



**Beatriz Ullrich Saviczki**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA LINHA PARA LIMPEZA EM GANCHEIRAS  
UTILIZADAS NO SETOR DE PINTURA**

Horizontina - RS

2021

**Beatriz Ullrich Saviczki**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA LINHA PARA LIMPEZA EM GANCHEIRAS  
UTILIZADAS NO SETOR DE PINTURA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia de produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Profa. Darciane Eliete Kerkhoff, Me.

Horizontina - RS

2021

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA LINHA PARA LIMPEZA EM GANCHEIRAS  
UTILIZADAS NO SETOR DE PINTURA**

**Elaborada por:  
Beatriz Ullrich Saviczki**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção

Aprovado em: 07/12/2021  
Pela Comissão Examinadora

---

Darciane Eliete Kerkhoff, Me.  
Presidente da Comissão Examinadora – Orientador

---

Sirnei Cesar Kach, Me.  
FAHOR – Faculdade Horizontina

---

Francine Centenaro Gomes, Me.  
FAHOR – Faculdade Horizontina

Aos meus familiares, pela capacidade de acreditar e investir em mim, embarcando juntos nesse sonho.

À dona Teresa, minha mãe, por seu cuidado e dedicação cheios de esperança para seguir em frente. Ao sr. Alcindo, meu pai, por sua presença que significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada. A Jaqueline, minha irmã, pelo apoio e auxílio prestados.

Ao Elizandro, meu esposo, obrigada por todo apoio, auxílio e carinho ao longo desta caminhada que foi se tornando possível. Ao Artur e Miguel, meus filhos, pelos momentos de distração quando estava perdida nas incertezas da vida acadêmica.

À dona Serenita, minha sogra, por todo auxílio e apoio ao longo destes anos.

Agradeço primeiramente a Deus por me possibilitar a realização deste sonho, e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Um agradecimento especial a toda minha família pelo carinho e compreensão nos momentos de dificuldades e, principalmente, pelo apoio em todo o tempo especial de qualificação profissional.

Agradeço a direção, professores, orientadores e demais funcionários da FAHOR por todos os ensinamentos e auxílio do decorrer dos anos de formação.

Agradeço a empresa ARTEFACTO por permitir o desenvolvimento do meu TFC na empresa e por toda a assessoria que prestaram.

“Nossa maior fraqueza é a desistência. O caminho mais certo para o sucesso é sempre tentar apenas uma vez mais.”

(Thomas Edison)

## **RESUMO**

O mercado encontra-se cada vez mais competitivo, onde as organizações buscam desenvolver-se e melhorar seus processos organizacionais. O presente trabalho visa apresentar através da metodologia 8D, o resultado das análises dos defeitos de qualidade ocasionados pelo acúmulo excessivo de tinta dos dispositivos de pintura e, conseqüentemente, a contaminação dos banhos. A metodologia de pesquisa utilizada foi a pesquisa-ação. O objetivo do presente TFC (Trabalho Final de Curso) é a implementação de um processo de deslocamento de tinta dos dispositivos de pintura. Como principais resultados da pesquisa, destaca-se a viabilidade de implementar o processo de deslocamento de tinta, bem como o aumento de dispositivos limpos para utilização durante o processo. Através deste foi possível o ganho de produtividade no processo de carregamento das peças.

**Palavras-chave:** Desplacante de tinta. Metodologia 8D. Sistema de Pintura.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de gancheiras.....	21
Figura 2 – Geometria das peças X defeitos .....	22
Figura 3 – Posicionamento de peças tubulares.....	22
Figura 4 – Processo de pré tratamento .....	24
Figura 5 – Exemplo de pistola convencional .....	30
Figura 6 – Técnicas de pintura, indicando posição e movimentos corretos e incorretos.....	31
Figura 7 – Pistola convencional a esquerda, pistola eletrostática a direita .....	32
Figura 8 – Cabines de pintura estacionária com recuperação tipo cartucho .....	33
Figura 9 – Cabine de pintura linha contínua.....	34
Figura 10 – Exemplo de pistola sem ar .....	34
Figura 11 – Passos que ocorrem durante o processo de remoção química do sistema de pintura .....	36
Figura 12 – Diagrama de Ishikawa.....	44
Figura 13 – Gráfico de Pareto .....	45
Figura 14– Estrutura do desenvolvimento do estudo .....	49
Figura 15 – Vista aérea da empresa Artefacto .....	53
Figura 16 – Modelo do carro de transporte .....	54
Figura 17 – Exemplo de peças carregadas no carro .....	55
Figura 18 – Gancheiras com acúmulo de tinta .....	56
Figura 19 – Contaminação do banhos .....	57
Figura 20 – Gancheiras com remoção de tinta no banho de desengraxante .....	58
Figura 21 – Gancheiras limpas externamente.....	59
Figura 22 – Ganchos danificados pelo processo de limar .....	60
Figura 23 – Marcas de banho.....	60
Figura 24 – Defeitos por item .....	62
Figura 25 – Comparativo da quantidade limpa X Valor total .....	65
Figura 26 – Demarcação dos ganchos.....	66
Figura 27 – Tanques sobressalentes .....	69
Figura 28 – Instalação do tanque .....	70
Figura 29 – Instalação do sistema de aquecimento .....	70
Figura 30 – Instrução de trabalho.....	71

Figura 31 – Carros de deposição de gancheiras sujas .....	72
Figura 32 – Instalação de tampas nos dispositivos .....	74
Figura 33 – Carro de disposição dos dispositivos para limpeza.....	76
Figura 34 – Cálculo do custo para limpeza de uma gancheira.....	78
Figura 35 – Compilação dos dados.....	78
Figura 36 – Gráfico comparativo dos valores atuais com os valores dos anos de 2019 e 2020 .....	79
Figura 37 – Gráfico de Pareto .....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Controle da temperatura do banho de deslocante químico .....	74
Tabela 2 – Aumento de dispositivos limpos por dia .....	75
Tabela 3 – Controle de limpeza de gancheiras .....	77
Tabela 4 – Planilha de controles conforme instrução de trabalho .....	77
Tabela 5 – Defeitos de maio/2021 a agosto/2021 .....	80
Tabela 6 – Cálculo do tempo gasto para limar as gancheiras.....	82

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	TEMA	15
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.4	HIPÓTESES	16
1.5	JUSTIFICATIVA	16
1.6	OBJETIVOS	17
1.6.1	Objetivo Geral	17
1.6.2	Objetivos Específicos	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>19</b>
2.1	PROCESSOS DE PINTURA	19
2.1.1	Dispositivos do processo de pintura	20
2.1.2	Preparação da Superfície	23
2.1.3	Tinta	28
2.1.4	Aplicação da tinta	29
2.2	PROCESSOS DE REMOÇÃO DE TINTA DOS DISPOSITIVOS DE PINTURA	35
2.2.1	Deslocamento químico	35
2.2.2	Deslocamento mecânico	37
2.2.3	Deslocamento térmico (pirólise)	38
2.3	GESTÃO DA QUALIDADE	38
2.3.1	Metodologia 8D	39
2.3.2	Ferramentas da Qualidade	42
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>47</b>
3.1	PESQUISA-AÇÃO	47
3.2	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	48
3.3	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	50
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>52</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	52
4.2	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	54
4.3	DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS	56
4.4	LEVANTAMENTO DE DADOS	61
4.5	TESTES, IMPLEMENTAÇÃO E MELHORIAS NO PROCESSO	65
	<b>CONSIDERAÇÃO FINAL</b>	<b>84</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE A – ESQUEMA DE LIMPEZA E PREPARO DE UMA PEÇA DESTINADA A RECEBER UMA PINTURA ANTICORROSIVA</b>	<b>92</b>
	<b>APÊNDICE B – EXEMPLO DA ESTRUTURAÇÃO DE UM PLANO DE AÇÃO</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE C – Detalhamento das fases da pesquisa-ação</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE D – MACRO FLUXO DO PROCESSO</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE E – FLUXOGRAMA DAS LINHAS DE TRATAMENTO DAS PEÇAS</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE F – FLUXO DOS DISPOSITIVOS DENTRO DO SETOR DA PINTURA</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE G – SUJEIRAS DE BANHOS NAS PEÇAS APÓS PINTURA</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE H – SUJEIRAS DE BANHOS NAS PEÇAS APÓS PINTURA</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE I – CONTROLE DE LIMPEZA DE GANCHEIRAS</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE J – TESTE DE DESPLACAMENTO</b>	<b>101</b>

<b>APÊNDICE K – RESULTADO DOS TESTES .....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE L – RESULTADO DOS TESTES.....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO A – CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE DESPLACAMENTO MAIS ADEQUADO .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO B – LEI DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO C – MISSÃO E VISÃO DA EMPRESA ARTEFACTO.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO D – SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO E – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO F – MATRIZ GUT .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO G – 5 POR QUÊS.....</b>	<b>110</b>
<b>ANEXO H – PLANO DE AÇÃO .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO I – ESTRUTURA DO TANQUE DE DESPLACANTE DE TINTA.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO J – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICO .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO K – BOLETIM TÉCNICO.....</b>	<b>114</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Preocupada com o meio ambiente, a empresa Kohler e Kohler buscou desenvolver um sistema de limpeza química para os dispositivos que são utilizados no setor da pintura, certificando-se que este processo esteja em conformidade com as legislações ambientais vigentes.

Conforme Eder (2005), cada vez mais as empresas buscam adequar-se às legislações ambientais, pois, além de os governos estarem criando legislações mais rigorosas, os clientes e investidores buscam empresas que se preocupam com produtos e processos que estejam em conformidade com as legislações ambientais.

O mercado está a cada dia mais competitivo, com cenários industriais dinâmicos e inovadores, no qual as empresas necessitam frequentemente implementar novas tecnologias, ou implementar melhorias nos processos já existentes. Para através deste, flexibilizar e agilizar seus processos. (SILVA, 2018).

A metalúrgica é responsável por desenvolver e fabricar peças para diversos clientes do Brasil. Para algumas das peças fabricadas o cliente fornece o projeto, e a empresa é responsável por fabricá-las. A fabricação das mesmas inicia-se com o processo na separação da chapa de aço, conforme solicitado em cada projeto, na sequência passa-se para os processos de corte laser, dobra, prensa, solda, pintura, emborrachamento, zincagem, montagem, embalagem e entrega ao cliente, conforme as especificações de cada item.

Na Artefacto, assim como em diversas empresas do ramo metalúrgico, que trabalham com peças de material de aço, galvanizado ou fundido, é necessário realizar a proteção superficial das peças metálicas, o qual é responsável por protegê-las de danos como corrosão e fornecer aparência atraente as mesmas (ROCHA; NETO, 2019).

Após a fabricação das peças, as mesmas são destinadas ao setor da pintura, o qual é responsável por realizar a proteção superficial das peças. Conforme as especificações na ordem de produção, as peças serão destinadas à área de zincagem e emborrachamento, ou para a área de carregamento da pintura, no qual as mesmas serão movimentadas manualmente pelos operadores.

Os responsáveis pelo carregamento irão posicionar as peças de forma adequada nos carros de movimentação. Esta atividade dar-se-á utilizando dispositivos adequados, como hastes, ganchos e gancheiras. Após estarem

devidamente posicionadas, o carro de movimentação com as peças será movimentado pelos operadores até o início da linha de decapagem momento este em que a parte superior do carro será movimentado com a utilização de pontes rolantes. A base deste carro será posicionada em área demarcada e aguardará até as peças concluírem o processo na linha de decapagem, após isso, o mesmo será reposicionado no final da linha para receber as peças. Os operadores irão movimentar de forma manual este até o início da linha de fosfatização, para concluir o processo de proteção superficial.

A decapagem química é responsável por remover das peças todo aquele material que não deveria estar ali, como a carepa de recozimento e de laminação, ferrugem e demais incrustações, as quais são todas removidas pelo processo de decapagem química. Geralmente nos banhos do processo de decapagem química são utilizados aditivos e ácidos. Os aditivos possuem a finalidade de inibição do ataque excessivo do produto ácido. Estes banhos são utilizados para limpeza das peças e contém em sua composição o ácido sulfúrico juntamente com o ácido clorídrico quando aquecidos, possuem um menor tempo de decapagem (EDER, 2005; CAREAGA, 2018).

Quando as peças concluírem o processo de fosfatização passarão pela estufa de secagem. Na sequência serão recolocadas no dispositivo de movimentação, que estava aguardando aquele carro em específico, utilizando-se da ponte rolante, sendo então levadas pelos operadores até as cabines de pintura.

A finalidade principal da fosfatização, é melhorar a aderência de tintas e tornar a superfície mais resistente à corrosão, através deste processo a peça estará sendo protegida até receber uma camada de tinta. A fosfatização aumenta sensivelmente a ancoragem da tinta ao substrato e oferece proteção contra a corrosão durante o tempo de vida do produto (KRÄNKEL, 2020b).

Pode-se observar que a etapa de fosfatização das peças é uma das etapas primordiais do pré-tratamento, devido ao fato de que a qualidade desta cobertura é o que determinará o quanto o material estará protegido e a qualidade da adesão da tinta na etapa seguinte (CAREAGA, 2018).

Concluída a aplicação da tinta as mesmas serão movimentadas de forma mecânica para a estufa de secagem. Quando frias, as peças serão descarregadas dos dispositivos, e estes serão reutilizados no processo de carregamento, mas devido aos mesmos terem recebido uma camada de tinta durante o processo de

pintura das peças, será necessário que os operadores realizem o processo de limar os ganchos, processo este necessário para haver contato entre as peças e os ganchos.

Atualmente é encaminhada quinzenalmente uma parte do material que necessita de limpeza para uma empresa terceirizada. Devido ao fato de haver a necessidade de reutilização dos dispositivos, e sem a devida limpeza, o processo de pintura acabará acumulando tinta nos ganchos, gancheiras e nas hastes. Este acúmulo de tinta poderá ocasionar problemas, como a contaminação dos banhos de proteção superficial e conseqüentemente a contaminação das peças.

A contaminação dos banhos de enxáguas subsequentes aos banhos com produtos químicos é proveniente do acúmulo de água nas gancheiras ocasionado pelo excesso de tinta. Outro problema encontrado é o desgaste dos ganchos devido a atividade de limar as partes de contato entre a peça e as gancheiras.

Os autores Rocha e Neto (2019), apresentam as vantagens de cada um dos processos de limpeza com deslocamento de tinta, para que através destas as empresas possam optar por qual dos processos de limpeza desejam implementar para realizar a remoção das camadas de tintas já curadas dos dispositivos. Atualmente existem vários processos no mercado, os quais podem ser classificados em mecânico, químico ou térmico.

Conforme Rocha e Neto (2019), seja para aumentar a vida útil dos dispositivos utilizados nos processos de carregamento das peças na linha de pintura, ou melhorar o contato, economizar tinta ou garantir um acabamento perfeito nas peças pintadas. Para que sejam atingidas essas expectativas, é necessário submeter os dispositivos a um processo de limpeza, pois, os mesmos passam pelo processo de pintura diversas vezes, ocasionando o acúmulo de camadas de tinta, com o tempo este acúmulo compromete o funcionamento dos equipamentos utilizados no setor de pintura, ocasionando defeitos na pintura como escorridos, acúmulos de sujeira, contaminações, falhas de contato, etc.

A partir dos dados analisados estarão sendo definidos parâmetros de processo e a implementação de um sistema de limpeza das gancheiras, os quais serão a solução para o problema de acúmulo de tintas nos suportes.

Os diversos sistemas de limpeza auxiliam as empresas a atingir suas metas, para tanto é importante que ao ser definido um dos sistemas, as empresas levem

em consideração as leis da política nacional do meio ambiente, definido pela lei nº 6.938/81.

Buscando atender todas as normas vigentes de prevenção ao meio ambiente, além de melhorias no processo, estará sendo implementando um sistema de limpeza química, no qual a empresa irá realizar os tratamentos de resíduos líquidos e destinar os resíduos sólidos a uma empresa regularizada.

### 1.1 TEMA

No desenvolvimento deste trabalho o foco principal é a definição dos parâmetros de operação como concentração do banho e o pH, e a implementação de uma linha de limpeza química para os ganchos, gancheiras e hastes.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho delimita-se na coleta de dados, análises e implementação de um sistema de deslocamento de tinta dos dispositivos do setor de pintura da empresa alvo desta pesquisa.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Atualmente é destinado a uma empresa terceirizada o material que necessita limpeza, como os ganchos, gancheiras e hastes, que são utilizados no setor de pintura. Para a realização desta limpeza é realizada a remoção da tinta e demais sujidades que encontram-se depositadas sobre os mesmos.

Esta atividade de limpeza era realizada externamente, sendo que os materiais e dispositivos utilizados nos processos de pintura são reutilizados diversas vezes até serem encaminhados para a limpeza. Não havia uma demarcação nos equipamentos com o número de vezes em que cada gancheira foi utilizada, para que após um determinado número de vezes em que foi utilizado o material fosse separado para a limpeza.

Ao realizar o encaminhamento para limpeza externa a empresa separava uma quantidade e encaminhava, sem o cuidado de verificar aqueles que já haviam sido utilizados mais vezes. Devido a reutilização destes sem a devida remoção da tinta acumulada, esta tinta ocasionava problemas nos processos existentes.

Devido a remoção esporádica da tinta depositada sobre os materiais utilizados, é possível verificar alguns dos provenientes da contaminação dos tanques de pré-tratamento de superfície do processo de pré tratamento, o qual ocorre em virtude da alta temperatura e da alta concentração dos produtos nos banhos do tanque de desengraxante da linha de decapagem, ocasionando uma breve remoção de tinta presente nos ganchos e gancheiras utilizados para o carregamento das peças.

Este acúmulo de tinta causa mais um problema, o desgaste dos materiais das gancheiras causados pelo processo manual que utiliza a lima para retirar o acúmulo de tinta dos dispositivos utilizados, o qual é realizado para que haja o contato entre a peça e os ganchos no momento de realizar a pintura.

O problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta: A aplicação de um sistema de limpeza em dispositivos da pintura por meio de solução aquosa com soluções alcalinas seria a melhor opção de limpeza e disponibilidade imediata destes equipamentos no setor de pintura?

#### 1.4 HIPÓTESES

Segundo Gil (2018), hipóteses é uma suposição ou uma explicação provisória do problema.

A hipótese do presente trabalho está disposta a seguir:

- Desenvolver um sistema de limpeza química alcalina dentro da empresa, que irá remover 100% da tinta acumulada nos dispositivos como hastes, ganchos e gancheiras.

#### 1.5 JUSTIFICATIVA

Buscou-se através da realização deste projeto de TFC, implementar um processo que irá auxiliar a empresa no atingimento de suas metas referentes à qualidade do produto final.

Atualmente o processo de limpeza é realizado externamente, os materiais e dispositivos utilizados nos processos de pintura acabam sendo reutilizados diversas vezes até serem encaminhados para a limpeza. Em virtude desta limpeza esporádica, ocorre o acúmulo de tinta, o qual ocasiona problemas nos processos de pré-tratamento existentes. Ao serem utilizados no processo de pré-tratamento ocorre

uma breve remoção desta tinta depositada, o qual é ocasionado pela alta temperatura e pela alta concentração dos produtos no banho do tanque de desengraxante.

As empresas buscam constantemente manter seus setores limpos e organizados, manter os *Skids*, grades, dispositivos, suportes e gancheiras limpas. Para tanto existem oportunidades que as auxiliam a superar as dificuldades encontradas, tornando os processos mais eficientes os quais as levam a reduzir os custos e diminuir os defeitos que ocasionam o retrabalho ou sucateamento de peças.

Devido aos altos custos nos processos de deslocamento da tinta realizado externamente, a empresa buscou desenvolver a implementação de um sistema que reduza os custos e agilize o processo de limpeza. Com isso busca-se reduzir os retrabalhos com peças que tiveram seus defeitos causados pelo acúmulo de tinta nos dispositivos.

Através da instalação deste processo de limpeza internamente, a empresa passará a ter dispositivos em condições adequadas ao processo produtivo, evitando assim que seja necessária a remoção da tinta de forma manual das gancheiras. Limpeza esta que é realizada com o auxílio de limas, além de evitar a contaminação dos banhos, decorrentes da tinta acumulada durante os processos de pintura. Um dos principais problemas encontrados é o retrabalho das peças.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

O trabalho em questão tem como objetivo geral instalar um sistema de limpeza química, que possibilite a limpeza dos dispositivos utilizados no processo de pintura.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

Para cumprir o objetivo geral deste estudo, se faz necessário definir os objetivos específicos. Portanto, os objetivos específicos definidos para este trabalho são:

- a) Realizar testes para definição do deslacante a ser utilizado;

- b) Fabricar um dispositivo para carregamento do material que necessita a limpeza;
- c) Elaborar procedimento operacional;
- d) Definir o tratamento e destinação dos resíduos sólidos e líquidos;
- e) Avaliar melhorias no processo para ganho de produtividade.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 PROCESSOS DE PINTURA

Segundo Cardoso (2013), as primeiras pinturas datam de 40.000 anos atrás. Atualmente não somente nas indústrias, como nas construções civis o metal é amplamente utilizado, mas para que o mesmo possa desempenhar sua função sem ser comprometido pelas intempéries do tempo é imprescindível a proteção deste material, para tanto é amplamente empregado o processo de pintura, devido a sua simplicidade e eficácia.

De acordo com Nunes e Lobo (2012), o principal material utilizado atualmente pela engenharia é o aço, tanto para construções de equipamentos e instalações. Devido a sua pouca resistência à corrosão é amplamente utilizada a pintura industrial, com o objetivo de realizar a proteção anticorrosiva.

Empresas do ramo metalúrgico ou demais empresas que utilizem produtos metálicos em suas fabricações utilizam o processo de pintura como forma de proteção do material, sendo que este além de possuir um propósito de proteção das peças contra os danos causados pela corrosão possui também um cunho estético, pois a cada dia os clientes estão mais exigentes com relação à aparência dos produtos (SILVA, 2018).

Segundo Furtado (2010), os danos causados pelo processo corrosivo podem danificar peças, equipamentos e instalações. Estes danos podem causar a paralisação do equipamento para conserto, perda de produto, devido a vazamento ou contaminação, redução na eficiência operacional do equipamento, entre outros.

A pintura possui algumas finalidades relacionadas ao setor de segurança, como o de sinalização de estruturas e equipamentos, e a identificação de fluidos em tanques e tubulações. A tinta utilizada nos processos de pintura também possui a capacidade de impermeabilização, impedindo a aderência da vida marinha ao casco de navios e boias, permitindo maior ou menor absorção de calor (CARDOSO, 2013).

De acordo com Nunes e Lobo (2012), o processo corrosivo de superfícies metálicas é de forma simplificada a deterioração dos materiais, pela ação eletroquímica e química do meio.

Considerando Cardoso (2013), a corrosão é um processo de deterioração que está presente direta ou indiretamente no nosso cotidiano. Este processo causa a danificação de grades, automóveis e demais estruturas metálicas, ocasionando a

redução ou perda da resistência mecânica, elasticidade, ductilidade, a liga perde suas qualidades essenciais e até mesmo a parte estética do material é afetada pelo processo corrosivo. Para prevenir que este defeito ocorra é realizado a proteção superficial das peças e posteriormente realizada a aplicação da tinta sobre a superfície.

Conforme Kränkel (2020b), a pintura de uma superfície possui algumas finalidades específicas, como a proteção anticorrosiva, estética e segurança. Para tanto é aplicado uma fina camada de tinta sobre a superfície metálica, fundida, galvanizada entre outras. Para a obtenção do desempenho máximo da pintura é necessário seguir três etapas fundamentais: preparação da superfície, tinta e aplicação.

### **2.1.1 Dispositivos do processo de pintura**

Conforme Pereira (2007), os dispositivos utilizados nos processos devem ser desenvolvidos para aplicações específicas, levando em consideração os diversos fatores que poderão interferir no processo. “Quando do projeto da gancheira, devemos levar em conta a seção necessária para conduzir a amperagem que será aplicada, a resistência mecânica frente ao esforço a que será submetida e o preço da gancheira com as respectivas peças”.

Muitas vezes os dispositivos utilizados no processo de carregamento das peças, como gancheiras, hastes e ganchos são considerados apenas como acessórios. As gancheiras desempenham um papel extremamente importante, as mesmas não são um simples recurso para o operador depositar as peças, mas sim uma ferramenta indispensável para o bom processamento dos itens a serem pintados (NOPPENY, 1972).

Pechi (2016), os dispositivos utilizados nos processos de carregamento das peças como, por exemplo, as gancheiras, Figura 1 são ferramentas de suma importância, devido ao fato de não apenas servirem para que as peças sejam depositadas, mas na qualidade da pintura das peças, além de ser um periférico responsável por garantir que a capacidade produtiva seja alcançada.

Figura 1 – Exemplo de gancheiras



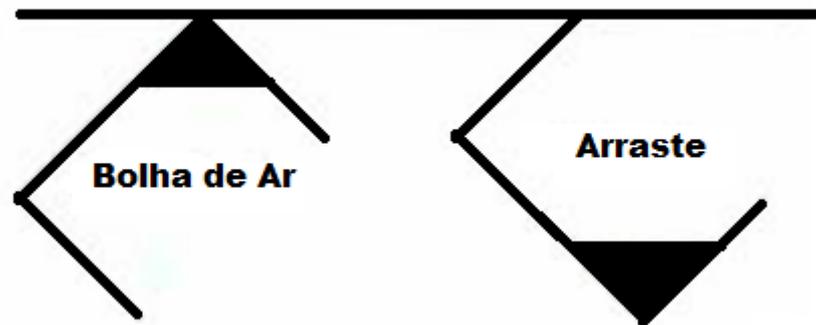
Fonte: Admin, 2020

De acordo com Pechi (2016), é importante levar em consideração no momento do desenvolvimento do dispositivo como a peça será posicionada, a quantidade que poderá ser carregada, sendo necessário avaliar também a geometria da peça.

