Como ocorreu na identificação das causas de segundo e terceiro nível para a causa de primeiro nível, problemas na aplicação das tintas em pó, também se aplicaram as mesmas ações para a causa de primeiro nível, problema na pistola eletrostática, com as causas de segundo e terceiro nível detetadas as seguintes:

- Causas de **segundo nível**:
 - Baixa Tensão;
 - Golfadas na aplicação da tinta;
 - Mangueiras longas;
 - Centelhas, Faíscas, Labaredas de Fogo.
- Causas de **terceiro nível**:
 - Fuga de alta tensão;
 - Desregulagem da placa osciladora;
 - Fonte de alta tensão queimada;
 - Venturi (Ejetor) gasto;
 - Cabo de alta tensão rompido;
 - Resistência da pistola encontra-se aberta.

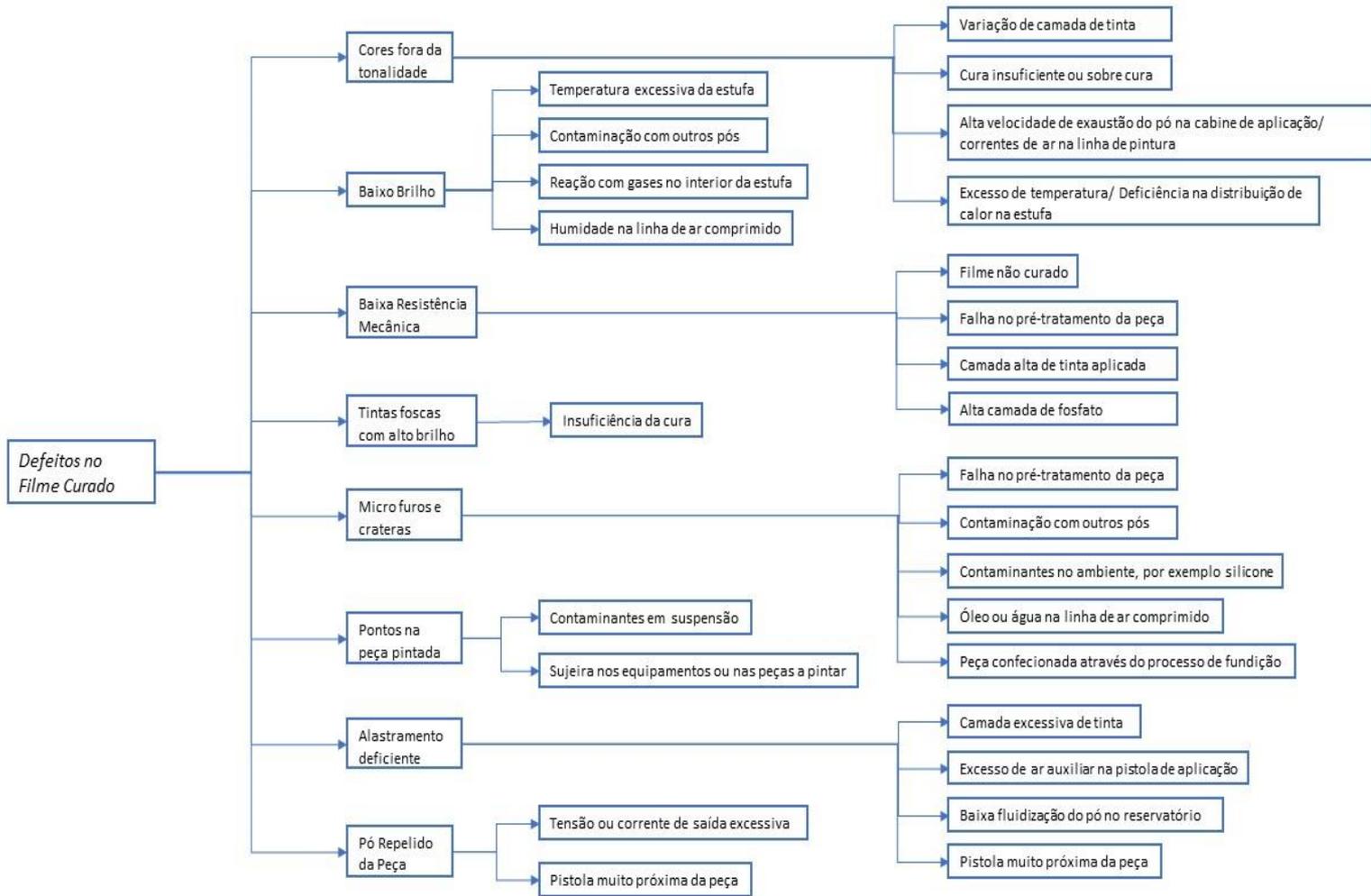


Figura 28-Diagrama em árvore defeitos de pintura de peças Causas de 2º e 3º nível da causa Defeitos no filme curado