Segundo Noppeney (1972), o dimensionamento destes equipamentos dar-se-á conforme as dimensões das peças, como peso e tamanho, assim como o tamanho do tanque utilizado no acondicionamento dos banhos do pré-tratamento.

Considerando Pereira (2007), os dispositivos de disposição das peças devem levar em consideração o formato das mesmas, pois dependendo da geometria podem ocorrer defeitos variados. Pode ocorrer o encapsulamento de soluções ou a formação de bolhas de gases, conforme Figura 2, os quais irão provocar defeitos no acabamento ou causarão a contaminação dos banhos de enxágue no processo de pré tratamento.

Figura 2 – Geometria das peças X defeitos

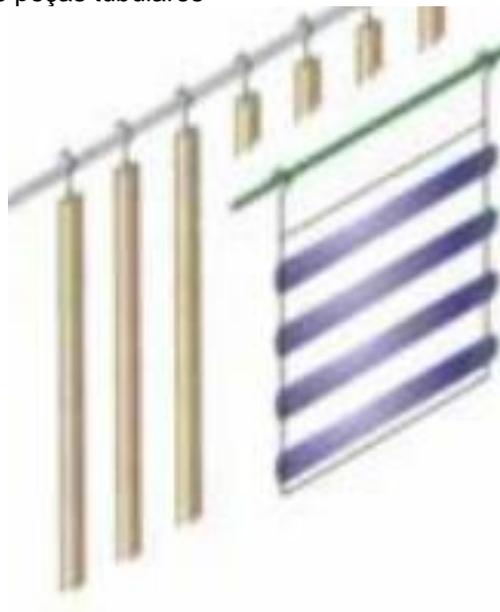


Fonte: Pereira, 2007

Conforme Noppeney (1972), para peças maiores é necessário um estudo mais aprofundado das mesmas, verificando exatamente qual a melhor forma de posicioná-las, para somente então se realizar a fabricação de um protótipo de gancheira. Para a fabricação do protótipo deve-se observar os detalhes da peça, e as exigências de qualidade das mesmas. Após a fabricação e testes realizados e aprovados os dispositivos, é que será realizada a fabricação em escala para produção.

Peças de geometrias tubulares podem ser tanto acondicionadas nos dispositivos na horizontal, quanto na vertical, Figura 3 sendo que quando posicionadas na horizontal é recomendável um leve desnível para facilitar o escoamento dos banhos do processo (PEREIRA, 2007).

Figura 3 – Posicionamento de peças tubulares



Fonte: Pereira, 2007

De acordo com Pereira (2007), outros cuidados são quanto ao número de peças a serem posicionadas e as capacidades dos dispositivos utilizados, evitando as sobrecargas. Conforme o modelo das peças podem ser desenvolvidos dispositivos adequados, levando em consideração os tamanhos e formatos das mesmas e também a capacidade dos tanques utilizados.

### **2.1.2 Preparação da Superfície**

De acordo com Furtado (2010), “A qualidade do revestimento de uma peça dependerá basicamente da limpeza e do preparo da superfície metálica.” A limpeza deve ser realizada de forma efetiva em todos os processos de fabricação até o acabamento final. Esta limpeza é importante devido ao fato de que nos locais onde haja presença de camadas de óxidos, óleos e graxas o acabamento final não será perfeito, podendo ocorrer defeitos de pintura ou oxidações com o passar do tempo.

Pintar não é simplesmente “melar ferro”, é necessário a avaliação da matéria prima e do problema a ser solucionado. Realizar a pintura de uma peça é uma tecnologia que necessita do preparo da superfície, no desenvolvimento e na aplicação do produto, todas as etapas e envolvidos nela necessitam estar alinhados e funcionar adequadamente (QUINTELA; *et. al.*, 2006).

Conforme Kränkel (2020b), para que as peças pintadas possuam um bom acabamento final, sem que seja necessária a realização de retrabalho é imprescindível que as peças recebem um bom tratamento de superfície, no qual serão removidas todas as sujidades que estão dispostas sobre a peça. Caso a preparação da superfície seja ineficiente a aderência da tinta será mínima ou nenhuma.

O processo de tratamento de superfície é um fator de extrema importância para que o processo de pintura possua um bom desempenho. Na preparação da superfície é necessário que a mesma limpe e torne a peça rugosa. Estes dois fatores são importantes pelo fato da limpeza eliminar materiais indesejados, e a rugosidade irá melhorar a superfície de contato e também a aderência (CORREA; SOUZA NETO; CORREA, 2016).

De acordo com Nunes e Lobo (2012), o processo de fosfatização consiste na adição de uma camada de fosfato sobre a superfície da peça, esta camada tem por objetivo inibir o processo corrosivo porém, principalmente quando aplicado de forma

homogênea em fornecer uma base excelente para a pintura, em virtude da sua rugosidade.

Segundo Kränkel (2020b) há diversos tipos de resíduos que podem estar impregnados nas peças. Alguns destes resíduos são óleos, graxas, sabões, poeiras, oxidações e demais defeitos que possam impedir um acabamento perfeito após a pintura.

Para a eliminação desses contaminantes que estão impregnados nas peças, as mesmas são lavadas em tanques, Figura 4 nestes alguns tanques conterão produtos e outros tanques contêm água limpa para remover o excesso de produto contido nas peças do banho anterior (CAREAGA, 2018).

Figura 4 – Processo de pré tratamento



Fonte: Daibase, 2007

Conforme Montoanelli (1983), para que seja possível realizar a fosfatização da superfície das peças é imprescindível que as mesmas estejam isentas de quaisquer impurezas em sua superfície, a remoção destas sujidades podem ser realizadas pelos processos manuais, imersão, pulverização ou jato ou misto. O processo manual entende-se aquele realizado manualmente com a utilização de pincel ou trincha para aplicar o produto para remoção das impurezas.

Imersão é o processo no qual as peças são imersas em tanques, os quais contêm os produtos responsáveis pela limpeza e fosfatização. Já o processo de pulverização ou jato é aquele no qual as peças passam por túneis e vão recebendo os jatos de água e produtos. O processo misto é aquele no qual pode ser utilizado mais de um dos processos citados (MONTUANELLI, 1983).

Nos processos de pré-tratamento, Apêndice A, será realizada a limpeza e preparação da superfície da peça. O Processo de limpeza será realizado no que nas indústrias é chamado de processo de fosfatização, neste processo as peças passarão por tanques nos quais haverá produtos ou água limpa (KRÄNKEL, 2020b).

Nos tanques de produto haverá os tanques de desengraxante, enxágue de desengraxante, decapante, enxágue de decapante, refinador, fosfato, enxágue de fosfato, passivação e por último o tanque de DI (água deionizada). No final as peças são secadas e encaminhadas ao processo de pintura (KRÄNKEL, 2020b).

#### 2.1.2.1 Desengraxante

De acordo com Montoanelli (1983), no processo de pré-tratamento o desengraxe é a primeira operação do processo. Este processo possui a finalidade de desengraxar a superfície, ou seja, remover toda sujidade de natureza oleosa ou graxa, além das demais sujidades que nela estiverem impregnadas.

O processo de desengraxe geralmente é alcalino, possui a finalidade de remoção de óleos e graxas das peças, estas sujidades são oriundas das operações de manufatura ou oleamento de usina (KRÄNKEL, 2020b).

Segundo Montoanelli (1983), a maioria das indústrias utiliza os desengraxantes alcalinos, estes são compostos de misturas álcalis com detergente. “Entre os álcalis são comumente usados, a soda cáustica, carbonato de sódio, silicatos de sódio, uma série de fosfatos boratos de sódio.”

Conforme Furtado (2010), as soluções alcalinas utilizadas no processo de desengraxe das peças são obtidas através da mistura de água quente, com sais e bases das mais diversas composições. Esta solução é responsável por realizar a remoção de óleos e graxas, assim como poeiras, cavacos não-aderentes, dissolvendo sais solúveis e insolúveis, hidróxido, óxidos deixando a superfície metálica limpa de impurezas.

#### 2.1.2.2 Decapante

O processo de decapagem não é obrigatório em um processo de fosfatização, mas, o mesmo torna-se obrigatório quando as superfícies a serem tratadas apresentam quaisquer indícios de contaminação com ferrugem, carepa de

laminação ou de tratamento térmico. Sendo que neste processo utiliza-se os chamados ácido minerais: clorídrico, sulfúrico, e fosfórico (MONTANELLI, 1983).

De acordo com Furtado (2010), o processo de decapagem é uma opção largamente utilizada para a remoção de camadas de óxidos que se formam na superfície metálica.

Conforme Guerreiro (2009), em uma linha de pré tratamento a utilização de decapante alcalino e decapante ácido, ambos possuem vantagens e desvantagens. Com a utilização de decapante alcalino será possível até certo ponto que os resíduos alcalinos atuem auxiliando na precipitação dos fosfatos. Os decapantes ácidos, quando realizados além do tempo recomendado tende a influenciar na fosfatização pela formação de cristais grandes, mas quando no tempo correto, criam uma distribuição uniforme, estes pontos servirão como núcleos de cristalização.

### 2.1.2.3 Fosfatização

Conforme Kränkel (2020b), o refinador é utilizado para que ocorra o acondicionamento das superfícies a serem fosfatizadas, ou seja, o mesmo irá facilitar a obtenção de uma camada uniforme, densa e micro cristalina de fosfato, o qual auxiliará na redução de imperfeições da camada de fosfato depositada.

Segundo Kränkel (2020b), o processo de fosfatização irá auxiliar a peça a melhorar a aderência e resistência à corrosão ou a lubrificantes nos processos de deformação a frio em partes móveis.

De acordo com Guerreiro (2009), o banho de fosfato é constituído basicamente de ácido fosfórico e cátions de metais bivalentes. Este processo é amplamente utilizado em metalúrgicas, pois é utilizado para tratar substratos como ferro, aço, aço galvanizado, alumínio, cobre e magnésio e suas ligas.

Conforme os autores Kränkel (2020b) e Montanelli (1983), o processo de fosfatização é o mais complexo da linha de pré-tratamento, sendo necessário um controle rigoroso das concentrações da alcalinidade livre e alcalinidade total, assim como o controle e remoção do lodo gerado durante o processo, pois este lodo em excesso é prejudicial ao processo.

Esta etapa sozinha não garante a proteção das peças contra a corrosão nas superfícies metálicas, somente ao ser associado ao processo de pintura é que seu papel é realmente imprescindível, “pois, além de melhorar a aderência da tinta,

converte a superfície metálica que é suscetível a corrosão em uma superfície não metálica, de fosfato e com isso mais resistente.” (KRÄNKEL, 2020b, p. 24).

#### 2.1.2.4 Passivador

Após a fosfatização é realizado o processo de passivação, usualmente chamada de neutralização, devido ao fato de a mesma se destinar à preparação da superfície para o acabamento final (MONTANELLI, 1983).

Conforme Kränkel (2020b) e Guerreiro (2009), este processo possui a finalidade de selar as porosidades deixadas pelo fosfato, pois estes geralmente possuem uma porosidade de aproximadamente 0,5% em relação à superfície. Ao ser aplicado a etapa de passivação aumenta-se nas peças a resistência à corrosão além de aumentar a aderência da tinta à superfície.

#### 2.1.2.5 Enxágues

O processo de lavagem constitui um processo de extrema importância nas linhas de limpeza química, não devendo ser negligenciado em face dos aspectos técnicos ou econômicos. Esta etapa é importante para realizar a remoção dos excessos de produtos químicos, sendo necessário entre os banhos de desengraxante e decapante e a fosfatização, ou na neutralização e a passivação. Assim como constitui a última etapa antes do processo de secagem final o qual precede a aplicação do revestimento anticorrosivo (FURTADO, 2010).

Segundo Reis (2003), os enxágues no processo de fosfatização são imprescindíveis, pois, os mesmos garantem a qualidade do processo. Utilizando um sistema de enxágue bem dimensionado é possível gerar redução nas trocas dos banhos de produto, permitindo que trabalhe-se com máxima eficiência nos enxágues anteriores à fosfatização.

Conforme Kränkel (2020b), com o intuito de evitar com que ocorra a contaminação dos banhos de produtos químicos nas linhas de pré-tratamento utilizam-se banhos de enxágue após os banhos principais, ou seja, após os tanques de desengraxante, decapante, fosfato, passivador.

Esta etapa é responsável pela remoção dos resíduos que estão impregnados nas superfícies metálicas provenientes das etapas anteriores, evitando assim a contaminação das etapas posteriores. Após concluídos todos os processos, as

peças são secas em estufa com faixa de 100° C, com o intuito de remover toda a umidade dos itens fosfatizadas anteriormente (KRÄNKEL, 2020b).

Para uma remoção completa dos sais residuais e demais resíduos que possam estar presentes na superfície após as etapas de desengraxe, decapagem, refinador, fosfatização e passivador as peças passam pelo tanque com DI, esta água possui baixo teor de sais, com pH e condutividade controlados (KRÄNKEL, 2020b).

### **2.1.3 Tinta**

Um dos pontos importantes para obter peças com bom acabamento final é a seleção de tinta apropriada ao material e ao tipo de ambiente que a peça ou equipamento será exposto. Para tanto é imprescindível que a mesma possua tecnologia de formulação, com um rigoroso controle das matérias primas utilizadas no desenvolvimento das mesmas, assim como o controle de qualidade no processo de fabricação, conforme Kränkel (2020b).

Segundo Cembranel *et. al.* (2014) as tintas podem ser a pó e líquidas. A tinta a pó possui uma consistência sólida, e em sua composição não apresenta solventes, reduzindo assim os riscos de incêndio. A tinta a pó possui diversos pontos positivos, devido a mesma apresentar baixo índice de rejeição, não necessita de várias mãos de tinta, possibilita peças com melhor qualidade de acabamento, além de ser considerado um dos processos de pintura mais ecológicos, devido ao fato de não gerar resíduos.

A tinta líquida necessita de preparação prévia antes da aplicação, para tanto a mesma é diluída com solvente. As peças que são pintadas com tinta líquida necessitam de uma camada fina de tinta, conhecida como primer. Diferentemente das tintas a pó, a líquida possui em sua composição além do veículo fixo, solventes, pigmentos e aditivos. Essas tintas são conhecidas pela facilidade em obter camadas mais finas de tinta e pela facilidade de troca de cor, conforme Cembranel *et. al.* (2014).

Segundo Cardoso (2013), tanto a tinta líquida quanto a tinta pó são composições químicas, os quais após cura formará filmes com propriedades estéticas, decorativas, anticorrosivas, impermeabilizantes, entre outras funções de segurança.

Conforme Silva (2018), a preparação da tinta é realizada em um reservatório, do qual a tinta é enviada até as pistolas de pintura, ao ser acionada a tinta é

pulverizada sobre a superfície a ser pintada. Quando se trata de pistola eletrostática a tinta é carregada e posteriormente cai no fluxo de ar até atingir a peça.

Cembranel *et. al.* (2014), ambos os tipos de tintas possuem seus pontos positivos e pontos negativos, assim como as gerações de resíduos que necessitam ser tratados e destinados corretamente.

#### **2.1.4 Aplicação da tinta**

Para a aplicação da tinta é imprescindível a seleção da forma correta para a aplicação, pois assim como a tinta, o método de aplicação possui grande influência no resultado final, conforme Mekal (2021).

Conforme Stork (2013) é importante que a superfície a receber a camada de proteção anticorrosiva esteja isenta de impurezas, em condições perfeitas que irá garantir boa aderência, podendo-se realizar a aplicação da tinta.

Conforme Cardoso (2013) para a aplicação da tinta são utilizados diversos sistemas distintos, os quais são avaliados conforme o que deseja-se pintar, quais as exigências de cada tipo de pintura e também a quais intempéries a pintura está exposta. As pinturas com pistolas possuem alta produtividade, além de excelente aspecto visual.

Segundo Gnecco, Mariano, Fernandes (2003), existem diversas formas de aplicação de tinta, destacar-se-á entre os processos da pintura, o sistema de pintura por pistola, o qual pode ser convencional, eletrostática ou sem ar.

##### **2.1.4.1 Sistema de Pistola Convencional**

Segundo Stork (2013), quando utilizado o sistema de aplicação por pistola convencional, a tinta é atomizada com o auxílio de ar comprimido, o qual entra na pistola por uma passagem distinta da tinta.

De acordo com Mekal (2021), quando utilizado a pistola convencional é imprescindível que a mão de obra esteja treinada, ou seja especializada, pois os mesmos irão calibrar o equipamento quanto a saída de ar e tinta. A calibração inadequada acarreta em defeitos de pintura e pulverização seca, no qual há o desperdício de matéria prima.

A principal diferença na pistola convencional, conforme Figura 5, é que a pressurização é feita através do ar comprimido, o qual entra na pistola em uma área

distinta, é misturado com a tinta e expelido pela capa de ar, o qual irá formar um leque cujo tamanho e forma são controláveis (MAGNAN, 2011).

Figura 5 – Exemplo de pistola convencional



Fonte: Mekal, 2021

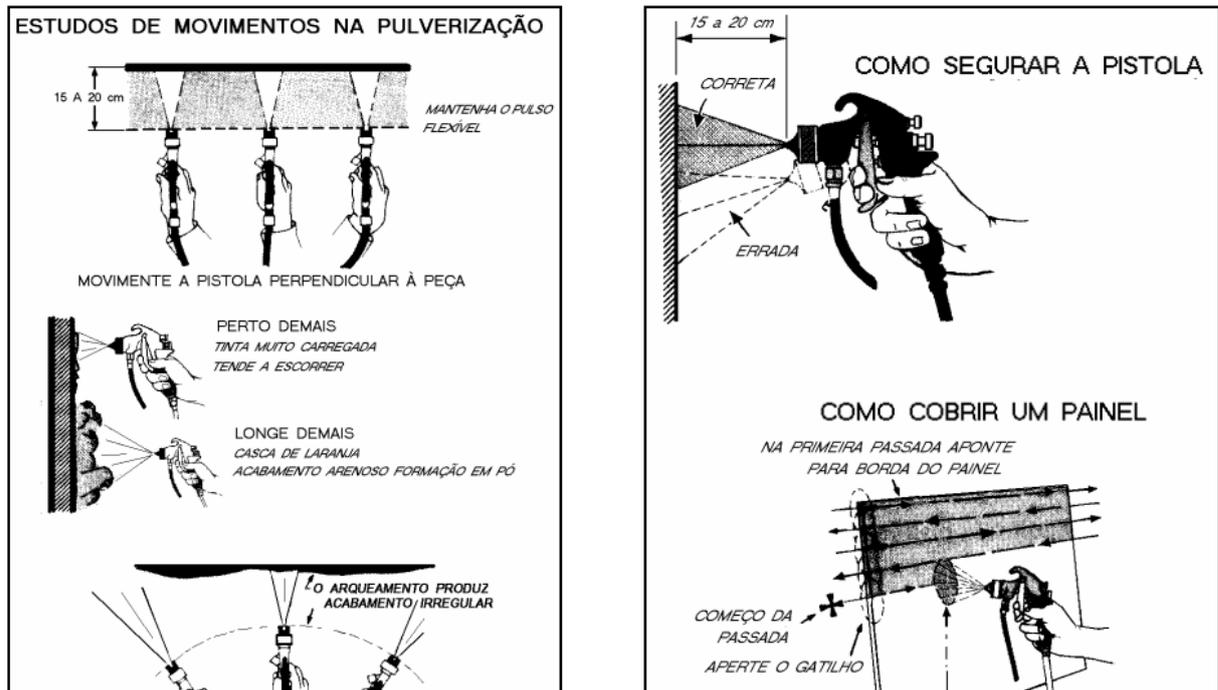
De acordo com Kränkel (2020a), neste método de aplicação convencional é necessário à diluição da tinta, de uma forma maior que em outros métodos, este procedimento é necessário para que a viscosidade seja adequada, de forma que a mesma possa fluir do recipiente até a pistola pela ação da pressão do ar.

Conforme Gnecco, Mariano e Fernandes (2003), quando deseja-se obter excelência no desempenho com este tipo de equipamento é necessário que o operador seja treinado e conscientizado para realizar a regulagem da pressão, e a abertura do leque, conforme a real necessidade. A regulagem interfere da maior ou menor perda de tinta, o qual dependendo da peça pode ocorrer uma perda de até 60% de tinta.

Segundo Kränkel (2020a), existem dois defeitos principais com relação às pistolas convencionais, o primeiro é devido ao fato de ocorrer a evaporação do solvente, como consequência há uma sensível redução da espessura da película de tinta. O segundo defeito é a perda excessiva de tinta, da ordem de 30%.

Para que seja possível obter uma camada de filme dentro das especificações é necessário que o operador siga algumas técnicas de aplicação, na Figura 6 é possível visualizar as posições e movimentos corretos e incorretos (SCAVONE, 1996).

Figura 6 – Técnicas de pintura, indicando posição e movimentos corretos e incorretos



Fonte: Scavone, 1996

De acordo com Kränkel (2020a), durante a aplicação da tinta é necessário que a pistola esteja posicionada de forma perpendicular em relação à superfície a ser pintada e deslocada em movimentos de ida e volta. Nestes movimentos, é necessário a sobreposição da passada subsequente, para que haja continuidade da película aplicada.

#### 2.1.4.2 Sistema de Pistola Eletrostática

Este sistema de pintura possui o diferencial de que no momento de aplicação da tinta estão envolvidas cargas eletrostáticas. As peças e a tinta possuem polos diferentes, sendo que a tinta apresenta polo negativo e a peça polo positivo. Com a utilização destes equipamentos a tinta eletrizada é atraída pelo campo eletrostático e as partículas que seriam perdidas são atraídas pela peça (GNECCO, MARIANO, FAGUNDES, 2003).

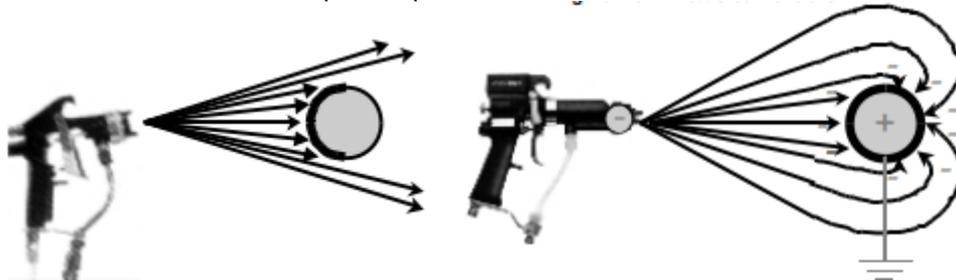
Segundo Mekal (2021), no sistema de pintura eletrostática há a aplicação de cargas elétricas na tinta e na superfície que se deseja proteger, ou seja, há a necessidade de criar uma diferença potencial de ordem de 100.000 volts, com o qual ocorre a atração da tinta à superfície.

#### 2.1.4.3 Pintura eletrostática com tinta líquida

Conforme Gnecco, Mariano e Fernandes (2003), quando a pintura é realizada com tinta líquida utiliza a pulverização convencional a ar comprimido. Durante o processo de aplicação da tinta é possível alternar entre o equipamento convencional para eletrostático, para tanto não é necessário a substituição do material utilizado, é necessário apenas realizar pequenos ajustes no solvente ou no diluente utilizado.

Segundo Stork (2013), nos equipamentos convencional ou eletrostático a principal diferença é no aproveitamento das tintas e no acabamento superficial, na Figura 7 está representada a diferença entre ambas.

Figura 7 – Pistola convencional a esquerda, pistola eletrostática a direita



Fonte: Gnecco, Mariano e Fernandes, 2003

As pistolas eletrostáticas são equipamentos de precisão, devido a isso as mesmas não devem sofrer quedas ou batidas. Sua função será atingida quando a mesma cumprir as funções de pulverizar o máximo de produto, transferir ao produto o máximo de carga elétrica, e criar um campo de força elétrica. Quando a mesma estiver com os ajustes dentro das especificações irá apresentar os resultados de redução do tempo de aplicação, economia em consumo de tinta e a camada aplicada será homogênea (KRÄNKEL, 2020b).

#### 2.1.4.4 Pintura eletrostática com tinta pó

Conforme Kränkel (2020b), quando utilizadas as pistolas eletrostáticas para pintura com tinta a pó, não é a vazão quem ditará a qualidade de rendimento, pois, geralmente ao aumentar a vazão o rendimento tende a diminuir. “O que tem maior influência não é a quantidade de pó projetado e sim a vazão do pó ionizado plenamente.”

De acordo com Gnecco, Mariano e Fernandes (2003), as tintas para pintura a pó são produzidas com matérias primas em pó, no qual são processadas para

aglomerar o componente A, o B e o pigmento em partículas, os quais após o aquecimento em estufas específicas com temperaturas entre 160°C e 190°C sofrem fusão, reação e cura.

Segundo Kränkel (2020b), para a aplicação das tintas a pó existem diversos modelos distintos de cabines de pintura, temos por exemplo a estacionária, com recuperação tipo cartucho, e as cabines de pintura automáticas. Nas cabines estacionárias, Figura 8 as peças podem ser movimentadas em alguns casos por passagens laterais da cabine, podendo ser adaptado a transportadores aéreos de deslocamento manuais, o qual poderá então ser possível a aplicação em linhas estacionárias ou semi-contínuas.

Figura 8 – Cabines de pintura estacionária com recuperação tipo cartucho



Fonte: Kränkel, 2020b

De acordo com Kränkel (2020b), outra forma de pintura é com as linhas contínuas, Figura 9, no qual após a aplicação, a tinta pulverizada é retirada da área interna da cabine e armazenada nas caixas de descarte. Este tipo de cabine permite a troca rápida de cor, necessitando-se apenas a substituição da mangueira de sucção e da caixa coletora de pó.

Figura 9 – Cabine de pintura linha contínua



**Fonte:** Kränkel, 2020b

Ainda citando Kränkel (2020b), para a pintura a pó as tintas mais utilizadas são as epóxi, poliuretano, poliéster e híbrido (epóxi + poliuretano). Estas tintas possuem grande resistência à umidade, contudo as epóxi não possuem resistência ao intemperismo, devido a este fato há a necessidade de as peças receberem o tratamento de superfície por fosfatização. Não existe tinta em pó anticorrosiva.