A última causa de nível 1, defeitos no filme curado, também foi desdobrada com a obtenção de causas de nível 2 e nível 3, com as mesmas a serem:

- Causas de **segundo nível:**
 - Cores fora da tonalidade;
 - Baixo brilho;
 - Baixa resistência mecânica;
 - Tintas foscas com alto brilho;
 - Microfuros e crateras no filme curado;
 - Pontos na peça pintada;
 - Alastramento deficiente;
 - Pó repelido da peça;

- Causas de **terceiro nível**:
 - Variação da camada de tinta;
 - Cura insuficiente ou sobrecura;
 - Alta velocidade de exaustão do pó na cabine de aplicação/ correntes de ar na linha de pintura;
 - Excesso de temperatura/ Deficiência na distribuição de calor na estufa;
 - Temperatura excessiva da estufa;
 - Contaminação com outros pós;
 - Reação com gases no interior da estufa;
 - Humidade na linha de ar comprimido;
 - Filme não curado;
 - Falha no pré-tratamento da peça;
 - Camada alta de tinta aplicada;
 - Alta camada de fosfato;
 - Insuficiência da cura;
 - Contaminantes no ambiente, por exemplo silicone;
 - Óleo ou água na linha de ar comprimido;
 - Peça confeccionada através do processo de fundição;
 - Contaminantes em suspensão;
 - Sujeira nos equipamentos ou nas peças a pintar;
 - Camada excessiva de tinta;
 - Excesso de ar auxiliar na pistola de aplicação;
 - Baixa fluidização do pó no reservatório;
 - Pistola muito próxima da peça;
 - Tensão ou corrente de saída excessiva.

Formulado o diagrama de árvore, foram levantados dados sobre quais seriam as causas que provocam defeitos de pintura de peças, sendo que com esses dados foi elaborado uma análise de Pareto dessas mesmas causas.

Tabela 14- Análise de Pareto das causas de defeitos de pintura de peças

Causas do defeito 1	Nº de causas	%	Frequência acumulada	% acumulada
Micro furos e crateras	91	43,96%	207	100,00%
Pontos na peça pintada	76	36,71%	116	56,04%
Alastramento deficiente	27	13,04%	40	19,32%
Sujidade	13	6,28%	13	6,28%

Observando a Tabela 13, foram identificadas 207 causas que levam a defeito de pintura de peça. Estes dados formam o seguinte diagrama de Pareto.

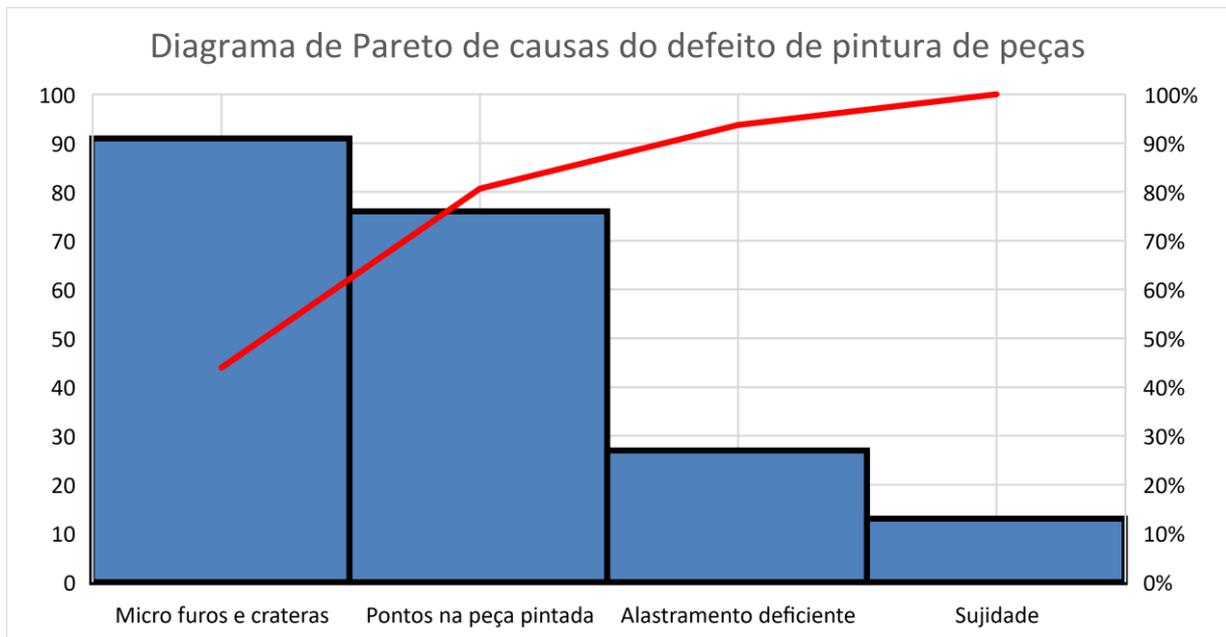


Figura 29- Diagrama de pareto de causas de defeitos de pintura de peça

Analisando o diagrama de Pareto (Figura 29), conclui-se que as causas que têm maior ocorrência são microfuros e crateras na peça pintada e pontos na peça pintada, correspondendo a cerca de 81% das causas que levam a defeito de pintura de peça.