#### 2.1.4.5 Sistema de Pistola sem Ar

As pistolas sem ar, Figura 10, são equipamentos que utilizam uma bomba com acionamento pneumático, o qual irá pressurizar a tinta para que a mesma seja pulverizada no momento da pintura. A vantagem deste sistema é a maior eficiência quanto à rentabilidade da tinta (CARDOSO, 2013).

Figura 10 – Exemplo de pistola sem ar



**Fonte:** Mekal, 2021

O sistema de pintura com as pistolas sem ar, utiliza uma bomba, a qual é acionada pneumaticamente para pressurizar a tinta, energia está utilizada para

pressurizar a tinta até o bico da pistola provocando a pulverização. Dentre os métodos de pintura este obtém a melhor qualidade e também o maior desempenho, com perdas reduzidas a aproximadamente 15%, atentando-se ao fato de que seja utilizada para aplicações em superfícies de grande dimensional, contudo possui elevado custo de instalação (STORK, 2013).

## 2.2 PROCESSOS DE REMOÇÃO DE TINTA DOS DISPOSITIVOS DE PINTURA

Segundo Careaga (2018), o sistema de deslocamento de tinta é imprescindível para as empresas que possuem sistemas de pintura, observando que o processo de deslocamento da tinta deve ser realizado de forma que a tinta seja removida completamente sem danificar as superfícies nas quais são aplicadas.

De acordo com Rocha e Neto (2019), para auxiliar na definição de qual o melhor processo de remoção de tinta, é possível visualizar conforme as condições dos dispositivos utilizados e os tipos de materiais qual é o método que melhor se enquadra nas necessidades de cada processo produtivo, Anexo A, Como exemplo possui-se o método de pirólise o qual não é recomendado para materiais não-ferrosos e plásticos, assim como em peças que possuem partes magnéticas ou tratamento térmico.

Levando em consideração que deve-se escolher um processo que não irá agredir o material é importante também os cuidados com a proteção da saúde dos colaboradores e do meio ambiente (CAREAGA, 2018).

Conforme Rocha e Neto (2019), ainda existem empresas que realizam o deslocamento de tinta dos dispositivos de pintura por queima ao ar livre, mas, conforme lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, este tipo de prática é ilegal e passível de punição, a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente está apresentado no Anexo B. De acordo com isso este método não será discutido.

### 2.2.1 Deslocamento químico

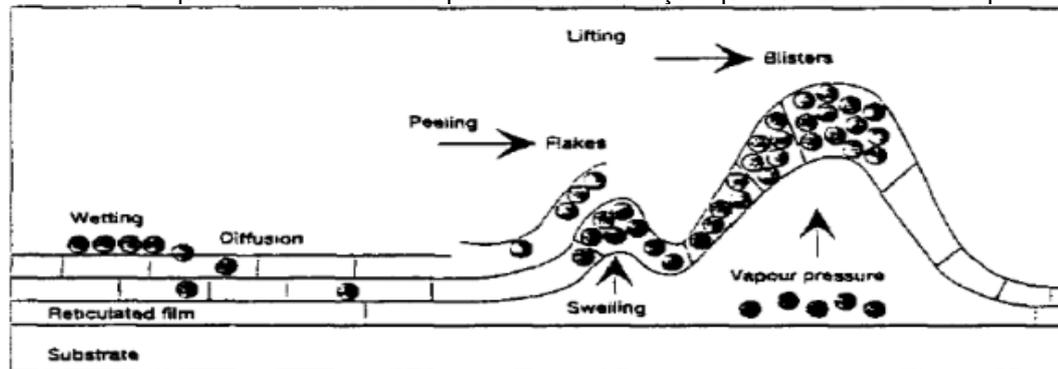
Conforme Rocha e Neto (2019), o deslocamento da tinta é necessário para que haja um melhor contato entre as peças e os dispositivos, para economizar tinta e garantir um acabamento perfeito das peças pintadas. Estes dispositivos são reutilizados constantemente, ou seja, recebem várias camadas de tintas, comprometendo assim o funcionamento destes e causando defeitos na pintura. Um

dos métodos mais utilizados para a remoção destas camadas de tinta é o deslocamento químico.

Segundo Careaga (2018), quando verificado a necessidade de realizar as atividades de limpeza em grande quantidade, os métodos químicos sobressaem-se aos mecânicos, devido aos mesmos possuírem uma aplicação mais fácil, e também serem mais econômicos. Com a remoção de tinta por processos mecânicos há o risco de ocorrer o fechamento de defeitos na superfície das peças, o qual poderá ocasionar danos ainda maiores caso não sejam visualizados precocemente.

De acordo com Rocha e Neto (2019), o processo de remoção de forma química é responsável por remover a camada de tinta que está disposta sobre a superfície de ganchos, gancheiras ou hastes. Este processo é responsável por atuar no enfraquecimento da ligação entre o revestimento e o substrato, através deste processo, ocorre a destruição do filme de tinta da superfície dos dispositivos, Figura 11.

Figura 11 – Passos que ocorrem durante o processo de remoção química do sistema de pintura



Fonte: Baião, 2016

Quando avaliados os deslocantes químicos, os mesmos possuem duas faixas de temperatura, quente e frio. A temperatura irá variar conforme a composição química do produto, ou seja, se o mesmo for alcalino ou ácido, podendo também possuir outras combinações, sendo a base de solventes ou uma combinação de produtos (CAREAGA, 2018).

“O mecanismo de remoção de pintura via decapantes químicos, de acordo com a literatura científica consultada, inclui a difusão ou penetração dos solventes orgânicos pelo revestimento polimérico até o substrato, o que leva ao empolamento e dissolução da tinta, que por sua vez leva ao desprendimento através da quebra das ligações adesivas entre a tinta polimérica e o substrato metálico.” (BAIÃO, 2016, p. 7).

Estes produtos são uma mistura de cinco componentes, os quais são essenciais para que a remoção da tinta ocorra, os quais são nomeadamente solventes orgânicos, espessantes, inibidores de corrosão, surfactantes e retardadores de evaporação (BAIÃO, 2016).

De acordo com Baião (2016), dos solventes contidos na mistura do deslocante de tinta apenas um deles é o prioritário, os demais são denominados de co-solventes, ou seja, os mesmos auxiliam o majoritário. Estes produtos podem ser de composição ácida (ácido fórmico) ou básica (aminas). Os removedores ácidos conforme a literatura, removem a tinta de forma mais rápida, mas podem promover a corrosão do material.

Careaga (2018), quando avaliado o quesito ambiental dos efluentes gerados o autor considera que a limpeza por produtos corrosivos sobressaem dos à base de solvente, devido ao fato de os efluentes gerados serem considerados mais fáceis de tratar.

### **2.2.2 Deslocamento mecânico**

Conforme Careaga (2018), para a realização do deslocamento mecânico faz-se necessário a utilização de técnicas de impacto e abrasão. Baião (2016), o processo mecânico para remoção de tinta, pode ser realizado de forma manual com a utilização de lixas ou lixadeira, ou a projeção de partículas abrasivas.

Conforme Baião 2016, PMB (*Plastic Media Blasting*) é um dos equipamentos utilizados para remoção de tinta de forma abrasiva, ou seja, este método utiliza partículas de plástico, as quais são projetadas a uma pressão de 40 psi (cerca de 276 kPa). Este material pode ser reutilizado diversas vezes, gerando menos impactos ambientais, contudo este tipo de jateamento abrasivo pode gerar micro deformações no material, Devido a estas deformações o acabamento final pode não atingir as expectativas (CAREAGA, 2018).

De acordo com Rocha e Neto (2019), o processo de remoção de tinta por jateamento é um dos mais utilizados, através deste a película de proteção anticorrosiva é removida de forma abrasiva, no qual pode-se utilizar areia, granalhas de aço, esferas de vidro, água, entre outros. Este método é recomendado para peças de grande porte, já nas peças de pequeno porte tem a probabilidade de danificar o material.

O processo manual de remoção de tinta com a utilização de lixas, rebolos entre outros, torna-se inviável em médias e grandes operações, pois, o método consiste em 'raspar' a tinta da peça ou dispositivo, sendo antieconômico e o tempo para realização da atividade é elevado, outro ponto é que pode ocorrer a danificação do material durante a atividade (ROCHA; NETO, 2018).

### **2.2.3 Deslocamento térmico (pirólise)**

Conforme Rocha e Neto (2018), o sistema de pirólise é realizado em uma câmara hermeticamente fechada, com ausência de oxigênio, a queima ocorre através da gaseificação dos polímeros, devido ao fato de não conter oxigênio no interior da câmara não ocorre a queima, o processo se mantém. O gás resultante é encaminhado para um pós queimador que o destrói totalmente.

Segundo Schmidt (2013), o método de remoção de tinta por pirólise torna-se mais eficiente e mais barato do que o deslocamento químico. Quanto maior a espessura de tinta no dispositivo mais vantajoso é o método.

As principais vantagens deste método são o tempo reduzido para limpeza de dispositivos, a alta camada de tinta removida de uma só vez, baixa geração de resíduos, devido ao fato de que todo o material removido vira cinza. Mas o fator mais relevante e importante é o meio ambiente, este método é considerado o processo com menor contaminação do meio ambiente, para cada quilo de tinta é gerado apenas 80 gramas de cinzas. (ROCHA; NETO, 2018)

## **2.3 GESTÃO DA QUALIDADE**

Conforme Lobo (2020), as empresas que buscam produzir com eficiência, eficácia e efetividade em suas produções, é essencial que as mesmas desenvolvam um planejamento da produção, o principal objetivo deste é orientar as estratégias da empresa.

De acordo com Lobo (2020), a organização que possui um plano de produção bem estruturado possui diversas vantagens no controle de sua produção, devido ao fato de ser possível detectar as oportunidades e as ameaças mais rapidamente, promover a gestão por objetivos, sendo que ao realizar decisões será possível baseá-las em elementos concretos e duráveis, identificando seus pontos fortes e

fracos. Com o plano de produção estruturado é possível identificar cenários alternativos, eliminar os insucessos e otimizar os recursos e os resultados.

Segundo Oliveira (2006) *apud* Ritter (2018), o principal objetivo da gestão da qualidade é a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto. Com a elaboração e controle rigoroso destas ferramentas é possível às empresas, controlar e aperfeiçoar os processos executados, contudo a tarefa de implementação de um sistema de gestão da qualidade necessita de muito mais dedicação, não sendo apenas com o estabelecimento de metas e objetivos que a organização conseguirá implementar com sucesso um sistema de gestão da qualidade.

De acordo com Reis (2016), para que seja possível identificar os principais defeitos e ou problemas de uma empresa, a mesma pode utilizar as ferramentas da qualidade. Com a utilização destas ferramentas será possível a busca pela melhor solução ao problema detectado. Mesquita (2003) *apud* Reis (2016), apresenta as ferramentas da qualidade: Diagrama de Pareto, Diagrama de causa-efeito, (espinha de peixe), histogramas, folhas de verificação, gráficos de dispersão, fluxogramas e Cartas de Controle.

Tem-se as ferramentas da qualidade desenvolvidos pelos gurus da qualidade, as quais auxiliam as empresas na resolução dos problemas, mas, além destas tem-se também a metodologia 8D, a qual é conhecida como solução 8 disciplinas, adaptada e melhorada pela empresa Ford Motor Company e posteriormente lançada no manual MS 9000 *Materials Management System Requirement* (VARGAS, 2017).

### **2.3.1 Metodologia 8D**

Segundo Vargas (2017), esta metodologia pode ser utilizada em qualquer segmento industrial, devido ao fato de tratar-se de uma ferramenta que visa a melhoria contínua da qualidade dos produtos e processos.

Conforme Jesus (2019), para a utilização deste método faz-se necessário a elaboração de um time multidisciplinar na empresa, o qual terá como principal objetivo estudar os defeitos encontrados e através da metodologia 8D propor soluções para os mesmos, garantindo assim um aumento no nível de qualidade do produto ou processo em questão.

De acordo com Reis (2016), com a crescente competitividade entre as empresas é imprescindível a busca contínua pela melhoria dos processos e produtos, as 8 disciplinas vêm sendo utilizadas para identificar, corrigir e eliminar

repetições de problemas com o objetivo de evitar que ocorra a reincidência dos mesmos.

A metodologia 8D é uma ferramenta de resolução de problemas muito utilizada nas organizações no passar dos anos, isto deve-se ao fato de ser uma ferramenta simples e eficaz. Esta divide-se em oito passos, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8 (JESUS, 2019).

#### 2.3.1.1 D1 - Definição do time

Neste primeiro momento é importante realizar a análise das pessoas que irão compor a equipe multidisciplinar, pois, a equipe deverá ser constituída por pessoas com conhecimento ou proficiências técnicas, tempo, autoridade e capacidades para resolver o problema, e implementar ações corretivas. O grupo deverá escolher um líder (REIS, 2016).

Segundo Jesus (2019), assim como os conhecimentos e habilidades técnicas são importantes na equipe, também é importante os mesmos possuírem bom relacionamento profissional para que as atividades sejam realizadas com proficiências e os membros da equipe sintam-se livres para realizar sugestões, assim como executar as tarefas e a noção do comprometimento com a meta pré-estabelecida.

#### 2.3.1.2 D2 - Descrição do Problema

Conforme Vargas (2017), nesta etapa ocorre a identificação do problema, apresentando-o de forma detalhada, isto é, compreender o problema sob diversos aspectos. Para que isto seja possível, é necessário responder as questões para o que? onde? quando? quantos? qual a importância? Segundo Jesus (2019), quando do detalhamento do defeito é importante ser fiel às informações repassadas pelo cliente, buscando responder qual o problema que o cliente está enfrentando, buscando o máximo de informações pertinentes ao defeito encontrado, que possa vir a ser útil em uma definição clara do agente causador do problema.

#### 2.3.1.3 D3 – Desenvolver uma ação de contenção

Segundo Reis (2016), é imprescindível que sejam tomadas ações imediatas de contenção as quais irão proteger o cliente do problema até que as ações

permanentes possam ser implementadas. Deve-se verificar com dados a eficiência dessas ações. Conforme Jesus (2019), esta etapa é responsável por medidas paliativas ao problema detectado, com o intuito de isolar os efeitos que o mesmo vem causando. Estas medidas serão tomadas até que a solução permanente seja definida, validada e implementada.

#### 2.3.1.4 D4 – Definir e Validar a Causa Raiz

Segundo Reis (2016), esta é uma das etapas mais importantes da metodologia 8D, pois é nela que deverão ser investigadas todas as causas potenciais apresentadas nas etapas anteriores, verificando todas as possíveis causas com o defeito identificado, para assim chegar a causa raiz. Esta verificação deve ser realizada tanto para a causa raiz em si como para a causa raiz da não detecção.

#### 2.3.1.5 D5 – Escolher e Validar Ação Corretiva Permanente

Após identificadas as possíveis causas deve-se desenvolver as ações corretivas permanentes, verificando se as mesmas irão resolver o problema e também se não causarão efeitos secundários (VARGAS, 2017).

De acordo com Jesus (2019), é nesta disciplina que, deve-se desenvolver e solucionar a melhor opção para que a causa raiz seja desligada, sendo que a mesma foi analisada na etapa anterior. Neste momento da análise deve-se avaliar a solução proposta, com o objetivo de que haja certeza de que a solução escolhida é realmente a que solucionará e não a que ainda possa apresentar falhas no futuro.

#### 2.3.1.6 D6 – Implementar e Validar a Ação Corretiva Escolhida

Segundo Reis (2016), é nesta etapa que define-se e implementam-se as ações corretivas permanentes. Após implementadas, as ações deverão ser monitoradas com o intuito de garantir a eliminação da causa raiz.

Conforme Vargas (2017), na disciplina seis implementa-se, após valida-se as ações corretivas permanentes em execução, sendo necessário determinar formas de controle para garantir a completa eliminação da causa raiz do problema. Assim sendo deve-se monitorar a eficácia das ações tomadas e caso seja necessário, acionar novas ações.

### 2.3.1.7 D7 – Prevenir a Recorrência

Após implementado a solução a equipe multidisciplinar deseja que este e problemas similares não voltem a ocorrer. Com o intuito de garantir a eficácia deverá haver “alteração de especificações, formação e revisão do procedimento de trabalho, melhoria das práticas e procedimentos de trabalho” (REIS, 2016).

### 2.3.1.8 D8 – Reconhecimento do Time

A última disciplina da metodologia 8D busca realizar o reconhecimento dos esforços coletivos da equipe na resolução do problema, parabenizando-os pelo sucesso da implementação e da nova solução, apresentando também os ganhos com o trabalho realizado (JESUS, 2019).

Segundo Reis (2016), além de merecida esta pequena congratulação manterá a equipe motivada no futuro. Os conhecimentos e aprendizagens adquiridas devem ser partilhados com toda a organização.

## 2.3.2 Ferramentas da Qualidade

De acordo com Oliveira (2014), as ferramentas da qualidade são instrumentos importantes para que seja possível operacionalizar a teoria da qualidade. Nas empresas existem problemas das mais variadas ordens e graus de dificuldades para serem solucionadas, estas ferramentas de forma simples e direta, auxiliam na verificação, interpretação e solução destes problemas.

Segundo Vargas (2017), para a resolução de problemas encontrados nas empresas existem alguns métodos ou ferramentas estruturadas que facilitarão este processo. Estas são constituídas “por dispositivos, expressões gráficas, numéricas ou analíticas, formulações práticas, esquemas de funcionamento e mecanismos de operação”.

Facilitar a visualização e o entendimento dos problemas, sintetizar o conhecimento, desenvolver a criatividade dos colaboradores, fornecer informações para o monitoramento, e permitir a conclusão da melhoria são alguns dos objetivos principais destas ferramentas (OLIVEIRA, 2014).

Conforme Silva (2018), com o crescente desenvolvimento das empresas e a busca constante por melhorias nos processos, as metodologias de análises dos defeitos também estão se aperfeiçoando, ou seja, as ferramentas da qualidade

estão se ajustando e aprimorando com o objetivo de sustentar a aplicação da gestão da qualidade.

Segundo Vargas (2017), existem diversas ferramentas disponíveis no mercado, as quais devem ser avaliadas e utilizadas conforme a necessidade da empresa. Esta subseção apresentará algumas das ferramentas da qualidade utilizadas na metodologia 8D, são elas: *Brainstorming*, Diagrama de *Ishikawa*, Gráfico de Pareto, *matriz GUT*, 5 Porquês, plano de ação.

### 2.3.2.1 Brainstorming

De acordo com Vargas (2017), também conhecida como chuva de ideias, é um método de geração de novas ideias, resultados da contribuição de muitas pessoas. Durante o desenvolvimento da chuva de ideias todos os participantes possuem a liberdade para expressar suas ideias e opiniões.

Conforme Oliveira (2014), o *brainstorming*, conhecido no Brasil como “tempestade de ideias” libera os participantes da equipe de formalidades de reuniões tradicionais, neste momento de informalidade a criatividade dos colaboradores é liberada, e portanto, aumentam as opções de possíveis soluções para os problemas apresentados.

É possível a utilização desta ferramenta em momentos distintos dentro de uma organização e com diferentes objetivos. Estes objetivos podem ser o desenvolvimento de produtos, a implementação de sistemas, levantamento de informações para problemas pontuais (OLIVEIRA, 2014).

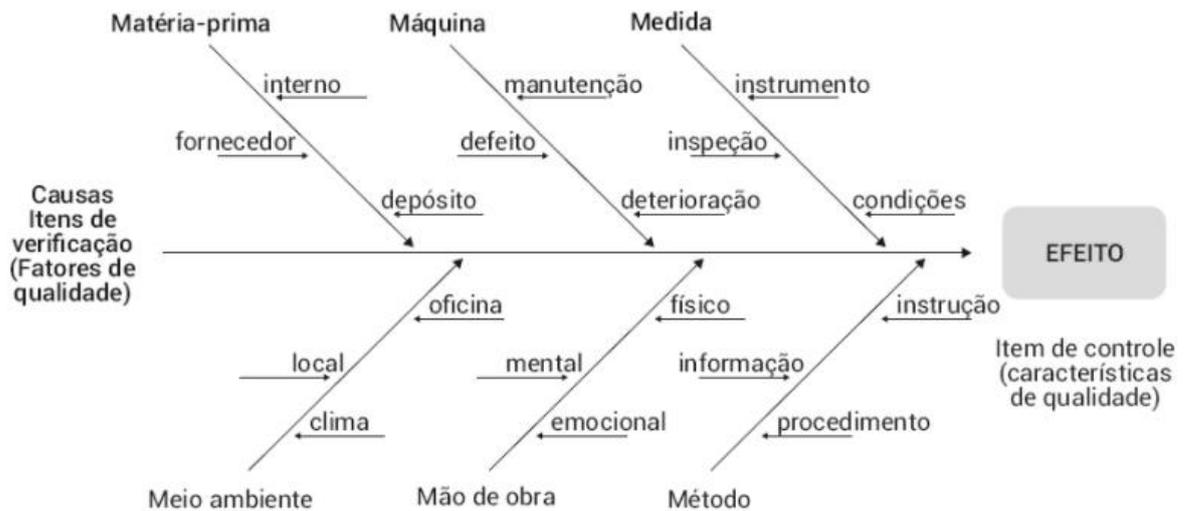
### 2.3.2.2 Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)

Segundo Silva (2018), o diagrama de causa e efeito é uma representação gráfica, através da qual é possível organizar de forma clara e objetiva o raciocínio e as discussões sobre as causas de um problema de qualidade.

Esta metodologia é utilizada para buscar as causas de alguma ocorrência ou efeito que altere o padrão de qualidade exigido, identificando aqueles itens que estão fora do especificado, definindo qual foi a razão do ocorrido para tomada de providência. “Pode ser usado sempre que se quer aumentar o estudo de possibilidades de causas prováveis em relação aos efeitos apontados.” (REIS, 2016).

Conforme Oliveira (2014), este método também é conhecido como espinha-de-peixe ou diagrama de causa e efeito, no qual é possível realizar a representação gráfica das informações juntadas anteriormente durante a realização do *brainstorming*, neste momento as informações são divididas em seis categorias distintas, (método, matéria-prima, máquinas, meio ambiente, mão de obra e medição), Figura 12, as quais serão organizadas por semelhança.

Figura 12 – Diagrama de Ishikawa



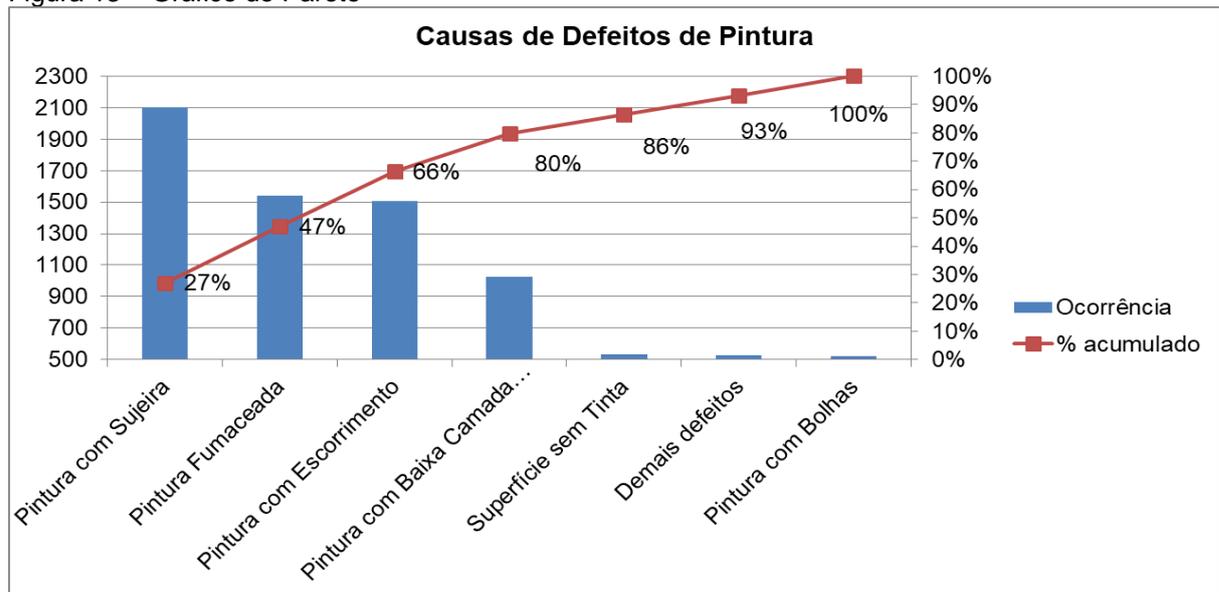
Fonte: Ballesterro-Alvarez, 2019

De acordo com Oliveira (2014), para a utilização deste método gráfico, apresentado na Figura 12, a equipe que irá realizar o preenchimento desta análise, necessita estar bem orientada, para que a mesma consiga identificar as relações de causa e efeito de forma estruturada.

### 2.3.2.3 Diagrama de Pareto

Segundo Ritter (2018), o diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, Figura 13, priorizando assim os problemas. Este tipo de gráfico em específico é composto por colunas e porcentagens, o qual visa priorizar a ação que dará os melhores resultados.

Figura 13 – Gráfico de Pareto



Fonte: Adaptado de Lobo, 2010

De acordo com Silva (2018), após o levantamento das informações é possível através do diagrama de Pareto realizar a priorização das ações. Desta forma, a empresa pode resolver de forma rápida e eficiente os problemas encontrados, “priorizando as causas que se mostram responsáveis pela maior parte de perdas.” (OLIVEIRA, 2014).

#### 2.3.2.4 Matriz GUT

Segundo Ritter (2018), através da matriz de priorização é possível quantificar os riscos encontrados, buscando estabelecer prioridades para abordá-los, visando minimizá-los. A quantificação dos problemas é realizada através da análise da gravidade (G), urgência (U) e tendência (T). Conforme Toledo; *et. al.*, (2017), as metodologias utilizadas anteriormente permitiram a organização de uma lista de itens de um tema, com a utilização da matriz será possível quantificá-la. O diagrama de matriz de priorização reduz e ordena os itens que estão sendo abordados, de forma racional.

#### 2.3.2.5 5 Porquês

Este sistema foi criado pelo sistema Toyota de produção, é uma ferramenta aparentemente simples, mas, ela pode ser complexa quando utilizada genericamente, visto que a mesma demanda de concentração e conhecimento do processo produtivo ao qual aplica-se o questionamento (GARCIA; *et. al.*, 2018).

Para a resolução da causa raiz deve-se realizar o questionamento por que? cinco vezes, sendo que em alguns casos pode ser necessário mais ou menos perguntas para chegar a causa raiz (VARGAS, 2017).

#### 2.3.2.6 Plano de Ação (5W2H)

De acordo com Ritter (2018), a ferramenta 5W2H é utilizada para planejar a ação corretiva da causa raiz do problema, ou seja, esta ferramenta busca orientar as diferentes ações que necessitam ser tomadas para que ocorra a implementação do projeto.

Os planos de ação devem ser estruturados de forma que seja rápida a identificação dos elementos essenciais para a implementação de um projeto. Estes elementos são apresentados no Apêndice B (LOBO, 2010).

Segundo Ritter (2018), este método pode ser apresentado de formas distintas, o qual permite ao usuário adaptá-lo conforme suas necessidades e realidade. Neste documento será possível verificar, após o devido preenchimento, todas as informações pertinentes ao projeto, como por exemplo, quais as ações que serão tomadas e quem será o responsável pela implementação desta melhoria.

### 3 METODOLOGIA

Lozada e Nunes (2018), em todos os tipos de estudo, é possível a visualização de algum tipo de método de pesquisa. Define-se método como sendo a forma pela qual chega-se a determinado resultado, ou seja, o método orienta o pesquisador na forma pela qual deve-se proceder ao longo dos estudos.

“Para tanto, o método se apresenta como um conjunto de processos ordenado, regular, explícito e passível de repetição que deve ser seguido em uma investigação para que ela seja capaz de atingir dado fim.” (MARCONI; LAKATOS, 2017; MATIAS-PEREIRA, 2016 *apud* LOZADA; NUNES, 2018).

De acordo com Gil (2018), existem duas grandes categorias de classificação das pesquisas. A primeira categoria é a básica, a segunda categoria é denominada como pesquisa aplicada. A pesquisa básica busca através dos estudos, o propósito de preencher as lacunas do conhecimento. Já a pesquisa aplicada, busca a resolução de problemas identificados no âmbito das sociedades em geral. A primeira categoria é destinada especificamente à aplicação do conhecimento, o qual não busca os resultados ou possíveis benefícios. A segunda categoria é voltada para pesquisas, à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação em situações reais e específicas.

Segundo Gil (2018), a metodologia utilizada para a elaboração deste projeto pode ser classificada como pesquisa-ação, devido ao fato de este tipo de pesquisa ser baseada na experiência e na observação, assim como possuir correlação com uma ação, ou a resolução de um problema.

#### 3.1 PESQUISA-AÇÃO

Conforme Gil (2018), a metodologia denominada de pesquisa-ação requer que seja implantada uma ação pelas pessoas implicadas nos problemas que estão sob observação. Ou seja, os pesquisadores possuem um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas, interação esta que ocorre nos mais diversos momentos da pesquisa.

De acordo com Silva; Godoi; Mello (2010) é um termo genérico, o qual cobre muitas formas de pesquisa orientada pela ação, esta metodologia engloba a teoria e

a prática, dentro do contexto diário dos pesquisadores. Ou seja, ocorre uma interação entre o pesquisador e o ambiente de estudo.

Neste método o pesquisador necessita equacionar os problemas encontrados, acompanhar e avaliar as ações que serão tomadas para solucionar os defeitos que estão sendo estudados. Diagnóstico, ação, avaliação e reflexão são os passos que permeiam este tipo de pesquisa (LOZADA; NUNES 2018).

A pesquisa foi desenvolvida no setor de pintura da empresa o qual é responsável pelos processos de proteção superficial das peças, como por exemplo a zincagem, o emborrachamento e a área de pintura, na qual é realizado a limpeza das peças e preparação das mesmas para a aplicação do filme de tinta como proteção anticorrosiva.

Este projeto tem como objetivo instalar um sistema de limpeza química, o qual auxiliará a empresa na resolução de problemas existentes, problemas estes provenientes do acúmulo de tinta dos dispositivos utilizados no setor, assim como, agilizar os processos de limpeza, visto que serão realizados na empresa.

### 3.2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

De acordo com Gil (2018), para que a pesquisa-ação torne-se possível é necessário seguir alguns conjuntos de ações, não necessariamente ordenados no tempo, mas que auxiliem na elaboração do estudo. Podem ser consideradas etapas da pesquisa ação:

- a) Fase exploratória;
- b) Formulação do problema;
- c) Construção de hipóteses;
- d) Realização do seminário;
- e) Seleção da amostra;
- f) Coleta de dados;
- g) Análise e interpretação dos dados;
- h) Elaboração do plano de ação;
- i) Divulgação dos resultados.

Segundo Mello; et. al. (2012), o processo de desenvolvimento de um projeto com a metodologia pesquisa ação é dividido em cinco fases: planejar, coletar dados, analisar dados e planejar as ações, implementar ações, avaliar resultados e a

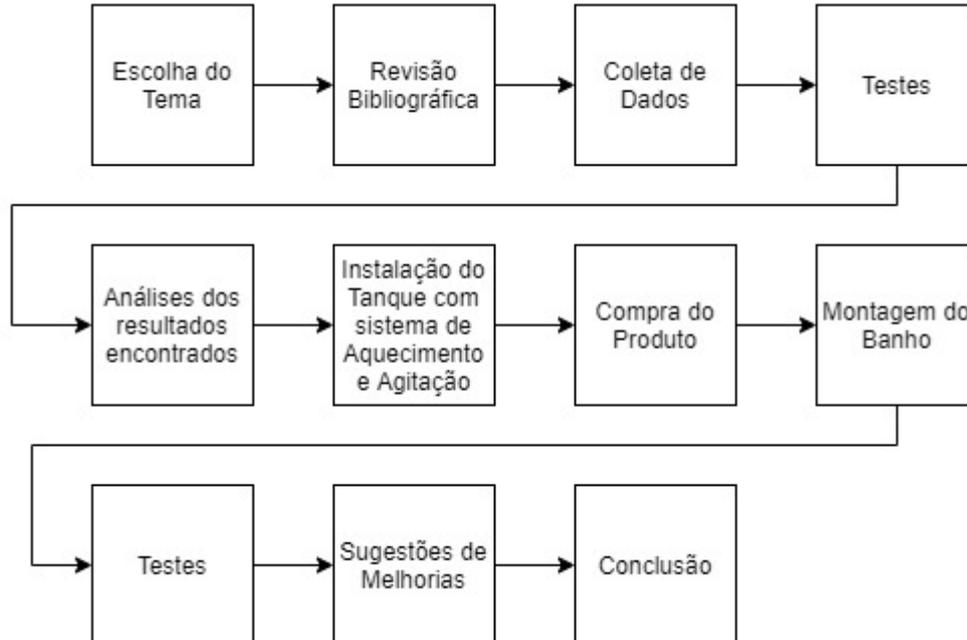
conclusão do projeto. Na Apêndice C é possível observar o detalhamento das fases desta metodologia de pesquisa.

Buscou-se através das pesquisas realizadas seguir algumas das diretrizes orientadas pelos autores Mello; *et. al.* (2012), e Gil (2018). Através destas diretrizes iniciaram-se as análises dos problemas encontrados na metalúrgica Kohler e Kohler. Após a definição do problema passou-se então para a definição da estrutura conceitual-teórica.

Com o objetivo de garantir a credibilidade dos resultados obtidos, realizaram-se pesquisas bibliográficas, em livros, revistas técnicas, teses e dissertações.

Com o intuito de compreender o funcionamento do processo de pintura, o que são os dispositivos utilizados durante o processo e quais os impactos que a falta de limpeza ou limpeza ineficiente pode causar nos tanques de pré-tratamento e nas peças, após concluído o processo de pintura, realizou-se o acompanhamento do processo, no qual foi possível realizar as coletas de dados para posterior análises. Na Figura 14, será apresentada a estrutura do desenvolvimento do estudo.

Figura 14– Estrutura do desenvolvimento do estudo



Fonte: Autor, 2021

Após a escolha do tema, realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica, na qual foi possível compreender melhor o setor de pintura de forma geral, desde o carregamento das peças até a fase final de limpeza dos dispositivos. Nesta

pesquisa foi possível detalhar melhor os banhos de limpeza das peças, os equipamentos utilizados no momento de pintura e as tintas utilizadas.

Realizaram-se reuniões com o setor da qualidade para a obtenção dos dados referente aos principais defeitos de pintura, o qual através destes seria possível a análise e interpretação verificando a necessidade de implementação de um processo de limpeza dos dispositivos.

Após a definição de que seria implementado um processo de deslocamento químico da tinta depositado nos dispositivos, buscou-se fornecedores destes produtos e solicitaram-se amostras para realização de testes. Através destes testes realizou-se a verificação de qual dos produtos melhor atende às necessidades da metalúrgica.

Na sequência do projeto pesquisa-ação foi possível iniciar a implantação do projeto com os equipamentos e produtos definidos pela empresa e acompanhamentos dos resultados obtidos com o processo de deslocamento de tinta, assim como possíveis melhorias no processo.

### 3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Esta seção destina-se à indicação dos suprimentos e equipamentos necessários à realização da pesquisa:

- a) Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) e Boletim técnico;
- b) Documentos e planilhas para registro;
- c) Manuais de instrução;
- d) Ganchos do processo de pintura;
- e) Duas embalagens para acondicionamento e transporte de pequenas peças - KLT 1 (*KLEIN LAGERUNG UND TRANSPORT*);
- f) Amostras dos produtos de remoção de tinta;
- g) Arame para fixação;
- h) Bacia de contenção.

Para a realização da coleta dos dados quanto aos defeitos de qualidade, os dados foram obtidos com o setor de qualidade da empresa, o qual utilizou os dados extraídos do sistema ERP Tecnicon. Os dados obtidos foram analisados e

organizados em planilhas, apresentando os resultados encontrados com cada um dos produtos.

Os fluxogramas dos processos e atividades realizadas no setor de pintura foram desenvolvidos utilizando a ferramenta *draw.io*, esta ferramenta é online, utilizada para criar fluxogramas de processos. Foram utilizadas ferramentas da qualidade no *Excel*, para verificação do defeito, chegando na causa raiz e subsequentemente ao desenvolvimento do plano de ação para solucionar o defeito encontrado no início do projeto.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Nesta etapa do presente estudo, apresentam-se de forma detalhada, todos os testes realizados, as coletas de dados no setor da qualidade da empresa, assim como as discussões dos resultados obtidos através das ferramentas da qualidade utilizadas na empresa e o plano de ação para definições de melhorias propostas no processo produtivo.

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

A empresa iniciou suas atividades em 1985, como Artesian, com fabricação de brinquedos de madeira. Em Junho de 1989 a mesma passou a ser Artefacto. Em 1990 iniciaram então a produção de embalagens de madeira para transporte de peças e componentes. Atualmente a empresa trabalha com a fabricação de peças de aço, e tratamento superficial, assim como em um pavilhão separado para fabricação de embalagens de madeira conforme Figura 15.

Figura 15 – Vista aérea da empresa Artefacto



Fonte: Autor, 2021

No decorrer dos anos a empresa buscou sempre desenvolver-se, em procedimentos, como também modernizando seus processos. Com o aumento da demanda de serviços foi necessário ampliar as estruturas de seus prédios para melhor atender a nova gama de clientes. No Anexo C, é possível visualizar a missão e a visão da empresa. Em 15 de fevereiro de 2008, a empresa conquistou a certificação ISO 9001:2008, o qual veio através do órgão certificador Bureau Veritas Certification.

Atualmente a Artefacto conta com os processos de Corte, Dobra, Estampo, Solda, Proteção Superficial.

Pode-se observar no macro fluxo, Apêndice D, que o processo produtivo inicia-se pela decisão do cliente e conclui-se pela decisão do cliente, momento este em que o mesmo apresenta sua satisfação com o serviço prestado.

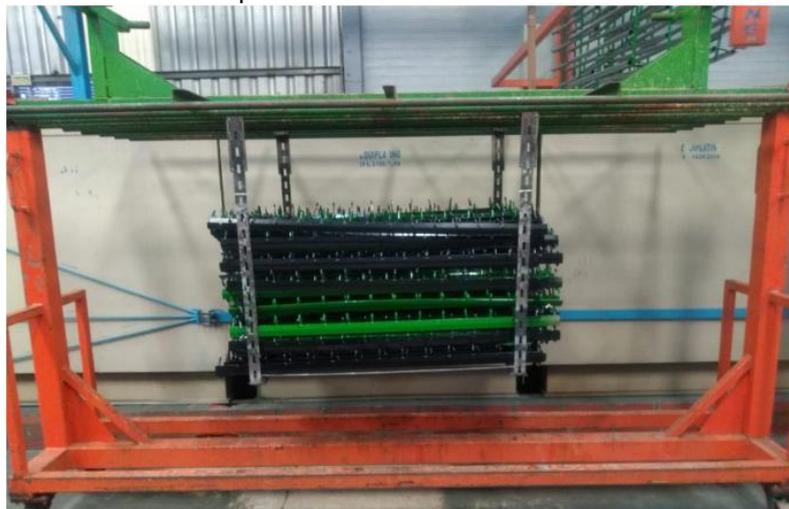
#### 4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

As peças produzidas nos setores anteriores a pintura como corte, dobra, estampo e solda que necessitam de proteção superficial são encaminhadas a área da pintura, neste momento algumas das peças são destinadas ao processo de zincagem e emborrachamento e as outras ao processo de pré-tratamento. Os processos de zincagem e emborrachamento não serão detalhados neste estudo.

As peças ou conjuntos que receberão a proteção superficial, ficam armazenadas em containers grandes, médios ou pequenos dependendo da peça e alocados em uma área demarcada no posto de pré-carga. No momento do carregamento os operadores analisam a ordem de produção, verificando o prazo de entrega e a cor, com estas informações são definidas quais serão carregadas naquele carro de transporte.

Os carros de transporte são estruturas metálicas utilizados para pendurar hastes e gancheiras. Nestes dispositivos serão penduradas as peças que passarão pelo processo de pré-tratamento. Na Figura 16 é possível visualizar o carro de transporte utilizado no processo de carregamento de peças.

Figura 16 – Modelo do carro de transporte



Fonte: Autor, 2021

Após as peças estarem devidamente carregadas no carro, conforme Figura 17, estes são empurrados manualmente até o ponto inicial da linha de decapagem, a

partir deste ponto os carros de transporte serão movimentados por pontes rolantes, o qual é um sistema semiautomático.

Figura 17 – Exemplo de peças carregadas no carro



Fonte: Autor, 2021

O processo de pré-tratamento é composto por duas linhas, ou seja, a linha da decapagem e a linha da fosfatização, sendo um total de 13 tanques. As peças iniciam o processo de limpeza na linha de decapagem e passam então para a linha do fosfato, onde após passar pela estufa seguem para a linha de pintura, conforme Apêndice E.

Conforme apresentado no Apêndice E, as peças passam por estas duas linhas do processo de pré-tratamento para eliminar as contaminações existentes e garantir que as peças estarão em condições adequadas para receber a pintura. As temperaturas nos tanques de desengraxante variam de 60°C a 100°C, o tanque de decapagem varia de 50°C a 90°C, já o tanque de fosfato varia de 25°C a 30°C, os tempos irão variar conforme as condições das peças, sendo o tempo médio de 20 minutos.

As linhas não são contínuas, por este motivo os carros são retirados da linha de decapagem e empurrados até o início da linha de fosfatização, neste momento as peças permanecem aproximadamente dois minutos expostas ao ar, sendo que este processo deve ser realizado o mais rápido possível, caso contrário iniciar-se-á o processo de oxidação das peças.

Após concluída a etapa de fosfatização e de secagem das peças, o carro de transporte é recolocado no carro de apoio e as mesmas são movimentadas até a área demarcada, na qual as peças serão movimentadas de forma manual para a

estrutura da cabine de pintura. A empresa conta com os processos de pintura líquida e a pó, sendo que o tempo de cura é pré-definido.

Quando as peças estão com o filme de tinta “curado” ao toque, as mesmas são inspecionadas e alocadas em embalagens específicas para o transporte até o cliente. Os dispositivos nos quais estas estavam penduradas são desmontados e depositados em containers, quando há necessidade os operadores da área de carregamento buscam estes containers da área de pintura e os utilizam na área de carregamento. Esta reutilização das hastes, ganchos e gancheiras é a responsáveis pelas contaminações de banhos e consequentemente defeitos de sujeira nas peças pintadas. O fluxo das gancheiras, e o layout da pintura estão presentes no Apêndice F.

#### 4.3 DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS

Conforme visualizado, os dispositivos e gancheiras utilizados durante o processo de pintura eram reutilizados diversas vezes até serem encaminhados ao processo de limpeza. Devido ao reuso ocorria o acúmulo de tinta sobre os dispositivos, conforme Figura 18.

Figura 18 – Gancheiras com acúmulo de tinta



**Fonte:** Autor, 2021

Devido ao acúmulo de tinta que pode ser visualizado na Figura 18, passaram a ocorrer problemas no processo de pintura, como a contaminação do banho de

desengraxante, conforme Figura 19. Esta contaminação ocorrida no tanque de desengraxante da linha de decapagem com o passar do tempo passou a contaminar os enxágues e demais banhos de ambas as linhas.

Figura 19 – Contaminação do banhos



**Fonte:** Autor, 2021

No primeiro frasco da esquerda para a direita é possível visualizar uma amostra de coloração bem escura, esta tonalidade escura é proveniente de uma pequena remoção de tinta das gancheiras, Figura 20 que ocorre no banho de desengraxante da linha de decapagem, ocasionando a contaminação do mesmo com tinta.

Figura 20 – Gancheiras com remoção de tinta no banho de desengraxante



**Fonte:** Autor, 2021

A segunda amostra, da esquerda para a direita, é a amostra do banho de desengraxante da linha de fosfatização, neste é possível verificar uma coloração mais clara, nesta amostra não há contaminação por tinta. A terceira amostra da esquerda para a direita refere-se ao banho de desengraxante da linha da zincagem, apresentado aqui apenas para demonstrar as diferentes colorações dos banhos.

Os dispositivos encaminhados para a limpeza externa, ao retornarem apresentam uma fragilização do material. Na Figura 21 é possível visualizar gancheiras que retornaram do processo de limpeza externa.

Figura 21 – Gancheiras limpas externamente



Fonte: Autor, 2021

Devido ao acúmulo de tinta, é necessário realizar o processo de limar os ganchos onde serão penduradas as peças, esse processo é necessário para que haja o contato entre a peça e os ganchos.

O processo de limar é realizado pelos operadores no momento do carregamento das peças, esta atividade é realizada de forma manual com a utilização de limas. Este processo ocasiona além de atividade extra aos operadores, a danificação do material, pois, conforme é realizado o ato de limar o gancho torna-se mais fino, conforme pode ser visualizado na Figura 22.

Figura 22 – Ganchos danificados pelo processo de limar



Fonte: Autor, 2021

Devido ao alto número de dispositivos danificados pelas atividades de limar, torna-se necessário a reposição mais frequente dos mesmos, elevando assim o custo de produção.

No decorrer do processo de decapagem e fosfatização ocorre a contaminação das peças, estas marcas, Figura 23 que são visíveis após o processo de pré-tratamento, aparecerão também após o processo de pintura estar concluído. Apresentando defeitos de sujidades na película de tinta, Apêndice G, Apêndice H. Sendo necessário o retrabalho da mesma.

Figura 23 – Marcas de banho



Fonte: Autor, 2021

Estas manchas de contaminação provenientes dos banhos são visualizadas nas peças, logo após o processo de fosfatização. Na sequência do processo os pintores lixam as peças, de forma manual com lixas de gramatura específicas para

este processo. Esta atividade tem por finalidade remover quaisquer sujidades presentes na superfície das peças. Não ocorrendo a remoção total da contaminação da peça, esta aparecerá após o processo de cura da peça pintada, sendo necessário o retrabalho das mesmas.

#### 4.4 LEVANTAMENTO DE DADOS

Semanalmente o setor da qualidade analisa as não conformidades cadastradas no sistema Tecnicon, para esta análise é gerado um relatório em *Excel*. Neste relatório é possível realizar a verificação de diversas informações referentes a cada item não conforme cadastrado, como por exemplo: a data que foi verificado, a referência do item, descrição do mesmo, nome do inspetor que verificou, a quantidade, assim como a descrição da causa e as observações da não conformidade, e por final a decisão tomada, que geralmente é retrabalho, em poucos casos é sucata, Quadro 1.

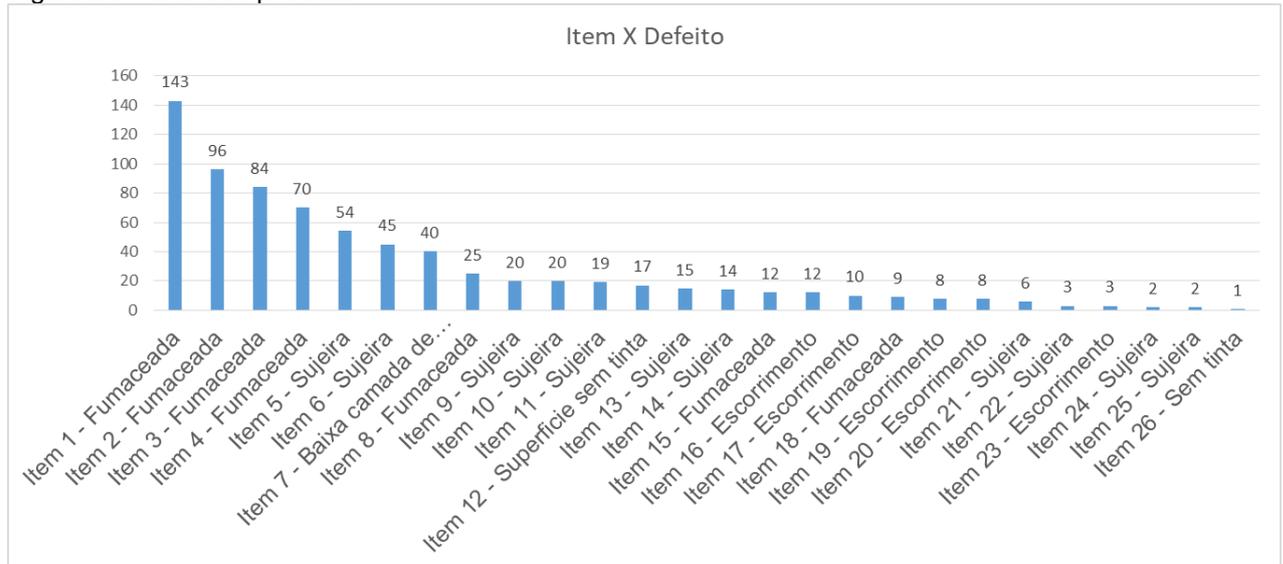
Quadro 1 – Planilha de verificação de não conformidades

Data	Ref.	Desc. do Produto	Desc. do Processo	Nome do Funcionário	Quant.	Descrição da Causa	Observação da Não Conformidade	Destino Material
25/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	143	PECA FUMACEADA	peças fraca de tinta e outras grudaram	RETRABALHO
13/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	96	PECA FUMACEADA	PEÇAS FICARAM COM PINTURA FRACA	RETRABALHO
07/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	84	PECA FUMACEADA	peças com pintura fraca	RETRABALHO
07/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	70	PECA FUMACEADA	peças com pintura fraca	RETRABALHO
20/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	54	PINTURA COM SUJEIRA	peças com sujeira do banho	RETRABALHO
28/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	45	PINTURA COM SUJEIRA	pintura com sujeira	RETRABALHO
20/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	40	BAIXA CAMADA DE TINTA	peças ficaram com pintura fraca	RETRABALHO
19/01/2021			REVISAO FINAL	GUSTAVO F. STEFFENS	25	PECA FUMACEADA	peças com pintura fraca	RETRABALHO

Fonte: Autor, 2021

Nesta avaliação realizada semanalmente, são observados, inicialmente os itens que possuem entre onze e vinte e uma falhas, estes itens serão repassados para o supervisor analisar e solucionar o problema. Já para os itens que apresentarem mais de vinte e duas falhas, será aberto um plano de ação corretiva, com a utilização da ferramenta da qualidade 8D, Figura 24.

Figura 24 – Defeitos por item



Fonte: Autor, 2021

Assim como são avaliadas as não conformidades cadastradas internamente, a empresa conta também com um sistema de avaliação da qualidade dos serviços prestados, Anexo D. Os defeitos cadastrados pelo cliente são ainda mais críticos, exigindo uma definição rápida das ações que serão tomadas. Neste documento o cliente pode apresentar reclamações das peças recebidas ou demais serviços prestados pela empresa. Em um destes relatórios houve a apresentação do defeito de um lote de peças entregues. Nesse lote havia um total de cinquenta peças, destas, quarenta e quatro apresentaram o defeito de sujidade.

Através deste relatório de não conformidades, iniciaram-se às atividades de verificação do motivo de estar ocorrendo este defeito nas peças, assim como quais as ações que seriam tomadas a curto, médio e longo prazo para sanar este defeito. Para tanto foi utilizada a metodologia 8D na análise do defeito. Para a realização destas análises a empresa conta com uma equipe multidisciplinar.