Olhando para o diagrama de árvore de defeitos de pintura de peça, vemos que as causas que mais ocorrem são causas de nível 2, que estão ramificadas à causa de nível 1, defeitos no filme curado.

Também foi realizada uma análise de Pareto das cores utilizadas na pintura de peça, com o objetivo de perceber que tinta tem maior ocorrência de ocorrer o defeito de pintura de peça, observando as três cores utilizadas no processo, branco, cinza e preto. A recolha destes dados foi realizada na mesma linha temporal da recolha dos defeitos que se encontram no processo de pintura.

Tabela 15- Cores das peças com defeitos de pintura de peça

Cor	Nº de peças	%	Frequência acumulada	% acumulada
Branco	129	65,15%	198	100,00%
Cinza	39	19,70%	69	34,85%
Preto	30	15,15%	30	15,15%

Como observado na Tabela 15, foram identificadas 198 peças com defeitos de pintura de peça. De seguida podemos ver o diagrama de Pareto cuja elaboração é obtida a partir dos dados recolhidos.

De acordo com o diagrama de Pareto (Figura 30), observa-se que as peças pintadas com tinta branca têm maior ocorrência de ter defeito de pintura de peça, sendo aproximadamente 65% das peças com esse defeito.

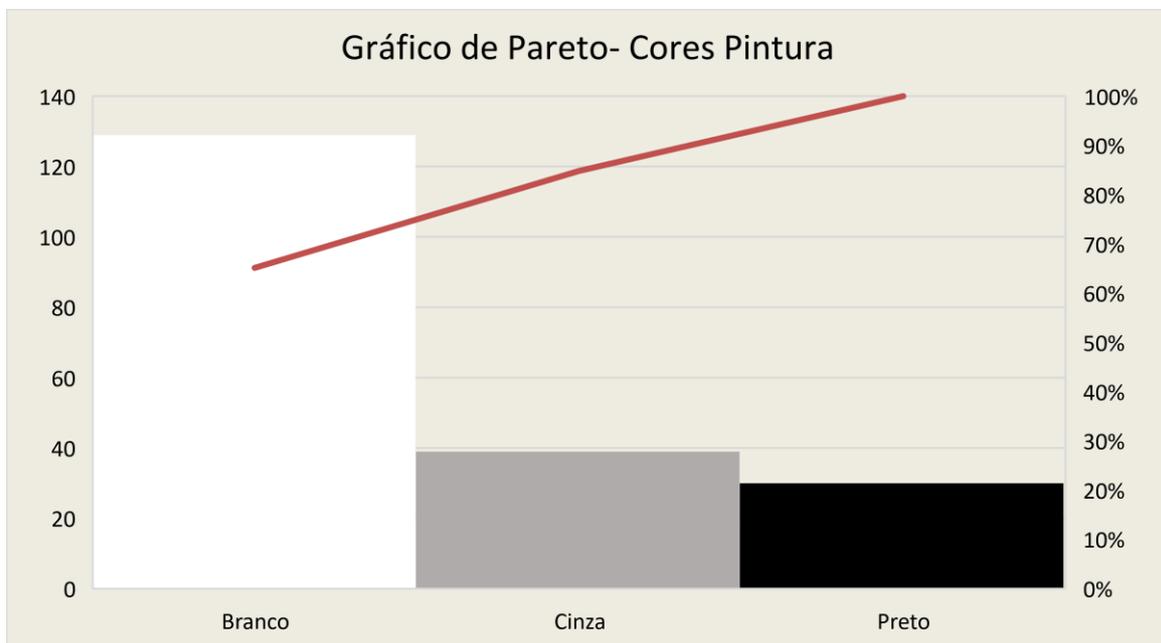


Figura 30- Diagrama de Pareto cores utilizadas no processo de pintura

4.3.3 Cartas de controlo Espessura de camada de tinta no processo de pintura

Sabendo que os defeitos que mais ocorrem no processo de pintura são os defeitos de pintura da peça, houve necessidade de perceber se podia haver erro humano ligado à maior parte dos defeitos encontrados. Para essa mesma percepção, foi utilizada a seguinte ferramenta de qualidade, cartas de controlo. As cartas de controlo focam-se na espessura da camada de tinta aplicada nas peças, sabendo que as mesmas iriam controlar o modo como o colaborador que se encontra a pintar, mais precisamente, que se encontra na cabine eletrostática, aplica a tinta na peça.

A existência de testes de camada de tinta já era aplicada, mas a sua frequência era rara. Para uma maior frequência destes testes e para obter amostras de modo a realizar as cartas de controlo, foi

realizada uma sessão de *brainstorming* onde se idealizou chapas para amostra (Figura 31). As mesmas têm espessuras das peças pintadas no processo de 0.8mm, 1mm e 2mm e dimensões de 200x150mm.