Inicialmente avaliou-se a situação através da matriz de Ishikawa, na qual é analisado o defeito em relação à matéria prima, máquina, medição, método, mão de obra e meio ambiente, Anexo E. Nesta primeira avaliação foi possível verificar que a matéria prima e a mão de obra estão conforme, analisando o item meio ambiente, verificou-se pouco espaço para os operadores realizarem a inspeção após as peças estarem pintadas e a iluminação apresenta-se deficiente.

No item método, foi verificada a contaminação dos banhos principais, aqueles com produtos. Devido a contaminação dos banhos principais ocorre a contaminação

dos enxágues de forma mais rápida. A troca dos enxágues ocorre a cada dois ou três dias, conforme o cronograma de descartes, mas este tempo é superior ao necessário, devido a rápida contaminação, principalmente dos enxágues de desengraxante e decapante, a troca destes enxágues deveria ser realizada diariamente.

No quesito máquina, foram identificados os itens gancheiras sujas, falta de contato nas gancheiras, e poucas gancheiras para troca. No item medição foi constatada a falha na inspeção e a falta de equipamentos para inspeção.

Com a análise matriz de Ishikawa concluída, foi utilizada na sequência a matriz GUT para quantificar os defeitos e definir as possíveis causas raiz do problema, conforme o Anexo F. Neste foram determinadas como possíveis causas raiz 4 itens principais: falha de inspeção, gancheiras sujas, banhos principais contaminados e iluminação deficiente na inspeção final, estes itens obtiveram a nota máxima no cálculo levando em consideração a gravidade X urgência X tendência, obtendo a pontuação 27.

Com a utilização da ferramenta da qualidade 5 Por Quês, Anexo G, foi possível analisar cada um dos 4 itens identificados na matriz GUT como causa raiz, realizando o questionamento do porquê isso ocorreu. Quanto a primeira possível causa chegou-se à conclusão de que o sistema de inspeção não é o mais adequado. Na segunda possível causa raiz, definiu-se que não há um processo definido para a limpeza das gancheiras.

Ao ser analisado o item referente à contaminação dos banhos foi verificado que para solucionar o problema é necessário a tomada de várias ações, e para tanto este item está incluso no plano de mudanças do SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade Total). Para o quarto item referente à iluminação definiu-se como causa raiz, não haver luminárias instaladas na área de inspeção final da pintura.

Com base nas informações encontradas através da metodologia dos 5 porquês, foi desenvolvido o plano de ação, Anexo H. Para o desenvolvimento do plano de ação, o diretor da empresa juntamente com os líderes das áreas definem qual a melhor ação a ser tomada.

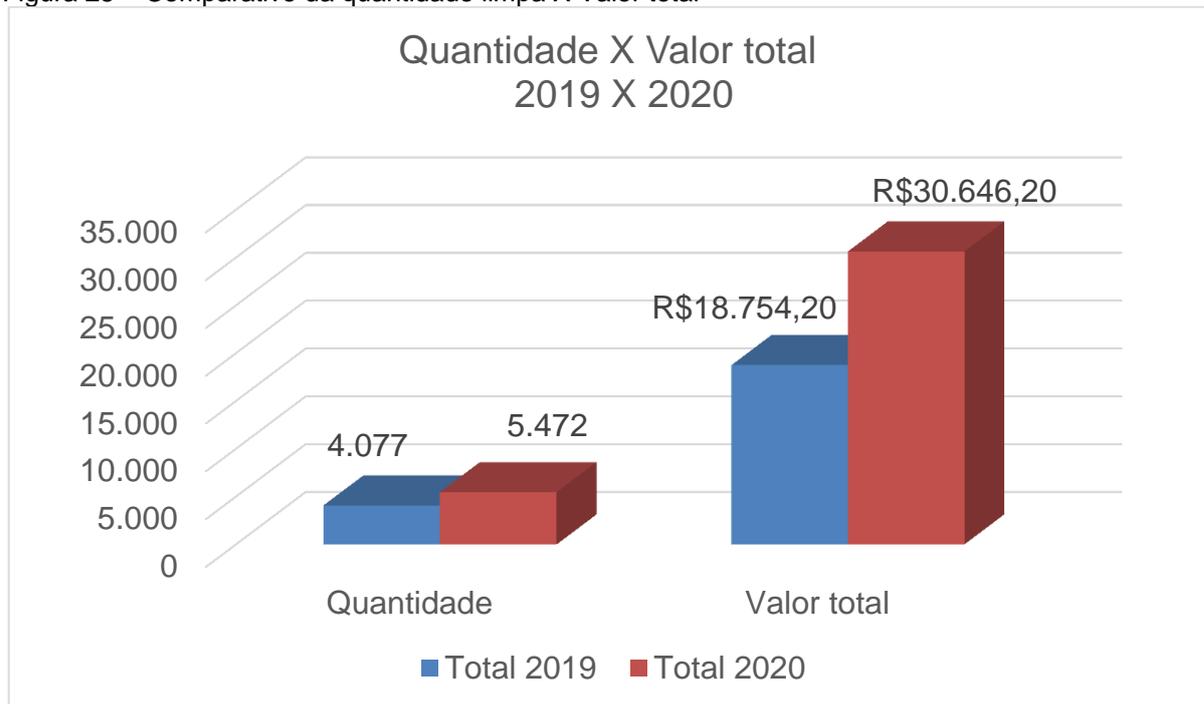
Para cada uma das causas raiz encontradas na análise da etapa dos 5 porquês é analisado o que deve-se fazer, porque, quem, quando, onde, como, dias de atraso, quanto, e também o resultado da ação, com a data da conclusão e o status da atividade.

Após as análises realizadas com o auxílio da metodologia 8D, e a elaboração do plano de ação por parte da equipe diretiva, definiu-se que uma das ações que deveriam ser tomadas era a instalação de um sistema de deslocamento de tinta. Após esta definição iniciaram-se então os estudos relacionados a esta atividade, como custos atuais, definição do produto a ser utilizado, e demais informações pertinentes para a implementação do projeto.

Para a realização deste trabalho realizou-se o levantamento dos custos que a empresa possuía com as atividades de limpeza dos dispositivos. Para a realização deste levantamento de custos foram utilizadas as planilhas de controles, na qual o responsável pela área realiza o registro de quantas gancheiras são encaminhadas para o processo de limpeza, Apêndice I.

Com base na tabela de controle verificou-se que no ano de 2019 a empresa solicitou a limpeza de 4.077,00 gancheiras e no ano de 2020 5.472,00 gancheiras. Conforme informações recebidas do gestor o custo por unidade em 2019 era de R\$4,60 e em 2020 o custo subiu para R\$5,60. No ano de 2019 a empresa teve um custo somente com a limpeza de R\$ 18.754,20, já no ano de 2020 R\$ 30.643,20, Figura 25.

Figura 25 – Comparativo da quantidade limpa X Valor total



**Fonte:** Autor, 2021

Conforme ressaltado pelo responsável pela área, este custo era somente com a empresa que realizava o processo de limpeza, sendo que a empresa contratante era responsável por levar o material até o local e após o processo concluído de buscá-lo, custo este que não está contabilizado, pois o caminhão que realizava o transporte era da empresa assim como o funcionário que realizava o transporte.

#### 4.5 TESTES, IMPLEMENTAÇÃO E MELHORIAS NO PROCESSO

Após a definição do processo de limpeza química, iniciaram-se os testes dos produtos, para definição de qual seria utilizado na empresa. Para a definição do produto a ser utilizado no processo de deslocamento de tinta, foram realizados testes com 7 produtos de fornecedores diferentes, num período de 20 semanas no ano de 2020. Os testes iniciaram no mês de julho na semana 30, tendo como conclusão o mês de dezembro na semana 50, conforme quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma dos testes

Produtos Testados	Ano 2020																				
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Produto A	■	■	■																		
Produto B				■	■	■															
Produto C							■	■	■												
Produto D										■	■	■									
Produto E													■	■	■						
Produto F																■	■	■	■		
Produto G																				■	■

Fonte: Autor, 2021

Para a realização dos testes com cada um dos produtos inicialmente separou-se 5 ganchos, os quais foram marcados com cortes parciais de um a cinco, conforme Figura 26, estes sinais demonstram o número de vezes em que estes ganchos foram reutilizados durante o processo.

Figura 26 – Demarcação dos ganchos



Fonte: Autor, 2021

Após a demarcação os ganchos foram utilizados no processo conforme as demarcações, aquele que possui uma demarcação foi utilizada apenas uma vez, o que possui duas demarcações foi utilizado duas vezes, assim subsequentemente até atingir as cinco demarcações. Este processo foi repetido para a realização dos testes com cada um dos produtos testados. Inicialmente testaram-se produtos que realizavam a remoção da tinta a frio, ou seja, sem a necessidade de aquecimento do banho.

Para a realização dos testes foram montados banhos com as amostras enviadas pelos fornecedores (Apêndice J). Os banhos foram montados na concentração de 50%, conforme as especificações técnicas dos fornecedores.

Conforme Apêndice K e Apêndice L é possível visualizar alguns dos resultados dos testes dos produtos. O produto E apresentou um excelente rendimento, neste teste foi possível verificar a remoção da tinta em todos os cinco ganchos. O deslocamento da tinta nas cinco camadas ocorreu em duas horas, porém este produto necessitava de um sistema de decantação e filtração do lodo, havendo altos custos de investimento para a instalação do sistema. Outro fator avaliado no momento da tomada de decisão por parte da gerência foi devido ao fato de os fornecedores não garantirem que este produto era compatível com os utilizados no processo de limpeza das peças, ou seja, poderia ocorrer a contaminação dos banhos. Com base no exposto o produto E foi descartado.

Com relação ao produto A foi verificado que após o período de teste não ocorreu a retirada da tinta nem mesmo da primeira camada. Os produtos B, C, D, F, G, removeram a tinta, alguns levaram um tempo um pouco maior e outros um tempo médio conforme apresentado no quadro 3:

Quadro 3 – Tempo de deslocamento

Produtos Testados	Concentração	Tempo médio de deslocamento, temperatura ambiente	Valor por KG	Avaliação
Produto A	50 % Produto; 50% Água	15 Dias	R\$ 18,00	Não Aprovou
Produto B	50 % Produto; 50% Água	24 Horas	R\$ 20,00	Não Aprovou
Produto C	50 % Produto; 50% Água	8 Horas	R\$ 30,99	<b>Aprovado</b>
Produto D	50 % Produto; 50% Água	16 Horas	R\$ 33,00	Não Aprovou
Produto E	50 % Produto; 50% Água	2 Horas	R\$ 44,70	<b>Aprovado</b>
Produto F	50 % Produto; 50% Água	15 Horas	R\$ 32,00	Não Aprovou
Produto G	50 % Produto; 50% Água	6 Horas	R\$ 45,00	Não Aprovou

Fonte: Autor, 2021

Inicialmente trabalhava-se com a opção da utilização de um deslocante de tinta a frio, sendo que os testes foram realizados em temperatura ambiente, ou seja, nenhum dos produtos foi aquecido. Após concluídos os testes, apresentou-se os resultados ao gestor da área, o qual apresentou-os ao diretor da empresa. Com estas informações a gerência da empresa juntamente com a supervisão, realizou a análise do custo benefício dos produtos, sendo que, após uma análise minuciosa, os mesmos optaram pelo produto C.

Conforme relatado pelo gestor um dos pontos mais relevantes no momento da tomada de decisão foi que este produto é compatível com os produtos utilizados na linha de pré-tratamento, sendo que é fornecido pelo mesmo fornecedor.

Na análise dos resultados iniciais este produto não obteve um bom resultado ao realizar o deslocamento a frio durante os testes, o principal motivo é de o produto foi desenvolvido para trabalhar a quente, em temperaturas entre 50° C e 100° C.

A instalação deste tanque para o processo de deslocamento de tinta ocorreu ao final da linha da zincagem. A definição deste local se deu pela localização de materiais que auxiliam no momento de movimentação dos dispositivos com as gancheiras. Inicialmente havia dois tanques sobressalentes na linha da zincagem, Figura 27, sendo assim, foi solicitado a equipe da manutenção a retirada do último tanque e instalado o tanque maior, o qual havia espaço para a instalação do sistema de aquecimento.

Figura 27 – Tanques sobressalentes



Fonte: Autor, 2021

No final de Janeiro/2021, início de fevereiro/2021 a empresa recebeu o tanque. No decorrer da semana seguinte à chegada do tanque a equipe da manutenção realizou a retirada do tanque sobressalente, e instalou as estruturas para suportar o tanque novo. Após a base instalada e pintada, realizou-se a instalação deste, por parte da equipe de manutenção, Figura 28.

Figura 28 – Instalação do tanque



Fonte: Autor, 2021

Conforme visualizado no Anexo I, o tanque foi desenvolvido inicialmente para trabalhar com um produto a frio, sendo que não havia sido previsto o sistema de aquecimento. Após a definição desta necessidade, foi adaptado ao tanque o sistema de aquecimento, Figura 29, com tubulações em aço carbono, o tanque é de polipropileno.

Figura 29 – Instalação do sistema de aquecimento



Fonte: Autor, 2021

A linha de zincagem e a linha de fosfato são próximas, sendo que a linha de zincagem utiliza a estufa de secagem da linha de fosfato para secar as suas peças. Sendo que o sistema de deslocante foi instalado no final da linha de zincagem, o

mesmo pode utilizar as pontes rolantes instaladas na linha de fosfatização, esta ponte pode ser movimentada até o enxágue do deslocante de tinta.

Com a utilização desta estrutura foi possível otimizar o processo e reduzir o custo de um investimento em um sistema de ponte rolante exclusivo para este sistema, assim como a instalação de uma estufa exclusiva para secagem das gancheiras. Instalando no final da linha da zincagem é possível utilizar a estufa de secagem da linha de fosfatização.

Após concluída a instalação do tanque iniciou-se a montagem da instrução de trabalho, observando sempre as informações da FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico) Anexo J e do boletim técnico, Anexo K. A instrução de trabalho segue o padrão utilizado pela empresa, na Figura 30 é possível visualizar o cabeçalho da IT - 104.

Figura 30 – Instrução de trabalho



**Processo: Montagem dos Banhos e Processo de Remover a Tinta de Dispositivos da Pintura**

Etapa	Informações
1	<b>Tanque 1 - Removedor:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura: de 55°C a 90°C – Controle Diário</li> <li>- Tempo de imersão: Não definido, é feita avaliação visual e varia de acordo com o tipo de dispositivo e a camada de tinta</li> <li>- Concentração: 60% a 85% – Controle no mínimo 2 vezes por semana</li> <li>- pH 12 a 14 – Controle Diário</li> </ul>
2	<b>Tanque 2 - Enxágue:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura: ambiente</li> <li>- Tempo de imersão: Tempo de mergulhar totalmente o dispositivo</li> <li>- pH 06 a 14 – Controle 2 vezes por semana</li> </ul>
3	<b>Jateamento com Hidro Lavadora:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Água corrente da rede</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Artefacto, 2021

No decorrer desta instrução, Figura 30, estão informações importantes quanto ao produto que estará sendo utilizado, e as medidas de segurança ao manuseá-lo, assim como orientações gerais das condições normais de funcionamento, as

análises de controle da concentração e a reposição do produto conforme resultado da análise.

Desenvolveu-se nesta instrução, as orientações para montagem do banho. Observando que ao realizar a montagem, o fornecedor orienta sempre iniciar com o enchimento do tanque até  $\frac{3}{4}$  do volume com água, antes de colocar o produto. Após a dosagem do produto completa-se então o nível com água.

Com auxílio do setor da Qualidade concluiu-se a elaboração da instrução de trabalho. Realizou-se o treinamento dos operadores. Com as devidas orientações, foi possível a montagem do banho e análises para correção da concentração conforme necessidade.

A dosagem do produto é realizada manualmente, com a utilização de baldes para realizar as dosagens, sendo que o produto vem acondicionado em embalagens de 70Kg. Esta atividade, sempre deve ser realizada por dois operadores, com o intuito de facilitar e agilizar a ação.

Para os primeiros testes foram desenvolvidos dois modelos de carros de deposição de gancheiras sujas, conforme Figura 31, nestes as mesmas ficavam bastante próximas. Sendo assim a limpeza tornava-se menos eficiente, e com uma quantidade menor de hastes, ganchos e gancheiras limpas por vez.

Figura 31 – Carros de deposição de gancheiras sujas



Fonte: Autor, 2021

Testou-se durante vários dias com estes dois modelos de disposição das gancheiras, durante o acompanhamento foi possível verificar que a limpeza não ocorria conforme o desejado, ou seja, a remoção da tinta disposta nas gancheiras não ocorria em todas as gancheiras. Durante o processo de limpeza, verificou-se também que as gancheiras que ficavam mais próximas ao fundo do tanque apresentaram um deslocamento melhor que aquelas que estavam na parte superior do tanque.

Realizaram-se mais algumas limpezas e observou-se o mesmo problema, verificou-se então com o fornecedor o motivo desta diferença na limpeza, foi então que foi apresentada a necessidade de agitação constante no banho. O produto possui uma densidade maior que a água sendo que o mesmo decanta e com isso concentra-se no fundo do tanque, ficando na parte superior apenas água com uma pequena quantidade de produto.

Para a instalação deste sistema de agitação foi descartado o enxágue e transferido o banho do deslocante para aquele tanque, realizada limpeza e após a equipe da manutenção realizou a montagem das tubulações em aço inox. Este processo de transferência foi realizado com o auxílio de bomba pneumática.

Transferiu-se novamente o produto ao tanque original após concluído o sistema de agitação, novamente com o auxílio da bomba dosadora. Constatou-se então uma melhora significativa na limpeza dos dispositivos. Após esta instalação foi possível verificar que não havíamos atingido a limpeza conforme as necessidades da empresa, analisou-se então a temperatura do banho, o qual estava atingindo o mínimo necessário, conforme orientação do boletim técnico, Anexo K, temperatura de 100°C a 120°C, e Instrução de trabalho, Figura 30, temperatura de 55°C a 90°C, na Tabela 1 é possível observar a variação da temperatura no início do processo produtivo e o aumento após as instalações das melhorias, os quais ocorreram a partir da metade do mês 06/2021.

Tabela 1 – Controle da temperatura do banho de deslocante químico

<b>Banho de Deslocamento de tinta - BONDERITE S-ST 305 PAINT STRIPPER</b>						
Data	pH	Temperatura 55° a 90°	Montagem kg	ml gasto	60% a 85%	Reforço KG
19/03/2021	14	63	840	8,00	59,42%	
24/03/2021						210
25/03/2021	14	64		9,00	66,85%	
31/03/2021	14	64		6,80	50,51%	210
24/05/2021	14	65		10,00	74,27%	
26/05/2021	14	63		9,60	71,30%	70
27/05/2021	14	65		11,00	81,70%	
<b>Total Maio</b>						<b>490</b>
01/06/2021	14	78		10,00	74,27%	
04/06/2021	14	78		9,80	72,79%	
07/06/2021	14	78		9,30	69,08%	70
10/06/2021	14	78		10,20	75,76%	
14/06/2021	14	78		4,40	32,68%	280
17/06/2021	14	85		6,40	47,54%	
21/06/2021	14	85		6,40	47,54%	
25/06/2021	14	85		6,40	47,54%	140
28/06/2021	14	85		7,40	54,96%	
<b>Total Junho</b>						<b>490</b>
02/07/2021	14	85		7,40	54,96%	140
06/07/2021	14	85		8,40	62,39%	140
08/07/2021	14	85		8,40	62,39%	140

Fonte: Autor, 2021

Para que fosse possível aumentar a temperatura, foram apresentadas à direção da empresa possíveis soluções, como o revestimento interno do tanque com um tanque em aço carbono e a instalação de tampas nos carros de movimentação das gancheiras, Figura 32. A direção avaliou a sugestão e decidiu investir nestas melhorias.

Figura 32 – Instalação de tampas nos dispositivos



Fonte: Autor, 2021

Após sessenta dias de teste foi realizada a primeira remoção de lodo do tanque. Esta atividade foi realizada de forma manual, com o auxílio de baldes e pá. Foi verificado que a atividade demandava um tempo elevado para ser realizada, ao todo os operadores necessitam deixar o banho parado durante oito horas, desde o início da atividade. Durante esta atividade foi estudada a possibilidade de melhoria no processo, sendo instalada uma tubulação de drenagem deste lodo.

Concluída a limpeza, foi instalado pela equipe da manutenção o tanque de aço na parte interna do tanque, assim como os sistemas de aquecimento e agitação, todos em aço.

Após a conclusão da instalação do tanque de aço e demais sistemas pertinentes, realizou-se a transferência do produto para o tanque original, montando-se um banho de enxágue novo.

Realizou-se a utilização do banho de remoção de tinta por aproximadamente sessenta dias, sendo que após este período foi verificada a necessidade de remoção do lodo. Ao ser realizada novamente esta atividade de remoção de lodo, já com a instalação da tubulação e com a bomba pneumática a duração da atividade foi reduzida para quatro horas.

Nos dias subsequentes às melhorias no tanque e nos carros foi possível verificar uma melhora significativa no processo de limpeza, sendo que foi possível aumentar de 366 dispositivos dia, para 562 dispositivos dia, Tabela 2. Aumento de 53,57% na limpeza de dispositivos.

Tabela 2 – Aumento de dispositivos limpos por dia

<b>Total Junho</b>	<b>9.516,00</b>
01/07/2021	366,00
02/07/2021	366,00
08/07/2021	366,00
13/07/2021	366,00
14/07/2021	366,00
15/07/2021	366,00
16/07/2021	366,00
17/07/2021	366,00
18/07/2021	366,00
19/07/2021	366,00
20/07/2021	562,00
21/07/2021	562,00
26/07/2021	562,00
30/07/2021	562,00
31/07/2021	562,00
<b>Total Julho</b>	<b>13.698,00</b>

Fonte: Autor, 2021

Atualmente a caldeira (sistema de aquecimento) instalada é de pequeno porte. Devido à baixa capacidade de aquecimento de água não é possível aumentar as temperaturas dos banhos, gerando um gargalo no processo, ou seja, a caldeira não atende as necessidades de aumento de temperatura exigidas pelo processo. A empresa possui o objetivo de dobrar a quantidade de dispositivos limpos, porém devido ao gargalo de temperatura, será necessário a instalação do novo sistema de aquecimento dos banhos (caldeira), o qual está previsto para 2021/2022. Após a instalação deste sistema que consta no sistema de gestão da qualidade.

Assim como foi implementada a melhoria nos tanques, desenvolveu-se um carro de posicionamento específico para os dispositivos sujos, Figura 33. Este dispositivo tem por objetivo a fácil colocação e remoção dos mesmos de forma rápida e fácil, assim como acondicioná-los de forma que houvesse um espaço entre cada fileira de dispositivos.

Figura 33 – Carro de disposição dos dispositivos para limpeza



Fonte: Autor, 2021

Na Tabela 3, está representada a quantidade de dispositivos limpos no período de Março/2021 a Setembro/2021. No primeiro mês já foi realizada a limpeza de 3.294,00 gancheiras, sendo que no ano de 2019 a empresa havia solicitado a limpeza de 4.077,00 gancheiras e no ano de 2020 foram 5.472,00 gancheiras. Desde a implementação já foi realizada a limpeza de 77.992,00 dispositivos de pintura, em aproximadamente sete meses.

Tabela 3 – Controle de limpeza de gancheiras

<b>CONTROLE DE LIMPEZA DAS GANCHEIRAS REMOÇÃO QUÍMICA</b>	
<b>DATA</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Total Março	3.294,00
Total Abril	8.052,00
Total Maio	9.150,00
Total Junho	9.516,00
Total Julho	13.698,00
Total Agosto	17.422,00
Total Setembro	16.860,00
<b>Total desde implementação</b>	<b>77.992,00</b>

Fonte: Autor, 2021

Foi desenvolvida em conjunto com o supervisor da área uma planilha para os controles da concentração dos banhos, Tabela 4, conforme a solicitação da IT, assim como quilos de produtos que foram repostos no banho.

Tabela 4 – Planilha de controles conforme instrução de trabalho

<b>Banho de Deslocamento de tinta - BONDERITE S-ST 305 PAINT STRIPPER</b>						
Data	pH	Temperatura 55° a 90°	Montagem kg	ml gasto	60% a 85%	Reforço KG
19/03/2021	14	63	840	8,00	59,42%	
24/03/2021						210
25/03/2021	14	64		9,00	66,85%	
31/03/2021	14	64		6,80	50,51%	210
24/05/2021	14	65		10,00	74,27%	
26/05/2021	14	63		9,60	71,30%	70
27/05/2021	14	65		11,00	81,70%	
<b>Total Maio</b>						<b>490</b>
01/06/2021	14	78		10,00	74,27%	
04/06/2021	14	78		9,80	72,79%	
07/06/2021	14	78		9,30	69,08%	70
10/06/2021	14	78		10,20	75,76%	
14/06/2021	14	78		4,40	32,68%	280
17/06/2021	14	85		6,40	47,54%	
21/06/2021	14	85		6,40	47,54%	
25/06/2021	14	85		6,40	47,54%	140
28/06/2021	14	85		7,40	54,96%	
<b>Total Junho</b>						<b>490</b>
02/07/2021	14	85		7,40	54,96%	140
06/07/2021	14	85		8,40	62,39%	140
09/07/2021	14	85		8,40	62,39%	140

Fonte: Autor, 2021

Com base no levantamento realizado quanto ao número de gancheiras limpas neste período e as dosagens de produto em quilos, realizou-se o cálculo do custo para realizar a limpeza de uma gancheira, conforme Figura 34.

Figura 34 – Cálculo do custo para limpeza de uma gancheira

Total Gasto KG	4900
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 151.851,00</b>

Total de gancheiras limpas	77.992,00
<b>Custo por gancheira</b>	<b>R\$ 1,95</b>

Fonte: Autor, 2021

Nesta análise levou-se em consideração apenas os custos com o produto utilizado no banho, não levando em consideração os custos com o sistema de aquecimento e a mão de obra, devido ao fato de não haver um funcionário exclusivo para realizar esta atividade.

Realizou-se uma comparação dos custos dos anos anteriores com relação ao número de gancheiras limpas até o mês de Setembro. Neste, pode-se observar o quanto teria sido gasto se este número de gancheiras fosse realizado a limpeza externamente, conforme Figura 35.

Figura 35 – Compilação dos dados

Total Gancheiras Limpas 2021	77.992,00	Total Gancheiras Limpas 2021	77.992,00
Custo em 2019	R\$ 4,60	Total custos até Setembro 2021	R\$ 151.851,00
<b>Custo Total em R\$</b>	<b>R\$ 358.763,20</b>	<b>Diferença dos custos</b>	<b>-R\$ 206.912,20</b>

Total Gancheiras Limpas 2021	77.992,00	Total Gancheiras Limpas 2021	77.992,00
Custo em 2020	R\$ 5,60	Total custos até Setembro 2021	R\$ 151.851,00
<b>Custo Total em R\$</b>	<b>R\$ 436.755,20</b>	<b>Diferença dos custos</b>	<b>-R\$ 284.904,20</b>

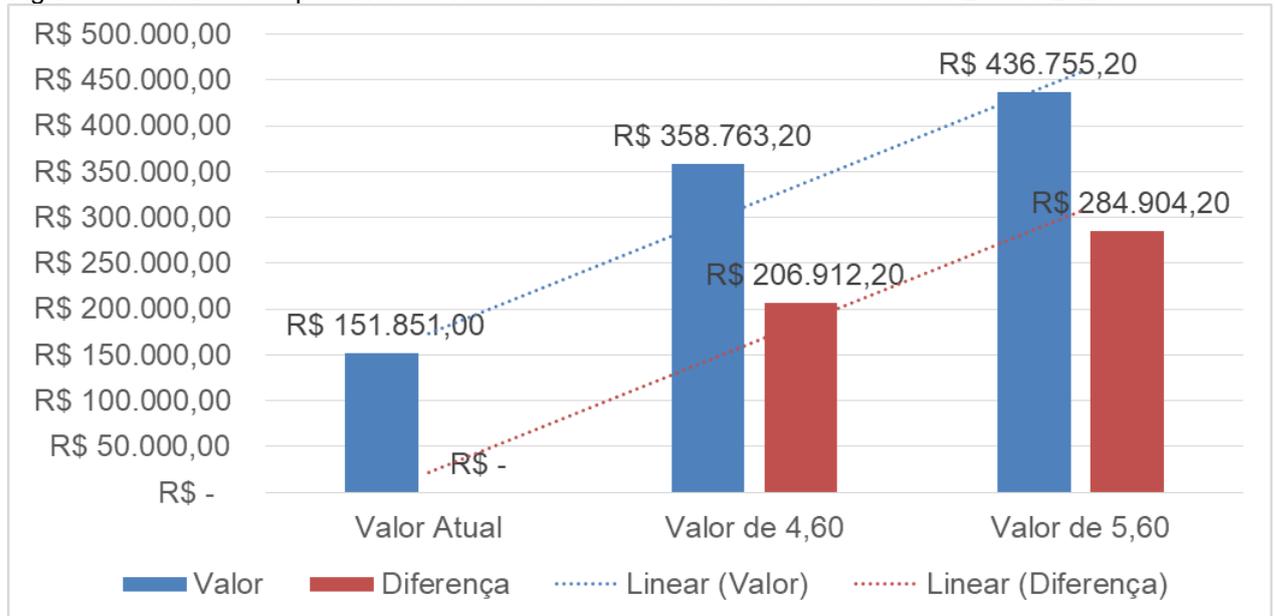
Fonte: Autor, 2021

Nesta análise verificou-se que mesmo os custos sendo elevados ainda é menor quando comparada a quantidade de gancheiras limpas com os valores que foram pagos para este serviço nos anos anteriores. Ao calcular a limpeza de 77992

gancheiras ao custo do ano de 2019 de R\$ 4,60 teria sido gasto o valor de R\$ 358.763,20.

Quando analisado o mesmo número de gancheiras limpas 77.992 com o custo do ano de 2020 de R\$ 5,60, a empresa teria que pagar para o serviço de limpeza R\$ 436.755,20, Figura 36.

Figura 36 – Gráfico comparativo dos valores atuais com os valores dos anos de 2019 e 2020



Fonte: Autor, 2021

Quando analisado o custo no ano de 2021 em comparação a quanto teria sido gasto para realizar a limpeza externamente, isto levando em consideração os valores pagos nos anos de 2019 e 2020 pode-se concluir que seria necessário desembolsar um valor bem acima do que vem sendo gasto, além do número de dispositivos limpos ser maior do que em anos anteriores.

Outro item analisado foi o número de defeitos de sujidade cadastrados na inspeção final, neste quesito não houve melhora. Conforme apresentado na Tabela 5 os defeitos de maio/2021 a agosto/2021 aumentaram mês a mês. No defeito de sujidade nas peças que buscava-se uma melhora com a implementação do processo de limpeza de gancheiras, pode-se observar que aumentou o número de defeitos cadastrados, principalmente no mês de agosto/2021.

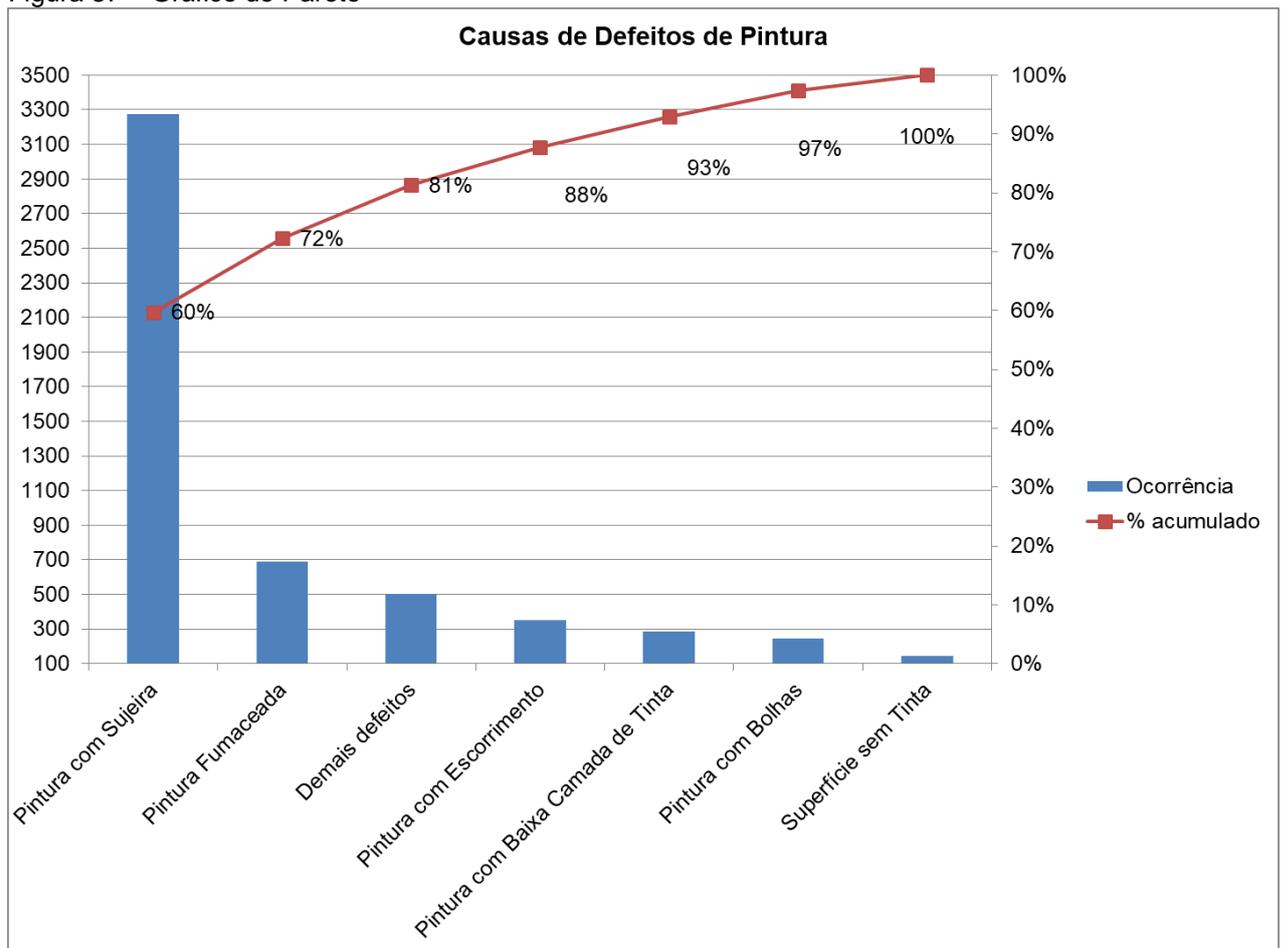
Tabela 5 – Defeitos de maio/2021 a agosto/2021

Defeitos	Total Ocorrências	Mai	Junho	Julho	Agosto
Pintura com Sujeira	3277	740	677	579	1281
Pintura Fumaceada	688	93	52	300	243
Demais defeitos	501	5	84	150	262
Pintura com Escorrimento	353	52	85	91	125
Pintura com Baixa Camada de Tinta	283	0	199	64	20
Pintura com Bolhas	245	33	50	20	142
Superfície sem Tinta	143	1	0	141	1
<b>Total</b>	<b>5490</b>	<b>924</b>	<b>1147</b>	<b>1345</b>	<b>2074</b>

Fonte: Autor, 2021

Conforme o setor da qualidade o número de itens cadastrados com o defeito de sujeidade aumentaram aos cadastrados antes da instalação do sistema de deslocamento de tinta, conforme apresentado no gráfico de Pareto, Figura 37.

Figura 37 – Gráfico de Pareto



Fonte: Autor, 2021

Conforme pode-se observar no plano de ação (Anexo H) ainda há a necessidade de melhorias nos processos, os quais irão contribuir para o atingimento das metas.

Com a instalação deste processo tem-se o objetivo de reduzir o custo com a fabricação de dispositivos de reposição, reduzir a compra de limas, melhorar a qualidade dos banhos do pré-tratamento e eliminar os retrabalhos provenientes da contaminação ocasionada pela breve remoção da tinta dos dispositivos. O objetivo de quantificar a redução na substituição de dispositivos danificados não foi possível, mas, conforme os operadores não há a necessidade de descarte de gancheiras de forma tão frequente quanto era realizado anteriormente. O ato de limar os ganchos tornou-se esporádico, não sendo mais necessário limar todos os ganchos em todos os carros que são carregados.

Com o intuito de apresentar os ganhos de produtividade, serão realizadas algumas estimativas, devido a não haver o registro de todas as informações necessárias para os cálculos.

Atualmente a empresa conta com aproximadamente 4.000 ganchos e gancheiras, destes 2800 são gancheiras e 1200 são hastes. São utilizados em média 1540 dispositivos por dia, ou seja, é utilizado 39% do total de dispositivos por dia. Ao analisar a quantidade de dispositivos limpos por dia é possível verificar que dos 1540 utilizados a empresa possui a capacidade de limpar 506, ou seja 33% dos dispositivos utilizados por dia são limpos, ou outros 67% são de dispositivos sujos.

Ao analisarmos o mesmo número de dispositivos utilizados por dia (1540), e compararmos com a média de dispositivos limpos nos anos de 2019/2020, é possível verificar que apenas 2% dos dispositivos utilizados por dia eram limpos, tem-se um aumento de 31% nos dispositivos limpos utilizados por dia.

Do total de dispositivos utilizados por dia, 60% são de gancheiras e os outros 40% são de hastes. Cada Gancheira possui em média 12 ganchos, levando em consideração que são utilizadas 42 gancheiras por carro, e são lavados 22 carros por dia. No final do dia os operadores teriam de limar 11088 ganchos, caso todas as gancheiras estivessem sujas.

Realizou-se o levantamento de quantas gancheiras e hastes são limpas por dia, levando-se em consideração que cada carro de limpeza, possui a capacidade de 192 dispositivos, ao realizar o carregamento dos dispositivos para limpeza são depositadas normalmente 144 gancheiras e 48 hastes por carro, ou seja, por dia

pode-se limpar 432 gancheiras e 144 hastes, sendo que até o mês de setembro eram limpos três carros por dia.

Ao analisarmos os valores dos anos anteriores, em que apenas 2% dos dispositivos eram limpos e 98% eram de gancheiras sujas. Estima-se que das 924 gancheiras utilizadas por dia 906 eram de gancheiras sujas, e apenas 18 eram de gancheiras limpas. Levando-se em consideração os mesmos 2 segundos por gancho, seria necessário 21744 segundos, ou seja, 6,04 horas por dia. Caso fosse realizado o processo de limar em 100% dos ganchos, no caso apresentado anteriormente seria necessário 6,16 horas, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Cálculo do tempo gasto para limar as gancheiras

<b>Total utilizado</b>	<b>Sujos anterior</b>	<b>Sujos atual</b>	
924	906	492	Gancheiras
11088	10872	5904	12 Ganchos por gancheira
22176	21744	11808	2 segundos por gancho
369,6	362,4	196,8	minutos por dia
<b>6,16</b>	<b>6,04</b>	<b>3,28</b>	<b>Horas por dia</b>
	132,88	72,16	Horas por mês
176	43,12	103,84	Horas produtivas por mês

Fonte: Autor, 2021

No total por dia são utilizados 1540 dispositivos, destes 924 são gancheiras, destes aproximadamente 432 são limpos, e 492 são de gancheiras sujas. Atualmente os operadores necessitam limar 5904 ganchos por dia, levando em consideração que é necessário 2 segundos por gancho, é necessário 11808 segundos, ou seja 3,28 horas por dia.

Analisou-se os dados e observou-se que se apenas um dos operadores limasse os ganhos, o mesmo teria efetivamente produzido apenas 43,12 horas no mês, após as melhorias no processo este mesmo operador passou a ser 103,84 horas produtivos durante o mês, levando-se em consideração 8 horas por dia e 22 dias por mês.

A produtividade ideal de um operador seria de 70%, porém a produtividade real é de aproximadamente 60%. Levando-se em consideração o cenário anterior a implementação da melhoria, este operador trabalhou efetivamente apenas 1,96 horas, ou seja, sua produtividade foi de 15%. O mesmo operador após a implementação da melhoria, no cenário atual, trabalhou produtivamente 4,72 horas,

levando-se em consideração 60% de produtividade, obteve-se um ganho de produtividade de 35% após a implementação da melhoria.

Atualmente produz-se em média 4500 peças por dia, anteriormente a produção média era de 3396 peças por dia. Obteve-se um ganho na produtividade de 1103 peças por dia.

## CONSIDERAÇÃO FINAL

A empresa alvo deste estudo possui um sistema de gestão de qualidade, através do qual a mesma realiza o monitoramento da satisfação de seus clientes. O estudo desenvolvido neste trabalho final de curso teve seu início através de um problema de qualidade apresentado no relatório de não conformidades, no qual de um lote de 50 peças 44 haviam sido reprovadas por sujidade.

Após a apresentação deste defeito, iniciou-se os estudos para identificação do causador deste defeito, para tanto utilizou-se algumas das ferramentas da qualidade. A empresa Artefacto já possuía a metodologia 8D implementada, porém a mesma optou por trabalhar apenas com algumas das ferramentas disponíveis nesta metodologia. Através das análises foi possível verificar através da metodologia de Ishikawa os defeitos relacionados aos 6M, na sequência utilizou-se a metodologia da matriz GUT para quantificar os defeitos encontrados, encontrando assim as possíveis causas raiz do problema apresentado.

Através da matriz GUT quantificou-se quatro possíveis causas raiz principais, através deste foi possível realizar os 5 Porquês, definindo assim quais deveriam ser as ações necessárias para sanar o defeito encontrado, sendo que estas dever-se-á trabalhar o mais breve possível.

Estas quatro causas raiz foram analisadas e iniciado o estudo e implementação através da metodologia, plano de ação. Através deste buscou-se solucioná-las. As melhorias referentes ao sistema de inspeção não ser o mais adequado, foi solucionado pelo setor de qualidade, duas causas raiz apresentadas no plano de ação ainda aguardam implementação. Para o defeito de sujidade obteve na análise de causa raiz a necessidade de definição de um processo de limpeza dos dispositivos utilizados no setor de pintura. Este item do plano de ação foi estudado e implementado no decorrer deste trabalho.

Neste trabalho realizou-se o acompanhamento e estudo do processo de limpeza externa dos dispositivos de pintura, com base nestas informações iniciou-se o estudo dos custos envolvidos com esta atividade e o número de dispositivos limpos por ano. Com base nestas informações buscaram-se possíveis soluções para a implementação de um sistema de limpeza internamente, ou seja, não mais encaminhando para uma empresa fora da Artefacto.

Após análises por parte dos gestores decidiu-se pela instalação de um sistema de deslocamento de tinta alcalino. Com base nisto realizou-se os testes para definição daquele que melhor atenderia as necessidades da empresa. Os resultados dos testes foram encaminhados para a gerência, e esta decidiu juntamente com o gestor da área pelo produto C, Quadro 3.

Com base nestas informações desenvolveram-se os procedimentos e instruções de trabalho, abertura de ordem de serviço para retirada de um tanque e a instalação de outro, tanque este com sistema de aquecimento. Após os tanques e o banho de deslucante montados, pode-se realizar os testes durante o processo produtivo.

Neste momento foi possível observar que o processo necessitava de melhorias, algumas destas melhorias foram sendo levantadas no decorrer dos meses de março a setembro, sendo que a maioria delas já foi implementada. As melhorias propostas foram quanto ao sistema de agitação no tanque, um revestimento em metal para que fosse possível aumentar a temperatura, assim como tampas nos carros para que o calor permaneça no tanque durante a agitação, reduzindo a perda de calor.

Como sugestões de melhorias futuras, seria importante instalar um tanque que facilitasse a remoção do lodo no fundo do tanque, como por exemplo, um tanque que possua uma saída no fundo, assim como um leve caimento para aquele lado. Outra sugestão seria a busca por um sistema de prensagem constante do lodo, visando com isso a redução do efluente gerado para tratamento e também um menor desperdício de produto, sendo que com um sistema de prensagem do lodo, apenas a parte sólida seria removida do banho.

Conforme observado durante a realização das análises dos resultados, alguns dos objetivos ainda não foram alcançados, como a limpeza total dos dispositivos utilizados e a eliminação dos defeitos de sujidades nas peças. Porém a empresa possui melhorias que estão previstas para serem implementadas até o final de 2021, melhorias estas que estão contempladas pelo plano de gestão da qualidade da empresa.

Após analisar os dados obtidos com relação aos custos do processo, pode-se concluir que o sistema de deslocamento de tinta instalado na empresa ARTEFACTO é viável, sendo que é possível realizar a limpeza de um grande número de ganchos durante um mês de trabalho, número este bem acima do que

era realizado nos anos anteriores, obteve-se também a redução na despesa com compra de limas para limar as gancheiras, porém o principal ganho é na produtividade, ao analisarmos apenas um operador, foi possível verificar que anteriormente o mesmo produzia efetivamente apenas em 15% do tempo, ou seja, nos outros 45% do tempo o operador estava realizando a atividade de limar ganchos. Após a implementação da melhoria a produtividade aumentou para 35% do tempo. Um ganho de produtividade de 1103 peças por dia.

Com a realização deste estudo foi possível observar a importância da engenharia no momento de implementação de um novo projeto, ou até mesmo para a realização de melhorias em processos já implementados. Através dos setores de apoio é possível realizar análises detalhadas de processos existentes no mercado e assim sugerir aquele que melhor atende as necessidades da empresa, observando-se todos os pontos relevantes ao projeto. Através destas análises será possível organizar a implementação de forma organizada, agilizando o processo e até mesmo obtendo ganhos financeiros e produtivos.

Portanto conclui-se dessa forma, que o trabalho atingiu seus objetivos com relação a limpeza dos dispositivos, e aumento da produtividade, sendo ainda necessário realizar algumas melhorias para o atingimento dos objetivos pertinentes a qualidade final das peças pintadas.

## REFERÊNCIAS

BAIÃO, Vanessa Íris Candeias. **Remoção química de revestimentos orgânicos em aeronaves militares - estudo da eficiência dos decapantes químicos à base de álcool benzílico**. Mestrado em química tecnológica - Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa, 2016. Disponível em: [https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2020/01/RCPM\\_vol36\\_01.pdf](https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2020/01/RCPM_vol36_01.pdf). Acesso em 4 set. 2021

BALLESTERO-ALVAREZ, Esmeralda María. **Gestão de qualidade, produção e operações**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CARDOSO, Renata. **Pintura para metais como proteção anticorrosiva**. 2013. Dossiê Técnico - Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro - REDETEC 11/06/2013. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc2ODc=>. Acesso em: 13 ago. 2021.

CAREAGA, Amanda de Oliveira. **Validação de decapante alcalino para uso em equipamento de limpeza de dispositivos de pintura automotiva**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16443> Acesso em: 12 mar. 2021.

CEMBRANEL, Priscila; *et. al.* **Os impactos ambientais em processos de pintura: Estudo de caso de uma indústria metalúrgica**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 11, n. 2, p. 182-194, jul./dez. 2014. Disponível em: [file:///C:/Users/Acer/Downloads/EAPT-2013-1184%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Acer/Downloads/EAPT-2013-1184%20(1).pdf). Acesso em: 2 mai. 2021.

CORREA, Jose Rodrigues Perreira; SOUZA NETO, Antonio Machado de; CORREA, Erick Rodrigues pereira. **Processo de Proteção anticorrosiva aplicado na fabricação de torres eólicas**. *In*: Encontro nacional de engenharia de produção. (ENESEP). João Pessoa, Pernambuco, 03 a 06 outubro de 2016. Disponível em: [HTTP://WWW.ABEPRO.ORG.BR/BIBLIOTECA/TN\\_STP\\_226\\_321\\_28896.PDF](HTTP://WWW.ABEPRO.ORG.BR/BIBLIOTECA/TN_STP_226_321_28896.PDF). Acesso em: 12 ago. 2021.

DAIBASE. **Sistema de tratamento de superfície de alta produtividade e versatilidade**. 2007. Disponível em: [https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento\\_de\\_superficie-144/rts-144.pdf](https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento_de_superficie-144/rts-144.pdf). Acesso em: 11 dez. 2021.

EDER, Cristiane Ferreira. **Método para a escolha de processos considerando os impactos ambientais: uma aplicação para processos de decapagem**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5889>. Acesso em 12 mar 2021.

FURTADO, Paulo. **Pintura anticorrosiva dos metais**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

ADMIN. **Gancheiras para galvanização: entenda como o processo é feito**. 27 agosto 2020. Disponível em <https://www.gancheirasnova.com.br/blog/gancheiras/gancheiras-para-galvanizacao-entenda-processo-feito/>. Acesso em 11 dez. 2021.

GARCIA, Fernanda Caroline Martins; *et. al.* **Aplicação da metodologia 8D para resolução de problemas: Um estudo de caso em um fornecedor da indústria automobilística.** *In:* XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_259\\_490\\_35949.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_259_490_35949.pdf). Acesso em: 01 set. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GNECCO, Celso; MARIANO, Roberto; FERNANDES, Fernando. **Tratamento de Superfície e pintura. 2003.** Série Manual de Construção em aço. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro Siderurgia / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2003. Disponível em: [http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual\\_Tratamento\\_Superficie\\_Pintura.pdf](http://mkestruturasmetalicas.com.br/mk-manuais/Manual_Tratamento_Superficie_Pintura.pdf). Acesso em 03. set. 2021.

GUERREIRO, Maria Aparecida Vieira. **Avaliação de processo de Fosfatização.** 2009. Trabalho de Diplomação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <HTTPS://WWW.LUME.UFRGS.BR/BITSTREAM/HANDLE/10183/24746/000747664.PDF?SEQUE=NCE=1>. Acesso em 11 ago. 2021.

JESUS, Iuri Nicoletti de. **Metodologia 8D para definição das ações corretivas na resolução de problemas:** um estudo de caso. Trabalho final de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica). Faculdade Horizontina, 2019. Disponível em: [https://fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng\\_Mecanica/2019/IuriNicolettiJesus.pdf](https://fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2019/IuriNicolettiJesus.pdf). Acesso em 07 set. 2021.

KRÄNKEL, Fábio. **DT – 12: Treinamento Pintura Industrial com Tintas Líquidas.** 2020a. Revisão 05 – 05/8/2020. Disponível em: [https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h8a/h9b/Apostila-DT-12-Tinta-l-liquida\\_2018.pdf](https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h8a/h9b/Apostila-DT-12-Tinta-l-liquida_2018.pdf). Acesso em 03 set. 2021.

\_\_\_\_\_. **DT – 13: Treinamento Pintura Industrial com Tintas em Pó.** 2020b. Revisão 05 – 05/8/2020. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h6e/h8b/Apostila-DT-13-Tinta-p-2018.pdf>. Acesso em 25 mar. 2021.

LOBO, Renato Nogueiro. **Gestão da Qualidade.** São Paulo: Érica, 2010.

\_\_\_\_\_. **Gestão da Qualidade.** 2. ed. São Paulo: Érica, 2020.

LOZADA, Gisele; NUNES, Karina da Silva. **Metodologia científica.** Porto Alegre: SAGAH, 2018.

MAGNAN, Murillo de Carvalho. **Pintura na proteção anticorrosiva.** 2011. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em construção Naval) - Centro Universitário Estadual da Zona Oeste (UEZO), Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/capi/MurilloMagnan.pdf>. Acesso em 12 ago. 2021.

MEKAL Tintas. **Manual de pintura industrial**. 2021. Carazinho, Rio Grande do Sul. Disponível em: [https://www.grupomekal.com.br/system/filemanager/biblioteca/manual\\_pintura.pdf](https://www.grupomekal.com.br/system/filemanager/biblioteca/manual_pintura.pdf). Acesso em: 5 maio 2021.