Dessa mesma sessão de *brainstorming*, foi definida quando seriam colocadas as chapas amostra na linha de pintura, estabelecendo que a colocação de novas amostras devia acontecer aquando a utilização de um novo lote de tinta ou quando houvesse uma troca de cor. A medição de camada de espessura de tinta foi realizada com um espessímetro digital, retirando 5 espessuras por chapa.



Figura 31- Chapas amostra do processo de pintura

Foram pintadas 24 chapas-amostra, como podemos ver na Tabela 16.

Tabela 16- Amostras de construção de cartas de controlo espessura de camada de tinta

Amostra	Cor	Espessura da chapa amostra	Média de Espessura da camada de tinta(μm)	Amplitude da Amostra(μm)
1	Branco	2	80	11
2	Preto	2	89,6	24
3	Preto	2	78	22
4	Preto	1	88	14
5	Preto	1	78	8
6	Preto	0,8	90	22
7	Preto	0,8	82,4	14
8	Cinza	0,8	87,6	20
9	Cinza	0,8	92,4	30
10	Cinza	1	89,8	23
11	Cinza	1	90	34
12	Cinza	2	84	32
13	Branco	0,8	72,4	30
14	Branco	1	70	18
15	Branco	2	81,4	34
16	Branco	0,8	74,8	26
17	Preto	0,8	78,4	46
18	Preto	1	80,4	36
19	Preto	2	71,2	24
20	Preto	1	84	28
21	Branco	0,8	73,6	12
22	Branco	1	82,4	30
23	Branco	2	87,6	24
24	Branco	2	71,6	14
		Média total	81,57	24,00

Os gráficos de controlo construídos foram o gráfico de média (gráfico \bar{X}) e o gráfico de amplitudes (gráfico R), com os limites de controlo a serem calculados usando as equações que se encontram na Tabela 1.

- Gráfico de médias.
 - $LSC=81,57+ 0,577* 24,00=95,41 \mu\text{m}$
 - $LC=81,57 \mu\text{m}$
 - $LIC=81,57- 0,577* 24,00= 67,72 \mu\text{m}$
- Gráfico de amplitudes:
 - $LSC= 2,115*24,00=50,76 \mu\text{m}$
 - $LC= 24,00 \mu\text{m}$
 - $LIC= 0*24,00=0 \mu\text{m}$

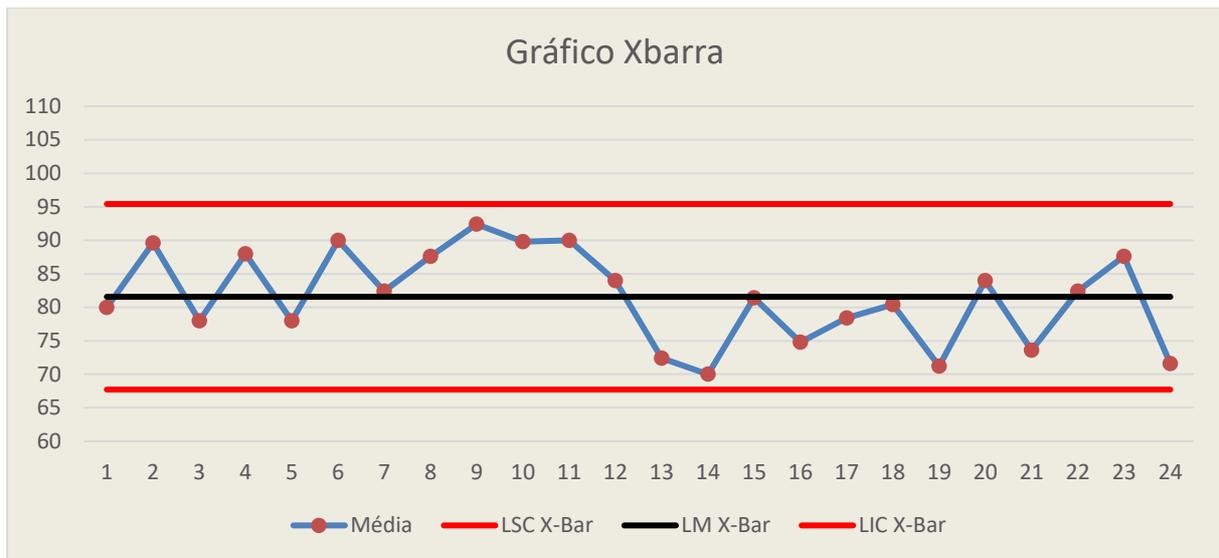


Figura 32- Gráfico de médias das amostras de espessura de camada de tinta

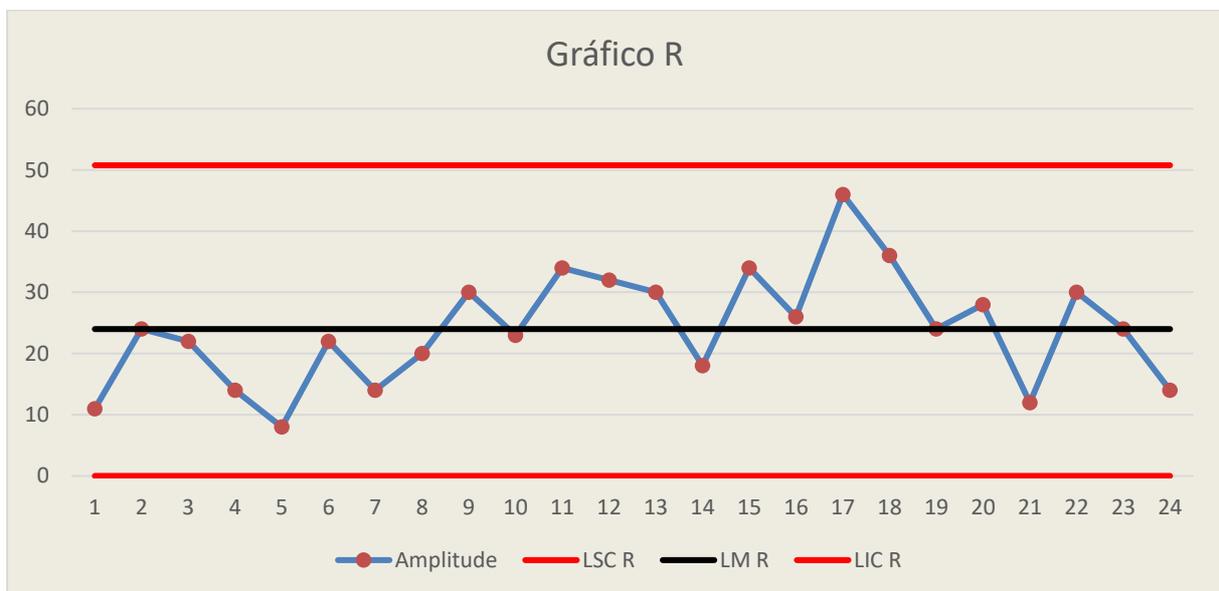


Figura 33- gráfico de amplitudes das amostras de espessura de camada de tinta

Nos gráficos de controlo que foram construídos verifica-se que todos os pontos se encontram dentro dos limites de controlo definidos. Como não foram observadas nenhuma causa assinaláveis de variação, isto é, nenhum dos pontos se encontra fora dos limites de controlo, pode-se presumir que este processo se encontra sob controlo estatístico.

Com o processo a encontrar-se sob controlo estatístico, analisa-se a sua capacidade de garantir os seus limites de especificação. Com este facto, calcula-se a estimativa do desvio padrão dos valores individuais seguindo a seguinte equação:

$$\sigma_x = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad \text{(Equação 5)}$$

Os limites de especificação da espessura da camada de tinta aplicada na peça são os seguintes:

$$USL = 100 \mu\text{m}$$

$$LSL = 60 \mu\text{m}$$

Usando a equação 5 para calcular o desvio padrão utilizado para calcular o índice de capacidade da característica de qualidade analisada (equação 1), a espessura da camada de tinta.

$$\sigma_x = \frac{24,00}{2,326} = 10,32$$

$$C_p = \frac{100-60}{6*10,32} = 0,646$$

Como se pode observar o índice de capacidade calculado foi inferior ao valor de 1, e segundo os valores da Tabela 4, isto significa que o processo não tem capacidade de cumprir as especificações. Pode ser recomendado a modificação das especificações, podendo aumentar o limite superior de especificação para 120 μm e diminuir o limite inferior de especificação para 50 μm .

Gráfico de Dispersão Espessura de chapa amostra e espessura da camada de tinta

Continuando na análise da característica de qualidade, espessura da camada de tinta, após uma sessão de *brainstorming*, achou-se que havia necessidade de avaliar se havia alguma correlação entre a espessura das peças pintadas e a espessura da camada de tinta. Como foi referido anteriormente as chapas amostra têm as espessuras de todas as peças que passam no processo de pintura (0.8mm;1mm;2mm) e utilizando os dados da Tabela 16, foi construído o seguinte gráfico de dispersão.

Analisando o gráfico de dispersão (Figura 34), podemos concluir que existe uma pequena correlação negativa entre as características analisadas. Podemos afirmar que se a espessura das peças a pintar for aumentada, a espessura da camada de tinta aplicada irá diminuir.