MELLO, Carlos Henrique Pereira; *et. al.* **Pesquisa-ação na engenharia de produção**: proposta de estruturação para sua condução. 2012. UNIFEI, Itajubá, Minas Gerais. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/BN5Yt8YSxPVk5RJZ3hNZmXK/?lang=pt#>. Acesso em: 11 set. 2021.

MONTOANELLI, Ivo. **O processo de fosfatização**. Revista Tratamento de Superfície, 4 ed. p. 8-10, Jan./Fev. 1983. Disponível em: [https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento\\_de\\_superficie-4/rts-4.pdf](https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento_de_superficie-4/rts-4.pdf). Acesso em: 22 ago. 2021.

NOPPENNEY, Herbert. **Gancheira - peça importante para a galvanoplastia**. Noticiário da Galvanoplastia, São Paulo: Editora Sorel, 3 ed. p. 7-12, 1972. Disponível em: [https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/noticiario\\_da\\_galvanoplastia-3/ng-3.pdf](https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/noticiario_da_galvanoplastia-3/ng-3.pdf). Acesso em 08 mai. 2021.

NUNES, Laerce de Paula. LOBO, Alfredo Carlos O. **Pintura industrial na proteção anticorrosiva**. 4. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

OLIVEIRA, Otávio J. **Curso básico de gestão da qualidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PECHI, Rafael Valente. **Desafios no desenvolvimento de gancheiras para eletrodeposição**. Revista Tratamento de Superfície, 199 ed. p. 28-29, Novembro 2016. Disponível em: <https://www.portaltts.com.br/revista/tratamento-de-superficie/ed199>. Acesso em 4 maio 2021.

PEREIRA, Sérgio Fausto C. G. **Gancheira para eletrodeposição**. Revista Tratamento de Superfície, 144. ed., p. 24-34, Julho/Agosto 2007. Disponível em: [https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento\\_de\\_superficie-144/rts-144.pdf](https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento_de_superficie-144/rts-144.pdf). Acesso em 21. ago. 2021.

PERFORTEX Indústria de recobrimento de superfície Ltda. **Principais defeitos na pintura e suas soluções**. 2021 Disponível em: [https://www.perfortex.com.br/solucoes\\_para\\_defeitos.pdf](https://www.perfortex.com.br/solucoes_para_defeitos.pdf). Acesso em 15 jul. 2021.

QUINTELA, Joaquim; *et. al.* **Pintura Industrial: o desafio ecológico**. Revista Corrosão & Proteção, 12 ed. p. 10-18, Novembro / Dezembro 2006. Disponível em: <http://www.abraco.org.br/src/uploads/2016/01/Revista-corrosao-e-protecao-12.pdf>. Acesso em 02 nov. 2021.

REIS, Adriano Alves Benicio. **Resolução de Problemas utilizando a metodologia 8D (PPS): Estudo de caso de uma indústria fabricante de refratários para controle de fluxo do aço em siderúrgicas**. *In*: XII Congresso nacional de excelência em gestão, 2016. Disponível em: [https://www.inovarse.org/sites/default/files/T16\\_M\\_040.pdf](https://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_M_040.pdf). Acesso em 10 set. 2021.

REIS, Fernando Morais dos. **Água de enxágue parte II**. Revista Tratamento de Superfície, 118 ed. p. 48-54, Março/Abril 2003. Disponível em: [https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento\\_de\\_superficie-118/rts-118.pdf](https://www.abts.org.br/images/img-publicacoes/tratamento_de_superficie-118/rts-118.pdf). Acesso em 28 ago. 2021.

RITTER, Claudinei Rogério. **Utilização da metodologia 8D para a redução dos defeitos no processo de pintura de uma empresa do setor metal mecânico**. Trabalho final de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção). Faculdade Horizontina, 2019. Disponível em: [https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng\\_Producao/2018/ClaudineiRogérioRitter.pdf](https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2018/ClaudineiRogérioRitter.pdf). Acesso em: 10 set. 2021.

ROCHA, Carlos; NETO, A. Fabrim. **Decapagem de Dispositivos de pintura**. Revista Tratamento de Superfície, 213 ed. p. 20-22, Março 2019. Disponível em: <https://www.portalts.com.br/revista/tratamento-de-superficie/ed213>. Acesso em 15 mar. 2021.

SCAVONE, Luiz. TELECURSO 2000. **Curso Profissionalizante: mecânica: Tratamento de superfícies**. São Paulo: Globo, 1996. Disponível em: <http://bmalbert.yolasite.com/resources/Telecurso%202000%20-%20Tratamento%20de%20Superficie.pdf>. Acesso em 3 set. 2021.

SCHMIDT, Edernei Claudir. **Estudo do efeito do ciclo térmico na resistência mecânica de aços para ganchos de pintura**. 2013. Trabalho de conclusão de curso - Engenheiro mecânico. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2013. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/1721/TCC%20Edernei.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 5 set. 2021.

SILVA, Anielson Barbosa da; GODOI, Christiane Kleinübing.; MELLO, Rodrigo Bandeira-de. **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

SILVA, Hugo Leonardo Giacomini Ferreira da. **Proposta de melhoria no processo de pintura em uma indústria de móveis metálicos**. 2018. Trabalho conclusão de Curso (Curso de Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12720/1/melhoriaprocessopinturaestantes.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

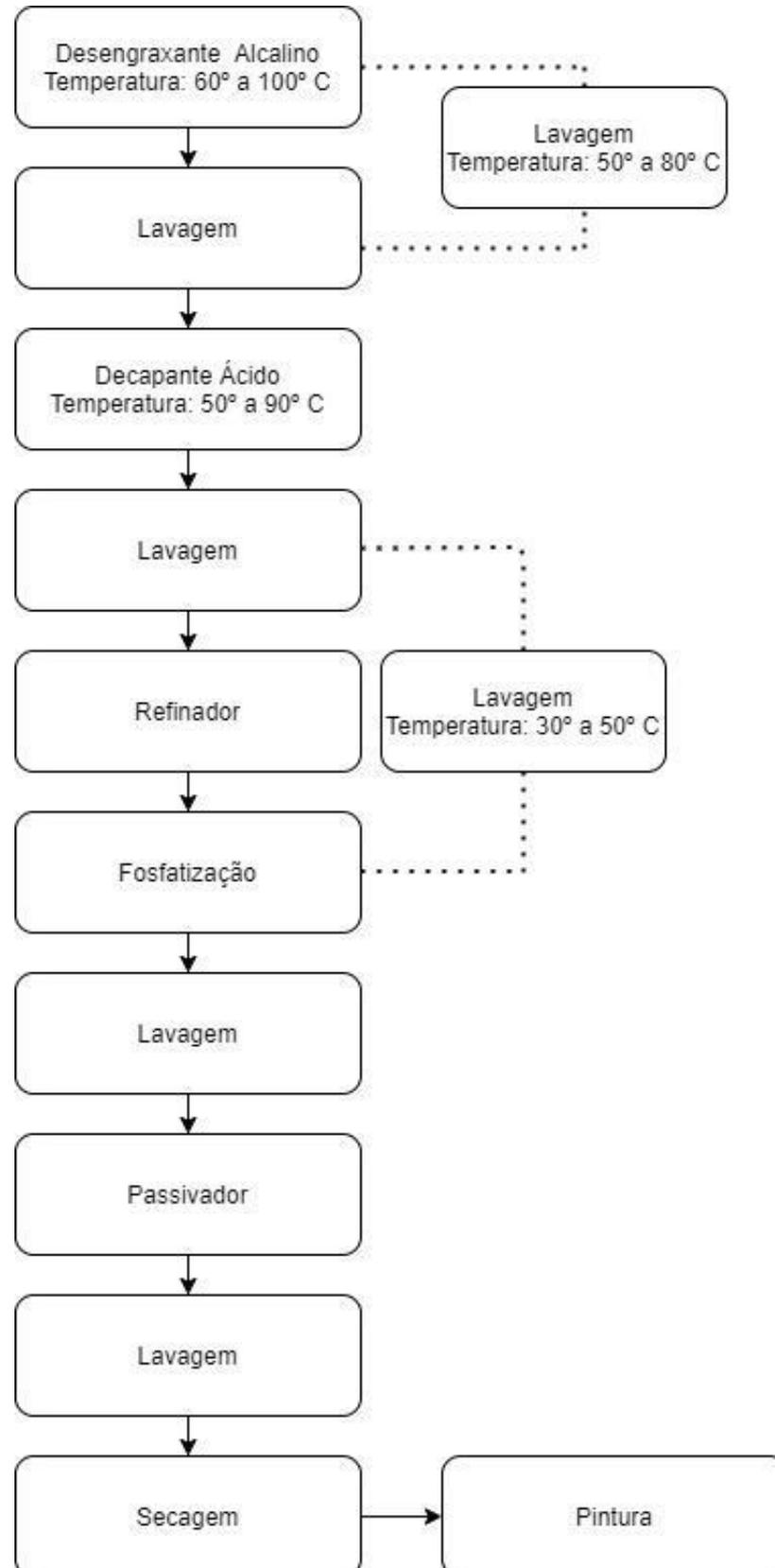
SILVEIRA, Marcelo Cândido da. **Oportunidades de melhoria no setor de pintura**. 2015. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/oportunidades-de-melhoria-no-setor-de-pintura/132148/>. Acesso em 19 mar. 2021.

STORK, Odair. **Implantação de um processo de preparação de superfície e pintura líquida poliuretana em uma empresa de médio porte**. 2013. Trabalho Final de Curso - Bacharel em Engenharia de Produção. Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013. Disponível em: [https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng\\_Producao/2013/Pro\\_Odair.pdf](https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2013/Pro_Odair.pdf). Acesso em: 3 set. 2021.

TOLEDO, José Carlos de; *et. al.* **Qualidade: gestão e métodos.** Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VARGAS, Diego Leandro. **Resolução de problemas utilizando a metodologia 8D: Estudo de caso de uma indústria do setor sucroalcooleiro.** *In:* SIMPROD, IX, 201, Sergipe. Produzir com qualidade, na quantidade e no tempo certo maximizando o uso de recursos e minimizando os desperdícios. Anais do IX Simpósio de engenharia de produção de Sergipe, 29 nov. - 01 dez. 2017. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7672/2/ResolucaoProblemasMetodologia8D.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021

**APÊNDICE A – ESQUEMA DE LIMPEZA E PREPARO DE UMA PEÇA  
DESTINADA A RECEBER UMA PINTURA ANTICORROSIVA**

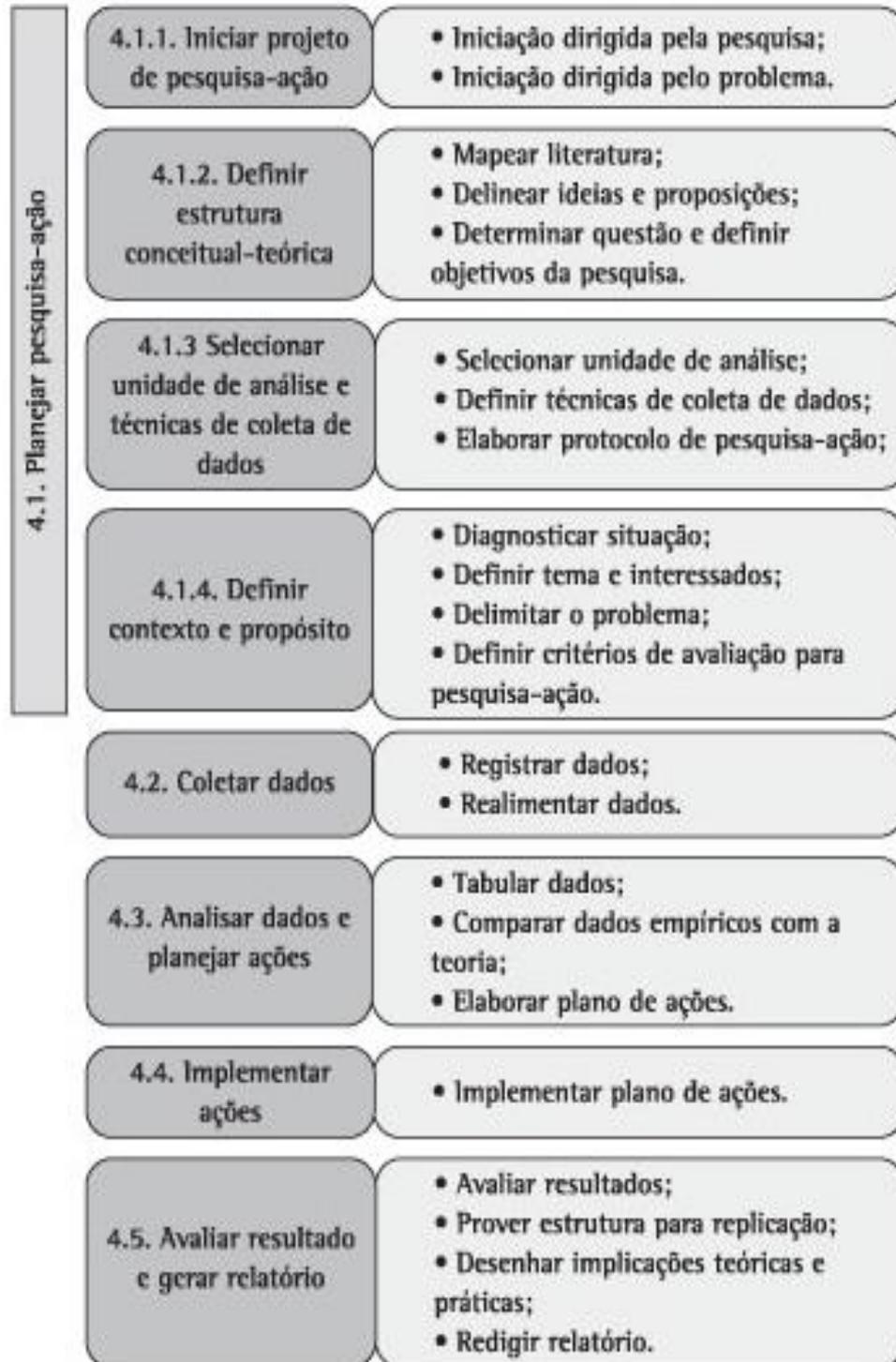


## APÊNDICE B – EXEMPLO DA ESTRUTURAÇÃO DE UM PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO FINAL:											
<b>Causa Raiz</b>	O que fazer? O que tem sido feito? O que deveríamos fazer? O que vai acontecer se não for feito? O que mais pode ser feito? O que não precisamos fazer para tudo se manter como está?	Porque? Por que é nosso trabalho fazer? Por que não é nosso trabalho? Por que deve ser desse modo? Por que fazer aqui ou lá? Por que fazer agora?	Quem (Responsável)? Quem deveria fazer? Quem não deveria fazer? Quem mais deveria fazer? Quem mais deveria participar?	Quando (Data)? Quando é esperado? Quando deveria ser esperado? Por que deveria ser esperado então? Quando deve ser avaliado?	Onde? Onde fazer? Onde não fazer? Onde é ideal ser feito?	Como (Será feito)? Como fazer? Com que frequência fazer? Como podemos melhorar? Quando? Como podemos fazer diferente?	<b>Dias de Atraso</b>	Quanto (custo, tempo)?	Resultado da Ação	Data (Conclusão)	STATUS

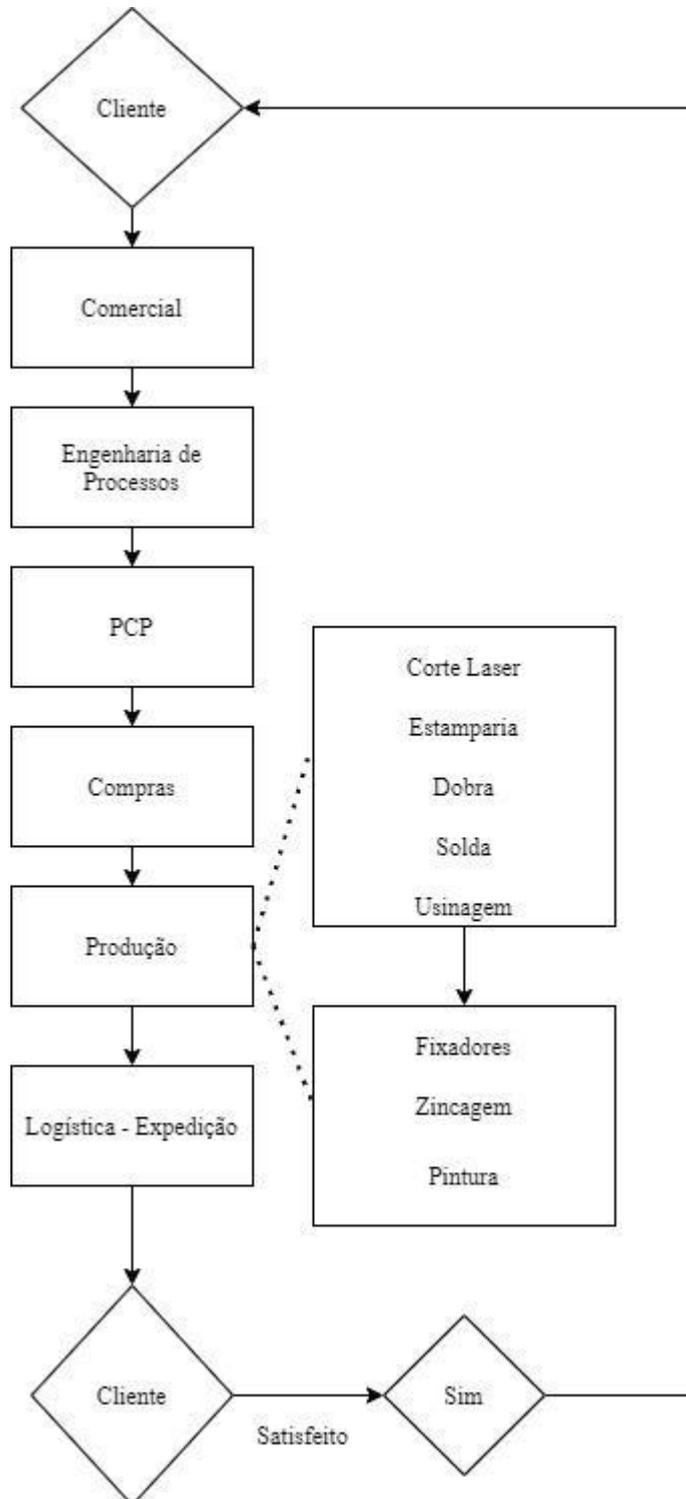
Fonte: Adaptado de Lobo, 2010

## APÊNDICE C – Detalhamento das fases da pesquisa-ação

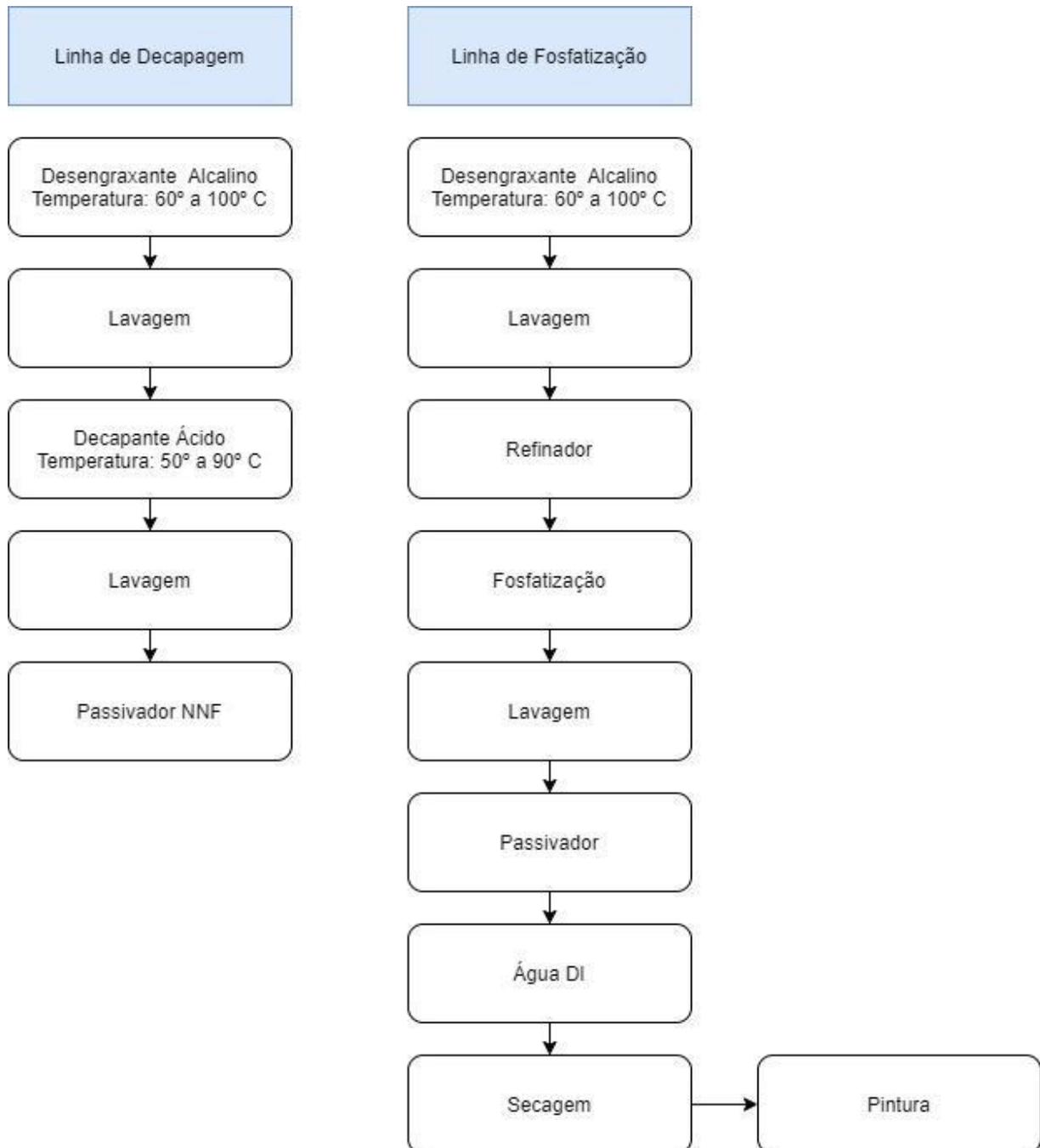


Fonte: Mello; *et. al.*, 2012

## APÊNDICE D – MACRO FLUXO DO PROCESSO

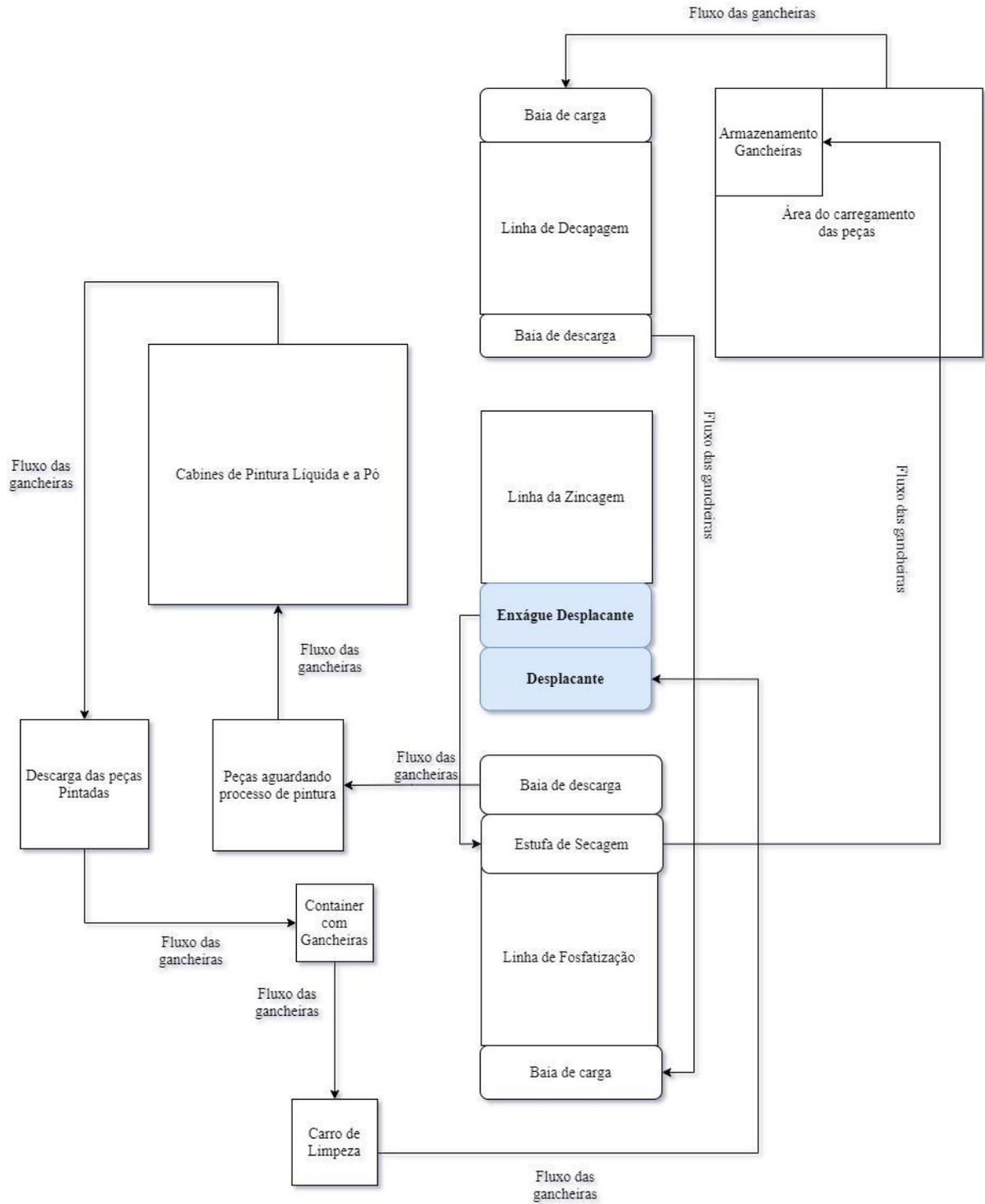


Fonte: Autor, 2021

**APÊNDICE E – FLUXOGRAMA DAS LINHAS DE TRATAMENTO DAS PEÇAS**

Fonte: Autor, 2021

**APÊNDICE F – FLUXO DOS DISPOSITIVOS DENTRO DO SETOR DA PINTURA**



Fonte: Autor, 2021

## APÊNDICE G – SUJEIRAS DE BANHOS NAS PEÇAS APÓS PINTURA



Fonte: Autor, 2021

## APÊNDICE H – SUJEIRAS DE BANHOS NAS PEÇAS APÓS PINTURA



Fonte: Autor, 2021

## APÊNDICE I – CONTROLE DE LIMPEZA DE GANCHEIRAS

CONTROLE DE LIMPEZA DAS GANCHEIRAS					
DATA	QUANTIDADE	SERVIÇO	DATA	QUANTIDADE	SERVIÇO
18/01/2019	135	JATEAMENTO	24/01/2020	245	REMOÇÃO QUÍMICA
08/02/2019	157	JATEAMENTO	14/02/2020	138	REMOÇÃO QUÍMICA
20/02/2019	127	JATEAMENTO	27/02/2020	375	REMOÇÃO QUÍMICA
06/03/2019	133	JATEAMENTO	13/03/2020	237	REMOÇÃO QUÍMICA
22/03/2019	83	JATEAMENTO	23/03/2020	215	REMOÇÃO QUÍMICA
22/03/2019	50	GANCHEIRAS NOVAS	06/04/2020	204	REMOÇÃO QUÍMICA
03/04/2019	94	JATEAMENTO	15/04/2020	200	REMOÇÃO QUÍMICA
18/04/2019	79	JATEAMENTO	24/04/2020	255	REMOÇÃO QUÍMICA
26/04/2019	105	JATEAMENTO	04/05/2020	315	REMOÇÃO QUÍMICA
16/05/2019	87	JATEAMENTO	21/05/2020	450	REMOÇÃO QUÍMICA
28/05/2019	73	JATEAMENTO	29/05/2020	108	REMOÇÃO QUÍMICA
06/06/2019	139	JATEAMENTO	03/06/2020	280	REMOÇÃO QUÍMICA
20/06/2019	124	JATEAMENTO	17/06/2020	135	REMOÇÃO QUÍMICA
28/06/2019	247	JATEAMENTO	10/07/2020	157	REMOÇÃO QUÍMICA
28/06/2019	36	GANCHEIRAS NOVAS	17/07/2020	127	REMOÇÃO QUÍMICA
05/07/2019	157	JATEAMENTO	31/07/2020	133	REMOÇÃO QUÍMICA
19/07/2019	120	REMOÇÃO QUÍMICA	12/08/2020	83	REMOÇÃO QUÍMICA
26/07/2019	111	REMOÇÃO QUÍMICA	28/08/2020	50	REMOÇÃO QUÍMICA
06/08/2019	125	REMOÇÃO QUÍMICA	10/09/2020	87	REMOÇÃO QUÍMICA
15/08/2019	75	REMOÇÃO QUÍMICA	23/09/2020	73	REMOÇÃO QUÍMICA
30/08/2019	150	REMOÇÃO QUÍMICA	06/10/2020	139	REMOÇÃO QUÍMICA
13/09/2019	182	REMOÇÃO QUÍMICA	19/10/2020	124	REMOÇÃO QUÍMICA
27/09/2019	234	REMOÇÃO QUÍMICA	30/10/2020	247	REMOÇÃO QUÍMICA
11/10/2019	187	REMOÇÃO QUÍMICA	09/11/2020	36	REMOÇÃO QUÍMICA
25/10/2019	213	REMOÇÃO QUÍMICA	16/11/2020	157	REMOÇÃO QUÍMICA
08/11/2019	135	REMOÇÃO QUÍMICA	26/11/2020	120	REMOÇÃO QUÍMICA
22/11/2019	147	REMOÇÃO QUÍMICA	03/12/2020	184	REMOÇÃO QUÍMICA
06/12/2019	83	REMOÇÃO QUÍMICA	11/12/2020	213	REMOÇÃO QUÍMICA
13/12/2019	489	REMOÇÃO QUÍMICA	21/12/2020	385	REMOÇÃO QUÍMICA
<b>Total 2019</b>	<b>4.077,00</b>		<b>Total 2020</b>	<b>5.472,00</b>	
	R\$	4,60		R\$	5,60
<b>Total em R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>18.754,20</b>	<b>Total em R\$</b>	<b>R\$</b>	<b>30.643,20</b>

Fonte: Autor, 2021

## APÊNDICE J – TESTE DE DESPLACAMENTO



Fonte:

Autor,

2021.

## APÊNDICE K – RESULTADO DOS TESTES

Produto A



Produto B



Produto C



### APÊNDICE L – RESULTADO DOS TESTES

Produto D

Produto E



Produto F

Produto G



## ANEXO A – CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE DESPLACAMENTO MAIS ADEQUADO

CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE DECAPAGEM		PROCESSOS DISPONÍVEIS			
		MECÂNICO	QUÍMICO		TÉRMICO
			CORROSIVOS (ÁCIDOS E ALCALINO)	BASE SOLVENTE	
Material de Fabricação do Dispositivo	Ferroso				
	Não-Ferroso				
	Plásticos				
Espessura de Camada	Baixa				
	Alta				
Tamanho do Dispositivo	Pequeno/Médio				
	Grande				
Volume de Dispositivos a Decapar	Baixo				
	Alto				
Dispositivo possui peças magnéticas e/ou tratamento térmico					
Tratamento dos Resíduos					
Equipamentos Necessários					

Legenda:

  
Recomendável  
ou  
Ótimo

  
Pode Ser Utilizado  
ou  
Regular

  
Não Recomendável  
ou  
Péssimo

Fonte: Rocha; Neto, 2019

## ANEXO B – LEI DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

### LEI DA POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

O meio ambiente vem definido na Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) como "um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas" - (art. 3º, I). Por sua vez, a degradação da qualidade ambiental constitui qualquer alteração adversa daquelas características do meio ambiente (art. 3º, II) a poluição ganha abrangência significativa. Os resíduos sólidos configuram, portanto, fonte de poluição de grandes proporções, que degradam a qualidade ambiental, prejudicando a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Diante disso, ressaltamos que, apesar de não ser o foco, a queima de resíduos sólidos ao ar livre, sem licença ambiental é proibida segundo art. 47 da Lei 12.305/2010, bem como é considerada crime ambiental, prevendo pena de reclusão de um a quatro anos e multa (art. 54 da Lei 9.605/98). Logo, é uma prática ilegal e totalmente prejudicial às políticas de meio ambiente. 🌱

Fonte: Rocha; Neto, 2019

**ANEXO C – MISSÃO E VISÃO DA EMPRESA ARTEFACTO**

## MISSÃO

“Produzir peças, componentes e serviços que atendam as necessidades dos clientes com qualidade e pontualidade.”

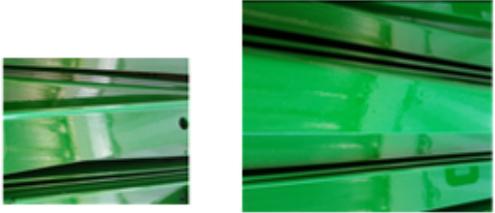


## VISÃO

“Ser uma empresa reconhecida no mercado crescendo com rentabilidade, no que tange a Qualidade e entrega.”

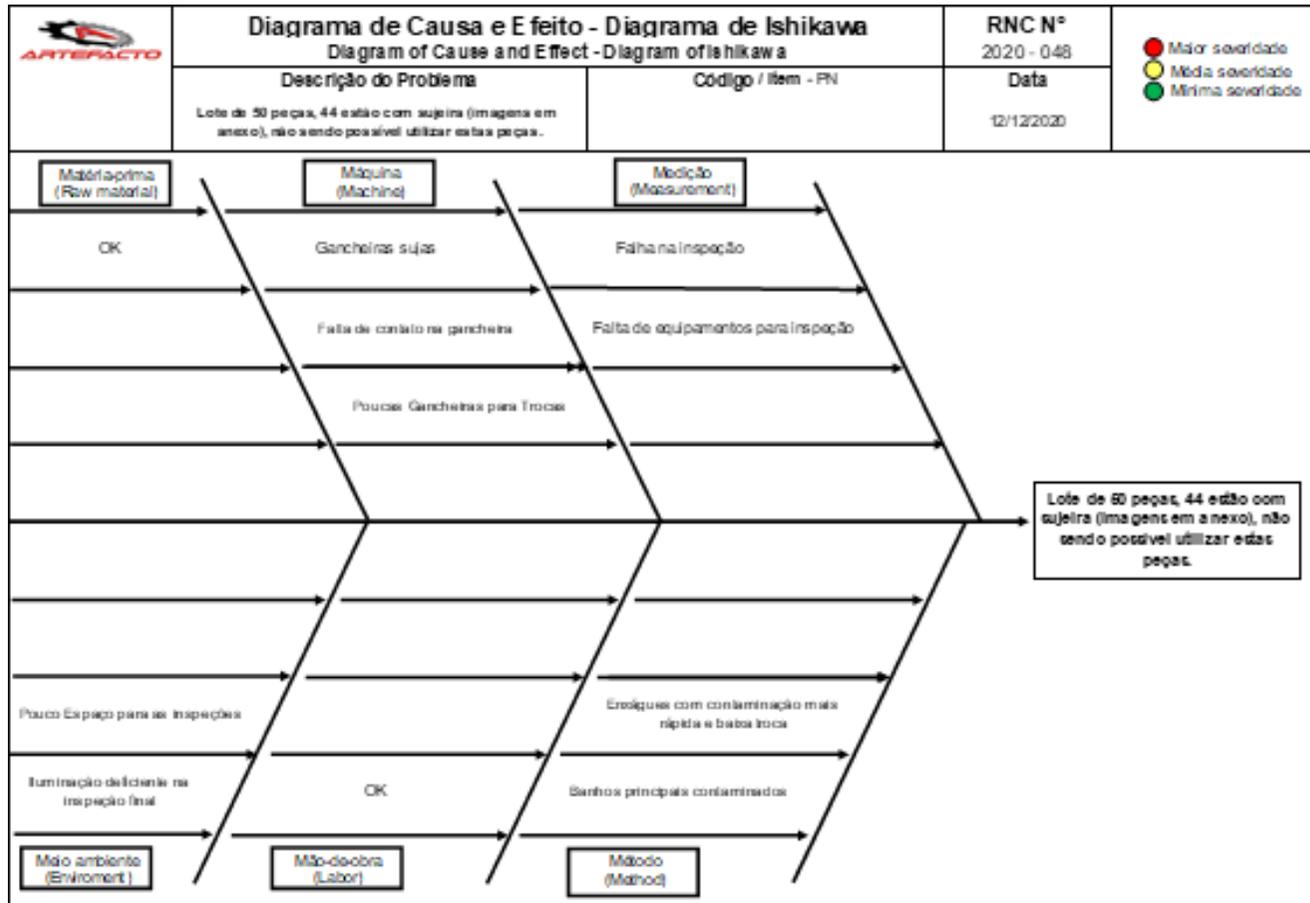


## ANEXO D – SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

	<b>SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE</b>	N°: 2020 - 048	
		Data: 12/12/2020	
<b>RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE</b>			
Origem da não conformidade:		Falha encontrada no cliente	
Razão / Processo:	Inspeção final	RNC Anterior: N/A	
Código do produto:	Descrição do produto:	Revisão: A	
Qtd total do lote: 50	Qtd aprovada: 6	Qtd reprovaada: 44	
Nome do Inspetor: Fabiano	Data da Inspeção: 17/11/2020	N° Cp: N/A	
Contato cliente / fornecedor: Fabiano	Comprador:	N/A	
<b>1D DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE / EVIDÊNCIAS</b>			
Lote de 50 peças, 44 estão com sujeira (imagens em anexo), não sendo possível utilizar estas peças.			
			
<b>2D DEFINIÇÃO DA EQUIPE</b>			
Nome	Cargo	Nome	Cargo
DANIEL	QUALIDADE		
CLÉBER	INSPEÇÃO FINAL		
GU STAVO	INSPEÇÃO FINAL		
<b>ANÁLISE</b>		<b>EM CASO DE "NÃO PROCEDE" FAVOR INFORMAR AS RAZÕES NESTE CAMPO</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Procede <input type="checkbox"/> Não procede			
<b>3D AÇÕES DE CONTENÇÃO IMEDIATA</b>			
Descrição	Responsável	Prazo	
Separar as peças não conformes e devolver para a Artefacto	Trigô	17/11/2020	
<b>4D DEFINIÇÃO / IDENTIFICAÇÃO DA CAUSA RAIZ</b>			
O sistema de inspeção não é o mais adequado; Não tem um processo definido para a limpeza das ganchetas			
Ferramenta aplicada:	<input checked="" type="checkbox"/> Ishikawa	<input checked="" type="checkbox"/> Matriz de Gut	<input checked="" type="checkbox"/> 5 Porquês
			<input checked="" type="checkbox"/> Plano de Ação
<b>5D AÇÕES PARA IMPLMENTAÇÃO ( CORRETIVAS )</b>			
Descrição das ações	Responsável	Prazo	
Melhorar o sistema de inspeção, inspecionando as peças enquanto estão na esteira de transporte, após sair da estufa	Daniel	30/12/2021	
Definir um processo de limpeza das ganchetas;	Zaleski/Valdecir	30/04/2021	
Aguardar a mudança do layout de parte da fábrica conforme está no plano de mudanças do SGQ	Valdecir	30/12/2021	
Instalar luminárias potentes na área da inspeção final da pintura	Valdecir	30/12/2021	
<b>6D A COM PANHAM ENTO DAS AÇÕES IMPLMENTADAS ( CORRETIVAS )</b>			
Data	Resultados de ações executadas		
29/03/2021	Implantado o sistema de inspeção após a saída da estufa, enquanto as peças estão penduradas na esteira transportadora		
06/04/2021	Foi definido o processo de limpeza das ganchetas e dispositivos de pintura, instalado um tanque com produto removedor de tinta		
DATA	ANÁLISE CRÍTICA DA EFICÁCIA DAS AÇÕES EXECUTADAS	AVALIADOR / FUNÇÃO	
	As ações executadas foram eficazes? ( ) SIM ( ) NÃO		
<b>7D VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES</b>			
<b>8D AÇÕES PARA PRODUTOS E PROCESSOS SIMILARES</b>			

Rev 01 - 29/04/2018

**ANEXO E – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO - DIAGRAMA DE ISHIKAWA**



Fonte: Artefacto, 2021

## ANEXO F – MATRIZ GUT

MATRIZ DE GUT						
CÓDIGO	0			Nº	2020 -048	
DESCRIÇÃO DO ITEM	Painel			Rev.	A	
CAUSA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	PONTUAÇÃO	G. RISCO	Ação sobre o Risco
Falha na inspeção	3	3	3	27	Causa Raiz	Eliminar
Gancheiras sujas	3	3	3	27	Causa Raiz	Eliminar
Banhos Principais contaminados	3	3	3	27	Causa Raiz	Eliminar
Iluminação deficiente na inspeção final	3	3	3	27	Causa Raiz	Eliminar
Falta de contato na gancheira	2	3	3	18	Causa Raiz	Eliminar
Poucas Gancheiras para Trocar	3	2	2	12	Causa Potencial	Mitigar
Enxáguas com contaminação mais rápida e baixa troca	2	2	2	8	Causa Potencial	Mitigar
Pouco Espaço para as inspeções	2	2	2	8	Causa Potencial	Mitigar
Falta de equipamentos para inspeção	1	2	1	2	Sem Impacto	Aceitar
	3= Extremamente Grave	3= É necessário uma ação imediata	3= Piorar Rapidamente			
	2= Grave	2= O mais cedo possível	2= Permanecer			
	1= Sem Gravidade	1= Passível de espera	1= Não vai piorar e pode melhorar			

Fonte: Artefacto, 2021

## ANEXO G – 5 POR QUÊS

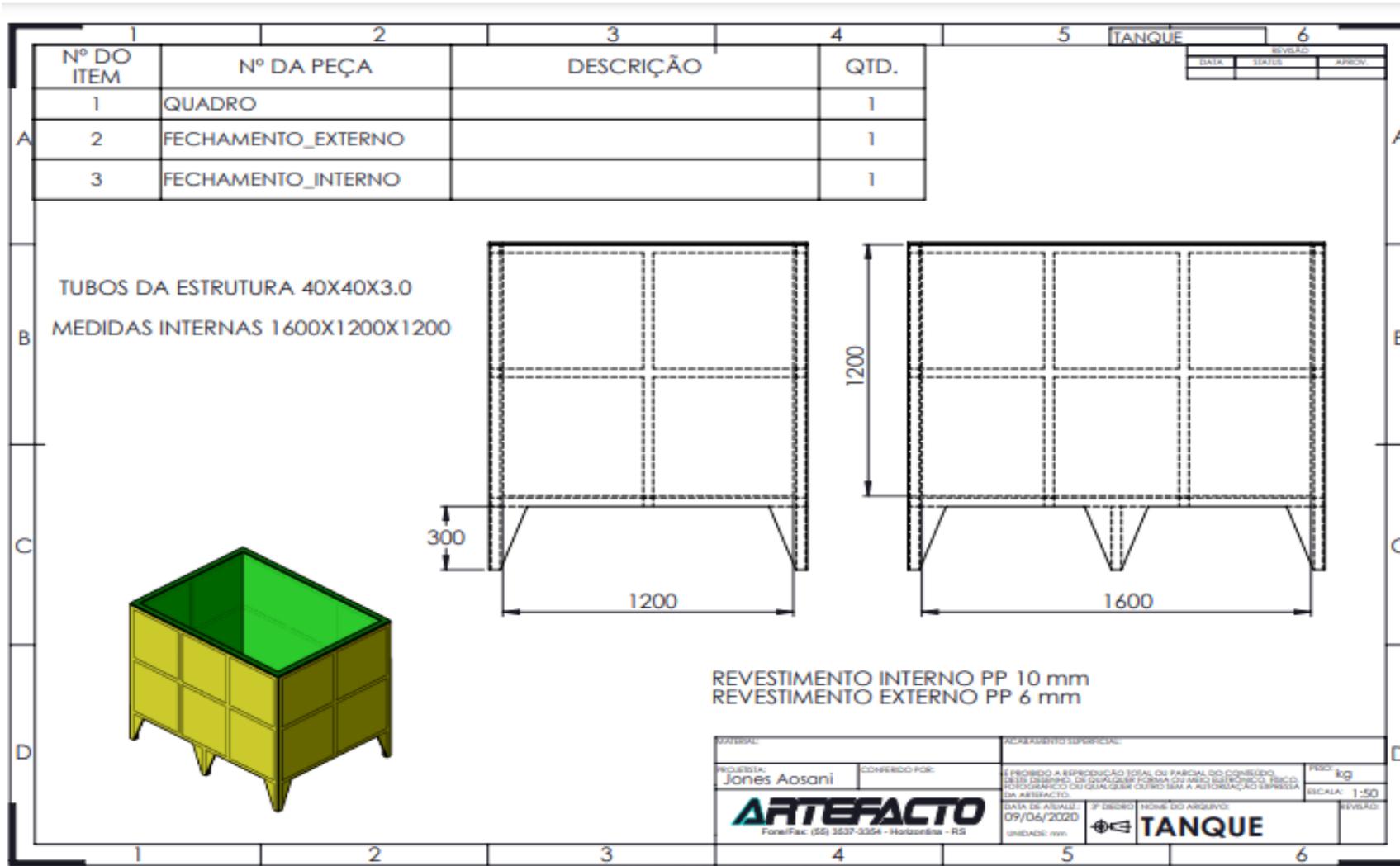
		5 Por quês - 5 Why		Data	RNC N°
		Descrição do Problema - Failure Description (Problem)	Código / Item - PN	12/12/2020	2020 - 048
		Lote de 50 peças, 44 estão com sujeira (imagens em anexo), não sendo possível utilizar estas peças.	0		
	<b>PORQUE</b>	<b>PORQUE</b>	<b>PORQUE</b>	<b>PORQUE</b>	<b>Causa Raiz 1</b>
Possível Causa 1	Falha na inspeção	Foi inspecionado o lote por amostragem	São várias gancheiras penduradas lado a lado não permitindo inspecionar as peças das gancheiras do meio	O sistema de inspeção não é o mais adequado	O sistema de inspeção não é o mais adequado
Possível Causa 2	Gancheiras sujas, Falta de contato na gancheira	Não tem um processo definido para a limpeza das gancheiras			<b>Causa Raiz 2</b> Não tem um processo definido para a limpeza das gancheiras
Possível Causa 3	Banhos contaminados	Não é feita a troca dos banhos periodicamente	Não tem espaço para armazenagem e tratamento dos banhos	Não foi alterado o layout da linha de banhos	<b>Causa Raiz 3</b> Está no plano de mudanças do SGQ
Possível Causa 4	Iluminação deficiente na inspeção final	Não tem luminárias instaladas na área da inspeção final da pintura			<b>Causa Raiz 4</b> Não tem luminárias instaladas na área da inspeção final da pintura

## ANEXO H – PLANO DE AÇÃO

PLANO DE AÇÃO FINAL: 2020 - 048 - Pintura com Sujeira											20/09/2021
Causa Raiz	O que fazer?	Porque	Quem (Responsável)	Quando (Data)	Onde	Como (Será feito)	Dias de Atraso	Quanto (custo, tempo)	Resultado da Ação	Data (Conclusão)	STATUS
O sistema de inspeção não é o mais adequado	Melhorar o sistema de inspeção, inspecionando as peças enquanto estão na esteira de transporte, após sair da estufa	Com este sistema os inspetores tem uma melhor visibilidade das peças	Daniel	30/12/2021	Qualidade	Será orientado os inspetores da qualidade para inspecionar as peças enquanto estiverem na esteira de transporte, após sair da estufa	OK		Implantado o sistema de inspeção após a saída da estufa, enquanto as peças estão penduradas na esteira transportadora	29/03/2021	CONCLUÍDO
Não tem um processo definido para a limpeza das ganchadeiras	Definir um processo de limpeza das ganchadeiras	Ter ganchadeiras para fazer o giro e evitar a contaminação dos banhos	Valdecir/Zaleski	30/04/2021	Pintura	Será definido um sistema de limpeza das ganchadeiras para possibilitar da o giro enquanto é feita a limpeza	OK		Foi definido o processo de limpeza das ganchadeiras e dispositivos de pintura, instalado um tanque com produto removedor de tinta	06/04/2021	CONCLUÍDO
Está no plano de mudanças do SGQ	Aguardar a mudança do layout de parte da fábrica conforme está no plano de mudanças do SGQ	Para instalar mais tanques na linha de tratamento dos banhos	Valdecir	30/12/2021	Pintura	Será modificado o layout da linha de tratamento de superfície, possibilitando a instalação de mais tanques para tratamento dos banhos contaminados	-101				ABERTO
Não tem luminárias instaladas na área da inspeção final da pintura	Instalar luminárias potentes na área da inspeção final da pintura	Melhorar a visibilidade dos inspetores na verificação de defeitos	Valdecir/William	30/12/2021	Inspecção Final da Pintura	Será instalada luminárias mais potentes para melhorar a visibilidade dos inspetores da qualidade na identificação de defeitos nas peças	-101				ABERTO

Fonte: Artefacto, 2021

**ANEXO I – ESTRUTURA DO TANQUE DE DESPLACANTE DE TINTA**



## ANEXO J – FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICO



### FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

Em conformidade com ABNT-NBR 14725

BONDERITE S-ST 305 DR70KG

Página 1 de 11  
Nº FISPQ : 348676  
Revisão: 11.03.2017  
Data da impressão: 08.01.2018

#### 1. Identificação

**Nome comercial**

BONDERITE S-ST 305 DR70KG

**Utilizações identificadas relevantes da substância ou mistura e utilizações desaconselhadas**

Aplicação prevista:  
Decapante de pinturas

**Nome da empresa**

Henkel Ltda.  
Av. prof. Vernon Kriehle 91  
06696-070 Itapevi

BR

Tel.: +55 (11) 3205 7000

ua-productsafety.la@henkel.com

## ANEXO K – BOLETIM TÉCNICO

**BONDERITE**

Boletim Técnico

**BONDERITE S-ST 305 PAINT STRIPPER**Conhecido como:  
**P3 HOT STRIPPER 305**

Novembro, 2013

Descrição:	BONDERITE S-ST 305 é um produto especialmente formulado para remoção de tintas, para substituição da Soda Cáustica. O BONDERITE S-ST 305 contém aditivos aceleradores que diminuem o tempo de remoção.						
Tratamento com BONDERITE S-ST 305:	<p>Recomenda-se a construção do equipamento em aço carbono. Preparação inicial do banho</p> <p>O BONDERITE S-ST 305 deve ser usado puro, conforme fornecido.</p> <p>Condições normais de funcionamento</p> <table> <tr> <td>Concentração</td> <td>95% – 105%</td> </tr> <tr> <td>Tempo de Tratamento</td> <td>Depende do tipo de tinta</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>100,0 à 120,0 °C</td> </tr> </table>	Concentração	95% – 105%	Tempo de Tratamento	Depende do tipo de tinta	Temperatura	100,0 à 120,0 °C
Concentração	95% – 105%						
Tempo de Tratamento	Depende do tipo de tinta						
Temperatura	100,0 à 120,0 °C						
Manutenção do banho:	<p>Controles</p> <p><u>Concentração</u> Misturar bem o banho, e coletar a amostra.</p> <p>Filtrar a amostra coletada e preparar uma solução 40g/L.</p>						