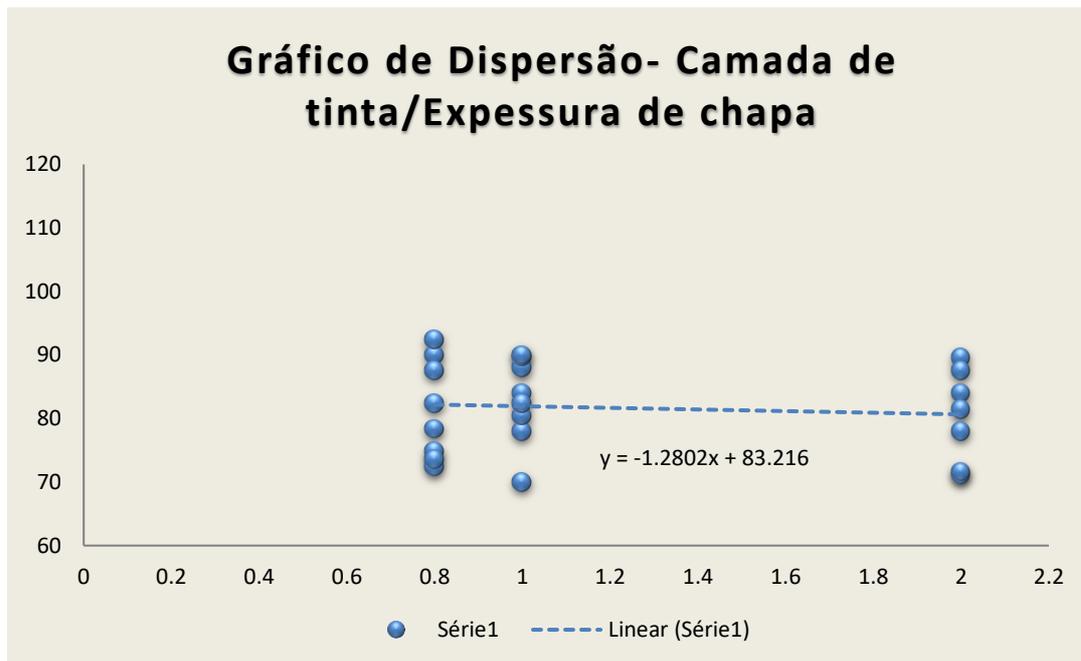


Figura 34- Gráfico de Dispersão Espessura de chapa Espessura de camada de tinta

4.3.4 Ações planeadas para melhoria de controlo de qualidade no processo de pintura

Para conseguir o objetivo principal de obter melhorias no controlo de qualidade no processo de pintura foram planeadas algumas ações que levam a obtenção desse mesmo objetivo. Este planeamento foi levado a cabo juntamente com a análise dos principais problemas que ocorrem neste processo e, também, ajudar na introdução de ferramentas da qualidade no mesmo.



Figura 36- Espaço identificado para colocação da área da qualidade

Este espaço foi organizado para colocar as ferramentas necessárias para a realização de testes de qualidade de pintura e também a colocação de estantes para a biblioteca de amostras (Figura 37).



Figura 37- Área da qualidade do processo de pintura

- **Criação de etiquetas de identificação de chapas amostra**

Com a criação da área de qualidade, e mais precisamente com a criação da biblioteca de amostras, foi necessário perceber como se iria fazer a identificação das chapas amostras retiradas do processo de pintura. Através da realização de uma sessão de *brainstorming* foi então idealizada uma etiqueta de identificação das chapas amostra. Esta etiqueta (Figura 38) contém a seguinte informação:

- Cor da chapa amostra;

- Data de pintura da chapa amostra;
- Lote de tinta que foi utilizado;
- Velocidade da linha de pintura;
- Temperatura da estufa;
- Os Resultados dos testes de qualidade de pintura;
- As ordens de fabrico que foram pintadas com a mesma tinta utilizada na chapa amostra;
- Observações necessárias.

Chapa Amostra Pintura			
Cor			
Data de Pintura			
Lote			
Velocidade Linha			
Temp. Estufa			
Testes	0,8mm	1mm	2mm
Camada			
Impacto			
Aderência			
Elasticidade			
Cura			
Ordens de Fabrico			
Observações			

Figura 38- Etiqueta idealizada para as chapas amostra

5. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as considerações finais desta dissertação, relatando de forma resumida o trabalho realizado e expondo os resultados mais relevantes, assim como dificuldades sentidas.

5.1 Considerações finais

Em conclusão, a implementação de ferramentas de qualidade é essencial para garantir o sucesso e a sustentabilidade de qualquer organização. Ao adotar e aplicar essas ferramentas de forma consistente, as organizações podem melhorar seus processos, aumentar a eficiência, reduzir custos e, o mais importante, elevar a satisfação do cliente.

Ao longo da realização desta dissertação, a implementação de ferramentas de qualidade trouxe a identificação qualificativa e quantitativa dos problemas que afligiam os processos de chaparia e pintura da organização. Ambos os processos não tinham definidos os fluxos de forma documentada, com a utilização de fluxogramas para documentar os mesmos a ter uma utilidade inegável. Com a utilização desta ferramenta consegue-se obter uma compreensão mais eficaz dos processos e perceber quais são os pontos do fluxo onde estarão os problemas a ocorrer.

No processo de chaparia, além da implementação do fluxograma, utilizou-se a ferramenta de diagrama de Pareto para identificar com clareza qual era a principal não conformidade. Esta ferramenta mostrou que as dimensões incorretas das chapas eram o principal problema do processo, mostrando a organização onde tem que investir os seus recursos para melhorar o mesmo. Também para melhorar a compreensão do problema foi utilizado Diagramas de causa-efeito onde se identifica as causas raízes das dimensões incorretas. Com a utilização destas ferramentas neste processo conseguiu-se identificar o problema, ajudando no planeamento de ações para melhoria do controlo de qualidade no processo.

No processo de pintura, tal como no processo de chaparia, foram implementadas ferramentas de qualidade para identificar o principal problema. Numa primeira fase, após implementação do fluxograma, foi implementada diagrama causa-efeito para perceber quais são as causas-raiz da rejeição/retrabalho das peças pintadas, a implementação de folha de verificação para identificar e documentar os principais defeitos. Os dados obtidos da folha de verificação foram utilizados para construir um Diagrama de Pareto onde foi identificado o principal problema. Numa segunda fase com a identificação do principal problema, utilizou-se ferramentas de qualidade para melhorar a perceção do mesmo, sendo as mesmas o diagrama em árvore para definição mais profunda de possíveis causas-raiz e a contínua utilização do Diagrama de Pareto. Foram utilizados também cartas de controlo e gráfico de

Dispersão para perceber se certas causas-raiz poderiam levar ao problema identificado na primeira fase. Com os dados obtidos pelas ferramentas de qualidade obteve-se uma melhor clareza de quais ações futuras levarão a melhorias no processo e possível diminuição do principal problema.

A organização através da implementação de ferramentas da qualidade alcançou um melhor entendimento dos processos analisados, com as mesmas a fornecer uma visão aprofundada dos problemas a enfrentar, permitindo o planeamento mais eficaz de ações corretivas e de melhoria de controlo da qualidade.

Além disso, a implementação de ferramentas de qualidade tenta promover uma cultura de melhoria contínua dentro da organização. Ao longo deste estágio, a participação dos colaboradores foi bastante importante para a correta implementação das ferramentas, estimulando os mesmos a participar ativamente na melhoria dos seus processos.

Em jeito de conclusão, é importante ressaltar que a implementação de ferramentas de qualidade não é um processo único, mas sim um compromisso contínuo. Espera-se que as ferramentas implementadas nos processos de chaparia e pintura não sejam só para identificar problemas a curto prazo, mas sim um ponto de partida para uma melhoria contínua nos mesmos, pois esta assume extrema importância para a sobrevivência e o crescimento da organização em mercados cada vez mais competitivo.

5.2 Perspetivas de Trabalhos Futuros

O trabalho realizado durante a realização desta dissertação não pode ficar só pela implementação das ferramentas aplicadas nos processos analisados, se a organização quiser continuar a promover estratégias de melhoria contínua.

Dando seguimento à aplicação das ferramentas da qualidade, a organização tem de obter resultados práticos das ações planeadas, almejando a redução dos defeitos identificados, contínua utilização das ferramentas para perceção se os resultados estão a ser obtidos e possível identificação de novos defeitos.

Sugere-se também num futuro próximo analisar o resto dos processos da organização, fazendo a mesma avaliação realizada para os processos de chaparia e pintura, definindo as ferramentas ideais para cada um dos mesmos, criando e planeando ações de melhoria ao longo de toda a organização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliverdi, R., Moslemi Naeni, L., & Salehipour, A. (2013). Monitoring project duration and cost in a construction project by applying statistical quality control charts. *International Journal of Project Management*, 31(3), 411–423. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.08.005>
- Benneyan, J. C., & Lloyd, R. C. (2003). Statistical process control as a tool for research and healthcare improvement. In *Qual Saf Health Care* (Vol. 12). www.qshc.com
- Bernillon, A., & Cerutti, O. (1990). A qualidade total : implementação e gestão. *Lisboa : Edições Técnicas, Cop. 1990.*
- Cesar, J., & Chagas, T. (2004). *ANALISE DA METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE PEÇAS INJETADAS EM UMA ORGANIZAÇÃO DO SETOR AUTOMOTIVO.*
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220–240. <https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- E Lins, B. (1993). *Ferramentas básicas da qualidade.*
- Fouad, R. H., & Mukattash, A. (2010). Statistical Process Control Tools: A Practical guide for Jordanian Industrial Organizations. In *JJMIE* (Vol. 4, Issue 6). www.jjmie.hu.edu.jo
- Fricon - Departamento de RH. (2020). *Manual de Acolhimento FRIGOCON - Indústria de Frio e Congelação S.A.*
- Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? : The Japanese way* (N. : P.-H. Englewood Cliffs, Ed.).
- ISO/IEC. (2015). *ISO_9000_2015 Quality management systems-Fundamentals and vocabulary* COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT. www.iso.org/TeHSTANDARDPREVIEW
- Jones-Farmer, L. A., Woodall, W. H., Steiner, S. H., & Champ, C. W. (n.d.). *An Overview of Phase I Analysis for Process Improvement and Monitoring.* www.asq.org
- JURAN'S QUALITY HANDBOOK.* (1998).
- Liang, K. (2010). *Aspects of Quality Tools on Total Quality Management.* www.ccsenet.org/mas
- montgomery. (2008). *405_02_Montgomery_Introduction-to-statistical-quality-control-7th-edition-2009.*
- Pacheco, M., Sampaio, P., & Rodrigues, C. (2011). *Ferramentas da qualidade: estudo da sua aplicação e uso nas organizações certificadas.* www.asq.org
- PAULO J. P. GOMES. (2004). *A evolucao do conceito de qualidade.*
- Requeijo, J. F. G., & Pereira, Z. P. do P. S. L. (2012). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos.* (2ª). Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

- Saunders, M. N. K., Lewis, P., & Thornhill, Adrian. (2016). *Research methods for business students*. Financial Times/Prentice Hall.
- Sokovic, M., Jovanović, J. Š., Krivokapic, Z., & Vujovic, A. (2009). *Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process*. <http://www.rebusproject.net/>
- Tari, J. J., & Sabater, V. (2004). Quality tools and techniques: Are they necessary for quality management? *International Journal of Production Economics*, 92(3), 267–280. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.018>

ANEXO I- TABELA DE CONSTANTES PARA CARTAS DE CONTROLO

Sample Size n	Factors for Control limits for \bar{x}					Factors for Standard dev- control limits for s				Factors for ranges R			Factors for control limits for R		
	A	A ₂	A ₃	c ₄	c ₅	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	1.880	2.659	.798	.603	0	3.267	0	2.606	1.128	.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	.886	.463	0	2.568	0	2.276	1.693	.888	0	4.358	0	2.575
4	1.500	.729	1.628	.921	.389	0	2.266	0	2.088	2.059	.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	.577	1.427	.940	.341	0	2.089	0	1.964	2.326	.864	0	4.918	0	2.115
6	1.225	.483	1.287	.952	.308	.030	1.970	.029	1.874	2.534	.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	.419	1.182	.959	.282	.118	1.882	.113	1.806	2.704	.833	.205	5.203	.076	1.924
8	1.061	.373	1.099	.965	.262	.185	1.815	.179	1.751	2.847	.820	.387	5.307	.136	1.864
9	1.000	.337	1.032	.969	.246	.239	1.761	.232	1.707	2.970	.808	.546	5.394	.184	1.816
10	.949	.308	.975	.973	.232	.284	1.716	.276	1.669	3.078	.797	.687	5.469	.223	1.777
11	.905	.285	.927	.975	.221	.321	1.679	.313	1.637	3.173	.787	.812	5.534	.256	1.744
12	.866	.266	.886	.978	.211	.354	1.646	.346	1.610	3.258	.778	.924	5.592	.284	1.716
13	.832	.249	.850	.979	.202	.382	1.618	.374	1.585	3.336	.770	1.026	5.646	.308	1.692
14	.802	.235	.817	.981	.194	.406	1.594	.399	1.563	3.407	.762	1.121	5.693	.329	1.671
15	.775	.223	.789	.982	.187	.428	1.572	.421	1.544	3.472	.755	1.207	5.737	.348	1.652
16	.750	.212	.763	.983	.181	.448	1.552	.440	1.526	3.532	.749	1.285	5.779	.364	1.636
17	.728	.203	.739	.985	.175	.466	1.534	.458	1.511	3.588	.743	1.359	5.817	.379	1.621
18	.707	.194	.718	.985	.170	.482	1.518	.475	1.496	3.640	.738	1.426	5.854	.392	1.608
19	.688	.187	.698	.986	.165	.497	1.503	.490	1.483	3.689	.733	1.490	5.888	.404	1.596
20	.671	.180	.680	.987	.161	.510	1.490	.504	1.470	3.735	.729	1.548	5.922	.414	1.586
21	.655	.173	.663	.988	.157	.523	1.477	.516	1.459	3.778	.724	1.606	5.950	.425	1.575
22	.640	.167	.647	.988	.153	.534	1.466	.528	1.448	3.819	.720	1.659	5.979	.434	1.566
23	.626	.162	.633	.989	.150	.545	1.455	.539	1.438	3.858	.716	1.710	6.006	.443	1.557
24	.612	.157	.619	.989	.147	.555	1.445	.549	1.429	3.895	.712	1.759	6.031	.452	1.548
25	.600	.153	.606	.990	.144	.565	1.435	.559	1.420	3.931	.709	1.804	6.058	.459	1.541

ANEXO II- FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE CHAPARIA

